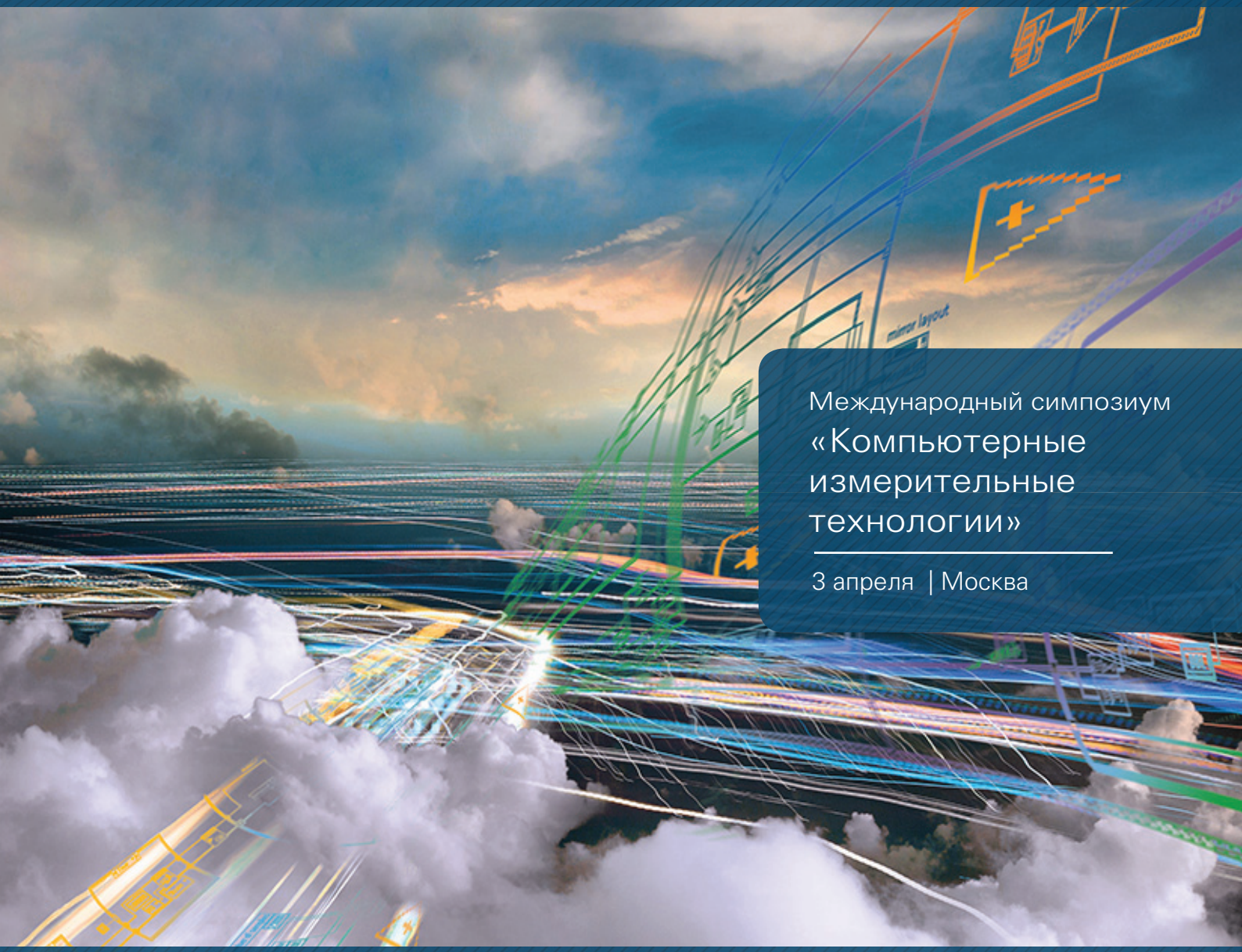
Компьютерные измерительные технологии



Международный симпозиум
«Компьютерные измерительные технологии»

3 апреля | Москва

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

NATIONAL INSTRUMENTS™

cmt.hse.ru

russia.ni.com/nidays

Материалы

I Международного симпозиума

«Компьютерные измерительные технологии»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Москва, Россия
3 апреля 2015г.

ББК 32.97
УДК 681.2 + 681.3 + 681.5
К 66

К 66 Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Международного симпозиума. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов– М.: ДМК Пресс, 2015, 352 с.

Представлены материалы первого Международного симозиума «Компьютерные измерительные технологии». Сборник сорежит результаты оригинальных исследований и технических решений, полученных с применением современных измертельных технологий.

Представляет интерес для широкого круга специалистов, работающих в различных областях науки и техники, а также для преподавателей, аспирантов и студентов ВУЗов.

Редакционная коллегия:

Абрамешин А.Е., Ананьин А.А., Белов А.В., Васильев В.Н., Иванов И.А., Казанский А.Г., Кудж С.А., Кулагин В.П., Леухин И.Б., Линецкий Б.Л., Львов Б.Г., Нефедов В.И., Петросянц К.О., Пономарев Л.И., Пожидаев Е.Д., Ряполова М.В., Саенко В.С., Сигов А.С., Симонов В.П., Старых В.А., Тихонов А.Н., Тумковский С.Р., Увайсов С.У., Халютин С.П., Шмид А.В., Щур Л.Н., Юрков Н.К.

ISBN 978-5-97060-324-6

© Оргкомитет конференции, 2015
© Издание, ДМК Пресс, 2015

МЕРОПРИЯТИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

Секционные заседания

Секция 1: Многоканальные системы сбора данных и стендовые испытания

На секции рассматриваются вопросы создания контрольно-измерительных систем в авиационной и ракетно-космической промышленности, энергетике, на транспорте и т.д.

Секция 2: Промышленные системы мониторинга и АСУТП

Секция посвящена использованию технологий NI для построения промышленных сетей сбора данных, SCADA-систем и полноценных АСУТП, способных работать в экстремальных условиях, для таких отраслей как: нефтегазовая отрасль, энергетика, производство, транспорт, ЖКХ, интеллектуальные системы «умный дом» и т. д.

Секция 3: Электроника и радиотехника

Секция посвящена использованию технологий NI для автоматизации радиоизмерений в таких приложениях как: мониторинг радиоэфира, тестирование протоколов беспроводной связи, тестирование навигационного оборудования, тестирование средств связи и СВЧ-компонентов, цифровое и спутниковое телевидение, системы радиолокации и РЭБ.

Секция 4: Лабораторные практикумы по техническим дисциплинам

Секция посвящена использованию технологий NI для создания систем управления реального времени, а также математических моделей технологических объектов, для разработки, настройки и испытаний систем управления сложными объектами.

Секция 5: Автоматизация научного эксперимента

Секция посвящена использованию технологий NI для автоматизации научных стендов, обработке сигналов, моделированию в различных областях прикладных наук, таких как радиофизика, электричество и магнетизм, биофизика и медицина, машиностроение, железнодоржный и автомобильный транспорт, связь и телекоммуникации, авиация, энергетика и многие другие.

Мастер-классы

Основы разработки приложений в LabVIEW

Мастер-класс посвящен изучению всемирно известной средой графического программирования LabVIEW.

Платформа SDR

Участники мастер-класса знакмятся с платформой NI для создания программно- определяемых радиосистем и смогут своими руками пройти путь от идеи до работающего прототипа системы.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ СИМПОЗИУМА

Тихонов Александр Николаевич - Москва, д.т.н., академик РАО, профессор, директор, научный руководитель МИЭМ НИУ ВШЭ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА

Увайсов Сайгид Увайсович - Москва, д.т.н., профессор, заместитель директора по научной работе МИЭМ НИУ ВШЭ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Ананьин Артем Андреевич - Москва, руководитель научно-образовательных проектов National Instruments

Баскаков Александр Ильич - Москва, д.т.н., профессор, зав. каф. «Радиотехнических приборов и антенных систем» НИУ«МЭИ»

Каперко Алексей Федорович - Москва, д.т.н., профессор департамента электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

Крутиков Владимир Николаевич - Москва, д.т.н., доцент, директор всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ВНИИОФИ)

Леухин Иван Борисович - Москва, региональный представитель National Instruments

Львов Борис Глебович - Москва, д.т.н., профессор, руководитель департамента электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

Медведев Андрей Викторович - Санкт-Петербург, доцент кафедры «Радиофизика», Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Потёмкин Фёдор Викторович - Москва, руководитель Центра измерительный технологий и промышленной автоматизации МГУ

Семенов Эдуард Валерьевич - Томск, д.т.н., профессор кафедры радиоэлектроники и защиты информации ТУСУР

Солнцев Виктор Анатольевич - Москва, д.ф.-м.н., профессор департамента электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

Стукач Олег Владимирович - Томск, д.т.н., профессор , заведующий кафедрой Компьютерных измерительных систем и метрологии Национального исследовательского Томского политехнического университета

Тумковский Сергей Ростиславович - Москва, д.т.н., доцент, заместитель директора по учебной работе МИЭМ НИУ ВШЭ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

Абрамешин Андрей Евгеньевич - Москва, к.с.н., заместитель директора по общим вопросам МИЭМ НИУ ВШЭ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Агафонов Владимир Ильич - Москва, начальник отдела по работе со студентами, социальными вопросами и внеучебной деятельности МИЭМ НИУ ВШЭ

Клышинский Эдуард Станиславович - Москва, к.т.н., доцент департамента компьютерной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

Линецкий Борис Львович - Москва, заместитель директора дирекции информационных технологий НИУ ВШЭ

Мартюкова Екатерина Сергеевна - Москва, Студенческое конструкторское бюро МИЭМ НИУ ВШЭ

Панасик Дария Сергеевна - Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Ролич Алексей Юрьевич - Москва, отдел по работе со студентами, социальными вопросами и внеучебной деятельности МИЭМ НИУ ВШЭ

Ряполова Маргарита Вадимовна - Москва, специалист по маркетингу образовательных проектов National Instruments

Титкова Надежда Сергеевна - Москва, начальник отдела "Студенческое конструкторское бюро МИЭМ НИУ ВШЭ"

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Иванов Илья Александрович - Москва, к.т.н., начальник отдела развития академических контактов и международных связей МИЭМ НИУ ВШЭ

Секция 1

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ И СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

ДИАГНОСТИКА СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ ЦИФРОВЫХ КОМБИНАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Дианов В.Н., Гевондян Т.А.
МГИУ, г. Москва
vyasheslav-dianov@yandex.ru

В данной статье предлагается осуществлять поиск скрытых дефектов в цифровых комбинационных устройствах при помощи схемы, содержащей бесконтактный датчик сбоев и микроконтроллер, подключенный к персональному компьютеру для питания и реализации обмена данными. В качестве информативных параметров используются изменения амплитуды и время задержки сигналов.

Ключевые слова: датчик сбоев, микроконтроллер, отладочная плата, линии связи, скрытые дефекты, задержка сигналов.

DIAGNOSIS OF LATENT DEFECTS DIGITAL COMBINATION DEVICES

Dianov V. N., Gevondian T. A.
MGIU, Moscow

It is offered to carry out search of the latent defects in digital combinational devices by means of the scheme containing the contactless sensor of failures and the microcontroller connected to the personal computer for food and realization of data exchange. As informative parameters changes of amplitude and time of a delay of signals are used.

Keywords: sensor of failures, microcontroller, debugging payment, lines of communication, latent defects, delay of signals.

Скрытые дефекты в цифровых комбинационных устройствах зависят от большого числа факторов (технологических, напряжения питания, нагрузки, линий связи). Одним из проявлений скрытых дефектов являются временные задержки сигнала [1]. Задержки не только ограничивают быстродействие цепей, но и создают ложные сигналы в них, создавая опасности при подключении элементов памяти. Такие ложные сигналы называют рисками сбоев [2]. Ранее для обнаружения скрытых дефектов в комбинационных схемах было предложено использовать понятия: дифференциальный сбой, интегральный сбой, интегро-дифференциальный сбой [3].

Предлагается осуществлять поиск скрытых дефектов при помощи устройства, содержащего датчик электрического тока (бесконтактный датчик сбоев) и микроконтроллер, подключенный к персональному компьютеру для питания и реализации обмена данными.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем. На датчик подается продолжительный по времени электромагнитный сигнал от комбинационного устройства. Микроконтроллер, принимающий сигналы с датчика, обрабатывает их и переводит из аналогового вида в цифровой с последующей индикацией на экране персонального компьютера или световом индикаторе. Оператор, перемещая датчик по исследуемой области устройства, видит на экране осциллографа амплитудно-временные изменения электромагнитного воздействия. В нормально работающем

устройстве эти изменения малы, а при наличии сбоя сигналы резко изменяются по амплитуде и времени. Таким образом, фиксируется сбойный участок устройства.

При изготовлении системы диагностики использован микроконтроллер ATMega 328P-PU на отладочной плате DFRduino UNO с программным обеспечением и бесконтактный датчик сбоев. С помощью платы производилась имитация сбойных состояний микроконтроллера. Интегральный датчик сбоев представляет собой одноосевой линейный датчик Холла, размещенный в корпусе и предназначенный для измерения постоянного и переменного (до 100 кГц) тока. Датчик выполнен по КМОП-технологии с дополнительным ферромагнитным слоем для повышения чувствительности. Преимущества данной конструкции позволяют обеспечить детектирование магнитного потока за счет увеличения полезного сигнала при постоянной величине шума, значительно уменьшить габариты устройства, исключить навесной монтаж и удешевить конструкцию при повышении надежности.

Датчики сбоев могут устанавливаться как непосредственно над печатной дорожкой цифрового комбинационного устройства, ток в котором необходимо измерять, так и в самой измерительной аппаратуре. Регистрируемый датчиком (установленным над печатной дорожкой) ток зависит от изменения геометрии проводника печатной платы в месте установки.

Блок-схема экспериментального стенда, с помощью которого были произведены замеры выходных параметров микроконтроллера в режимах нормальной работы, сбоя и отказа, изображена на рис. 1.

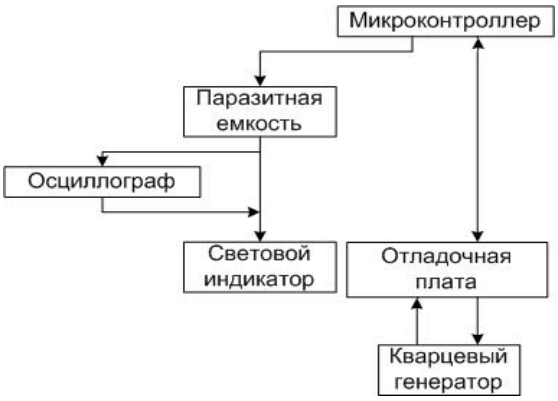


Рисунок 1 – Функциональная схема экспериментального стенда

Экспериментально установлено, что появление паразитной емкости в электрических проводниках и контактных соединениях печатных плат приводит к задержке переднего фронта сигнала, что негативно сказывается на скорости срабатывания устройства, подключенного к микроконтроллеру. Выходное напряжение снижается, что при определенных его значениях приводит к сбоям и последующему отказу устройства (табл. 1).

Таблица 1

Экспериментальные результаты исследования сбоев устройства

№ испытания	Паразитная емкость, мкФ	Значение напряжения, В	Время задержки фронта, мс	Режим работы устройства
1	0	4,9	0	Нормальная работа
2	5	4,89	0,6	Нормальная работа
3	10	4,1	2	Периодические сбои

4	20	3,1	2,1	Отказ

Имитация разрыва линии связи проводилась при помощи отладочной платы Arduino, выступающей в качестве источника цифрового сигнала. Схема состоит из источника цифрового сигнала (микроконтроллера), выходного индикатора с нагрузкой (светодиода и резистора на 220 Ом) и конденсатора, емкость которого прямо пропорциональна вносимым в схему искажениям. Данная схема была собрана на макетной плате для удобства смены конденсаторов различной емкости. Схема изображена на рис. 2.

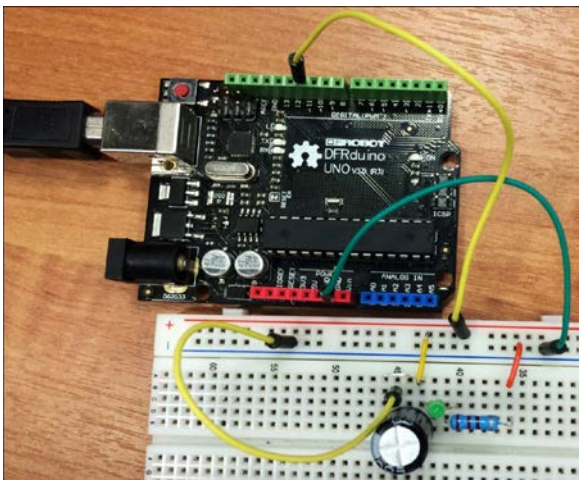


Рисунок 2 – Схема для имитации сбоев в линии связи

Таким образом, показана возможность измерения параметров сбоев в цифровых комбинационных устройствах с применением микроконтроллера, датчика сбоев и отладочной платы.

Список литературы

1. Дианов В.Н., Гевондян Т.А. Физические основы скрытых дефектов в электронной аппаратуре. Монография. – Пенза: ИП Соколов А.Ю., 2015. – 252 с.

2. Воробьев Н.В. Методы анализа комбинационных схем на риски сбоя. //Chip News/– 1998. № 3. С.42–44.

3. Дианов В.Н. Особенности обнаружения скрытых дефектов в комбинационных схемах магнитолевитационных транспортных систем. Труды 2-ой Международной научной конференции «Магнитолевитационные транспортные системы и технологии МТСТ'14» 17–20 июня 2014 г. С. 283–286.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЗЛА СЕНСОРОВ МОДУЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКОВ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Захарченко К.В, Колюбин В.А., Кулагин В.П, Львов С.А*, Недосекин П.Г.*
*НИУ ВШЭ, *ООО «ПТЦ «УралАлмазИнвест»*
*kolyuvlad@mail.ru, *Lvov@uralalmazinvest.ru*

Разработана физико-математическая модель узла сенсоров модуля контроля параметров потоков космического излучения (ПКИ). Проведено моделирование выходного сигнала узла сенсоров с использованием серии спектров, имитирующих спектры космического излучения на различных орбитах космических аппаратов в

разных фазах цикла солнечной активности. По результатам моделирования проведена оптимизация узла сенсоров модуля контроля параметров ПКИ.

Ключевые слова: космическое излучение, мониторинг, спектрометрия, численное моделирование.

PHYSICAL-MATHEMATICAL MODEL OF THE SENSORS BLOCK OF SPACE RADIATION FLUXES MONITORING MODULE

Zakharchenko K.V., Kolyubin V.A., Kulagin V.P., L'vov S.A.*, Nedosekin P.G.*
*HSE, *JSC "UralAlmazInvest"*

The physical-mathematical model of the sensors block of space radiation fluxes parameters monitoring module has been developed. The simulation of the sensors block output has been carried out using the series of the spectra representing space radiation spectra at different spaceship orbits in different phases of the solar activity cycle. The optimisation of the sensors block of space radiation fluxes parameters monitoring module has been carried out based on the simulation results.

Keywords: space radiation, monitoring, spectrometry, numerical modelling

Реализация программ освоения космического пространства требует использования космических аппаратов (КА), в том числе пилотируемых, с большими сроками активного существования (15 лет и выше). При этом особую важность приобретают вопросы «он-лайн» оценки радиационной нагрузки на экипаж и оборудование космических аппаратов, для чего на каждом КА должен устанавливаться монитор радиационной обстановки. Жёсткие требования к радиационной стойкости узла сенсоров модуля ПКИ, обусловленные продолжительным сроком службы, делают безальтернативным использование алмазных детекторов [1, 2, 4].

Модуль контроля параметров ПКИ состоит из узла сенсоров, узла усиления аналогового сигнала, узла предварительной цифровой обработки и узла восстановления параметров ПКИ. Космическое излучение проходит через селективные фильтры и попадает в алмазный чувствительный элемент (АЧЭ) узла сенсоров. В АЧЭ образуется электрический заряд, пропорциональный энергии, переданной ионизирующим излучением. В узле усиления аналогового сигнала происходит преобразование заряда в электрическое напряжение и его усиление. В узле предварительной цифровой обработки осуществляется амплитудная дискриминация сигналов и подсчёт в количества частиц космического излучения в энергетических диапазонах, определяемых толщиной ослабляющих фильтров и амплитудой сигнала АЧЭ. Узел восстановления параметров ПКИ обеспечивает обратное преобразование совокупности показаний счётчиков частиц в спектры космического излучения.

В работе построена физико-математическая модель узла сенсоров, представляющего собой многоканальный преобразователь ионизирующего излучения КИ в электрический заряд. Цель моделирования – расчёт спектров зарядов на выводах АЧЭ узла сенсоров под действием КИ с заданными энергетическими спектрами.

В узле сенсоров модуля ПКИ можно выделить две стадии преобразования энергии ионизирующей частицы КИ в выходные сигналы узла сенсоров: 1 – прохождение частиц КИ через селективные фильтры; 2 – преобразование энергии частиц в электрический заряд в АЧЭ узла сенсора. На рисунке 1 схематически поясняется работа узла сенсора модуля контроля параметров ПКИ.

Первый процесс – прохождение частиц КИ через селективные фильтры – определяется видом и энергией излучения, а также геометрией и взаимным расположением фильтров. В модели рассматривались частицы КИ, попадающие в узел сенсоров с различных направлений. Исходя из зависимости длин пробега частиц от их

вида, энергии и материала фильтра определялись энергетические спектры КИ после прохождения фильтров, непосредственно перед попаданием в алмазные чувствительные элементы.

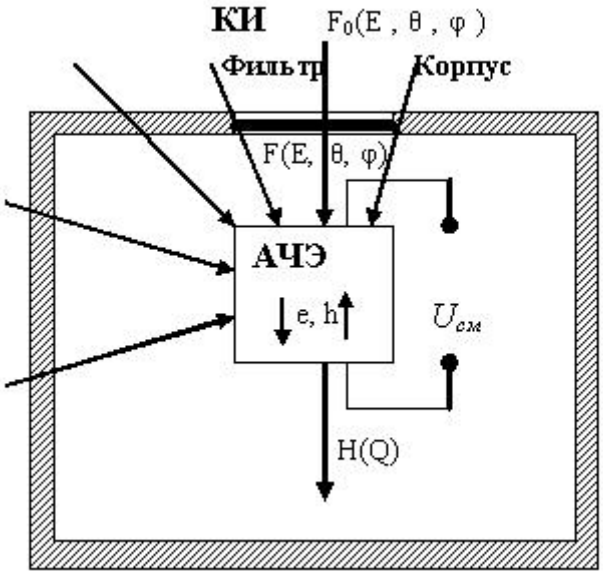


Рисунок 1 – Схема преобразования информации о параметрах ПКИ в одном канале узла сенсоров.

Обозначения на рисунке: КИ – космическое излучение; АЧЭ – алмазный чувствительный элемент; F0 и F – энергетические спектры КИ до и после прохождения фильтра; e, h – электроны и дырки, образовавшиеся в алмазе под действием КИ; H(Q) - спектр заряда, прошедшего через сигнальные выводы АЧЭ под действием напряжения смещения Uсм.

Второй процесс – формирование заряда на сигнальных выводах АЧЭ – определяется передачей энергии ионизирующего излучения алмазу и транспортом и рекомбинацией носителей в алмазной пластине. Стохастический характер этих процессов обуславливает стохастический характер выходного сигнала узла сенсоров. Даже под действием моноэнергетичного направленного излучения на выводах АЧЭ узла сенсоров будет наблюдаться спектр зарядов конечной ширины.

Зависимость энергии, переданной алмазу, от энергии и направления движения КИ определялась путём численного моделирования для электронов, протонов и ионов. Процессы транспорта и рекомбинации носителей заряда в АЧЭ моделировались с использованием спектров заряда, экспериментально полученных под воздействием моноэнергетичного излучения в режиме полного поглощения. Расчётный спектр заряда H(Q) на сигнальных выводах узла сенсоров описывается следующей формулой:

$$H(Q) = \int_0^{\infty} dE \int_0^{\pi/2} d\theta \int_0^{2\pi} d\varphi \left[s(Q, E, \theta, \varphi) \cdot F_0(E, \theta, \varphi) \right], \quad (1)$$

$$s(Q, E, \theta, \varphi) = \begin{cases} 0, & Q > Q_{max} \\ \dfrac{S_{det} \cdot \sin(2\theta)}{8\pi \cdot Q_{max}}, & Q \le Q_{max} \end{cases}, \quad (2)$$

$$Q_{max} = e \cdot W(E, \theta, \varphi) / W_0 \cdot CCE, \quad (3)$$

где E – энергия космического излучения; {θ, φ} – полярный и азимутальный углы, задающие направление распространения КИ в системе координат, связанной с центром АЧЭ; F0(E, θ, φ) – энергетический спектр КИ снаружи модуля контроля; Sdet – площадь входной поверхности детектора; e – элементарный заряд; W(E, θ, φ) – энергия, передаваемая АЧЭ космическим излучением с параметрами {E, θ, φ}; W0 – энергия, необходимая для образования одной электронно-дырочной пары в алмазе под действием ионизирующего излучения, W0 = 13,2 эВ [4]; CCE – эффективность собирания заряда АЧЭ.

Разработанная модель узла сенсоров модуля контроля параметров ПКИ позволяет получить выходной сигнал узла сенсоров для заданного энергетического спектра КИ, регистрируемого с помощью модуля контроля ПКИ. Результаты моделирования использованы для оптимизации узла сенсоров модуля контроля параметров ПКИ. На основании проведенных оптимизационных расчетов выбраны толщины селективных фильтров узла сенсоров, обеспечивающих минимизацию погрешностей разделения потока КИ по энергетическим диапазонам.

Данная работа выполнена в рамках реализации Соглашения о предоставлении субсидии № 14.605.21.0001 от 08.07.2014г., заключенного между Минобрнауки России и НИУ ВШЭ.

Список литературы

1. А.А. Алтухов, В.С. Анашин, В.В. Емельянов, А.Е. Козюков, В.А. Колюбин, С.А. Львов, П.Г. Недосекин, М.Г. Ситников, В.А.Скуратов. Исследования алмазного спектрометра в пучке ускоренных тяжелых ионов канала В5 циклотрона У-400М // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. – 2013. – Вып. 1. – С. 85–86.

2. Алтухов А.А., Кулагин В.П., Каперко А.Ф., Колюбин В.А., Львов С.А., Зяблюк К.Н., Захарченко К.В., Недосекин П.Г. Инновационные технические решения при разработке спектрометров космического излучения на основе алмазных детекторов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2014. – № 1. – С. 546-547.

3. Колесников В.Л. Классификация данных методом нейронных сетей // Труды БГТУ, Физико-математические науки и информатика. – 2012. – № 6. – С. 156–160.

4. E. Berdermann, M. Pomorski, W. de Boer, M. Ciobani, S. Dunst, C. Grah, M. Kiš, W. Koenig, W. Lange, W. Lohmann, R. Lovrinčić, P. Moritz, J. Morse, S. Mueller, A. Pucci, M. Shreck, S. Rahman, M. Träger. Diamond detectors for hadron physics research // Diamond and Related Materials. – 2010. – № 19. – С. 358–367.

РАСЧЁТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ НЕЙТРОНОВ

Логвинов Д. И., Дрейзин В. Э.
Юго-Западный государственный университет, Курск
d.i.logvinov@yandex.ru, drejzin_ve@mail.ru

В статье рассматриваются методы получения детекторов нейтронов с различными спектральными характеристиками, необходимых для построения многодетекторного спектрометра нейтронного излучения реального времени с вычислительным восстановлением спектра с помощью искусственной нейронной сети. Рассмотрены два расчетных подхода, дана оценка их достоинств и недостатков.

Выбран оптимальный набор детекторов совместно перекрывающих весь исследуемый диапазон измерения нейтронного излучения.

Ключевые слова: сцинтилляторы, нейтронные детекторы, спектрометры

CALCULATION METHODS DETERMINE THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF SCINTILLATION NEUTRON DETECTOR

Logvinov D.I., Drejzin V.E.
SouthWest State University, Kursk

This article discusses methods for neutron detectors with different spectral characteristics required for the construction of multidetector spectrometer neutron radiation with real-time computing spectrum reconstruction using artificial neural network. We consider two computational approach assesses their strengths and weaknesses. The optimum set of detectors together covering the entire range investigated measure neutron radiation.

Keywords: scintillators, neutron detectors, spectrometers

1. Постановка задачи

Исследование и измерение спектральных характеристик детекторов нейтронного излучения является сложной, но важной задачей при проектировании нейтронных радиометров, дозиметров и спектрометров. Знание энергетического спектра позволяет определить состав и структуру излучающего объекта, провести расчёты переноса энергии через вещество при проектировании защиты в ядерных установках, определить энергетические погрешности нейтронных радиометров и дозиметров и, тем более, необходимы при разработке нейтронных спектрометров. Дело в том, что в настоящее время нет промышленных нейтронных спектрометров, позволяющих оперативно, в реальном масштабе времени проводить измерение энергетических спектров произвольных нейтронных потоков. Подавляющее большинство выпускаемых нейтронных радиометров и дозиметров используют газоразрядные детекторы, которые имеют низкие быстродействие, эффективность, узкий энергетический диапазон, ограниченный срок службы и достаточно габаритны. Более перспективными являются сцинтилляционные детекторы, которые при высоком быстродействии и эффективности позволяют за счёт вариаций состава, геометрии и специальных покрытий сцинтилляторов достаточно существенно варьировать их спектральные характеристики. Это позволяет, используя многодетекторный блок детектирования с разнообразными спектральными характеристиками отдельных детекторов и проводя совместную обработку получаемой от них информации, построить спектрометр нейтронного излучения реального времени с вычислительным восстановлением спектра с помощью заранее обученной на спектрах разнообразных форм искусственной нейронной сети (ИНС) [1].Основным критерием отбора детекторов для многодетекторного нейтронного спектрометра спектральных характеристик является максимальное различие в форме их спектральных характеристик, с тем, чтобы свести к минимуму корреляционные связи между ними, поскольку только при таком условии будет обеспечиваться наилучшая обучаемость ИНС.

Данный доклад посвящен поиску способов деформации спектральных характеристик детекторов нейтронных излучений и разработке методов их расчёта.

2. Объект и методы исследования

Объектом исследования являются сцинтилляционные нейтронные детекторы с пластиковыми органическими сцинтилляторами. Основным физическим механизмом детектирования нейтронов в таких детекторах является процесс выбивания нейтронами протонов отдачи при столкновении с ядрами атомов водорода. Но кинетическая энергия протонов отдачи, а значит и интенсивность вызванных ими сцинтилляций,

зависит не только от исходной энергии выбивших их нейтронов, но и от угла столкновения нейтронов с ядрами атомов водорода. Поэтому даже для моноэнергетических нейтронов амплитуды выходных импульсов детектора имеют непрерывное распределение в широком интервале. Это исключает возможность использования традиционных методов спектрометрии ионизирующих излучений, базирующихся на анализе амплитудных распределений выходных импульсов детекторов. Поэтому в данной работе исследуется метод нейтронной спектрометрии, базирующийся на совместной математической обработке интегральных откликов нескольких детекторов с разнообразными спектральными характеристиками.

Поскольку эффективность сцинтилляционного детектора зависит от соотношения геометрических размеров сцинтиллятора и энергии частиц, то изменяя толщину сцинтиллятора, можно в определённых пределах деформировать спектральные характеристики детектора. Вторым способом является добавление в вещество сцинтиллятора в небольших количествах веществ, активно взаимодействующих с нейтронами с испусканием альфа-частиц: бора-10 и лития-6. И третьим способом, позволяющим резко ослабить низкоэнергетическую часть спектральной характеристики, является использование надеваемого на сцинтиллятор экрана из кадмия или покрытие его составом, содержащим бор-10 или гадолиний. Спектральные характеристики таких детекторов моделировались двумя методами: с использованием макроскопического подхода (инженерный метод расчёта) и микроскопического подхода (метод Монте-Карло). При решении этих задач использовались библиотека программ Geant4 и программный пакет Matlab.

3. Моделирование с использованием макроскопического подхода

Макроскопический подход состоит в получении спектральных характеристик посредством хорошо известных зависимостей сечений различных взаимодействий ядер различных веществ с нейтронами от энергии последних и известных эмпирических выражений эффективности детекторов.

Эффективность ε сцинтилляционных детекторов для параллельного пучка нейтронов, нормально падающего на сцинтиллятор толщиной δ, может быть приближённо определена как [2]:

$$\varepsilon(E) = 1 - e^{-\sigma_S(E) N \delta}, \qquad (1)$$

где N – число атомов активного вещества в 1 см^3 детектора (ядерная плотность); $\sigma_s(E)$ – функция зависимости сечения реакции нейтронов с веществом детектора от энергии нейтронов E, см^2; δ – толщина детектора, см.

Из выражения (1) видно, что спектральную характеристику детектора можно регулировать путём изменения толщины сцинтиллятора. Если в сцинтиллятор кроме атомов водорода есть добавленные вещества, ядра которых активно взаимодействуют с нейтронами, излучая при этом заряженные частицы, то надо учитывать и тот, и другой механизмы. Такие добавки также влияют на спектральные характеристики детектора.

Ещё одним способом воздействия на форму спектральной характеристики является использование покрытий для сцинтилляторов, которые выполняют роль фильтров, поглощающих низкоэнергетические нейтроны. Выражения для спектральных характеристик детекторов на основе полистирола с фильтрами из кадмия, полученные с использованием макроподхода имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}\varepsilon(E) = &(1 - e^{-(\sigma_H(E) n_H + \sigma_C(E) n_C)\delta}) \cdot e^{-(\sigma_{Cd}(E) n_{Cd})\delta_{Cd}} + \\ &+ (1 - e^{-(\sigma_{Cd}(E) n_{Cd})\delta_{Cd}}) \cdot (0{,}447 \cdot e^{0{,}03956 \cdot d} - 0{,}3948 \cdot e^{-0.8481 \cdot d})\end{aligned}; \qquad (2)$$

где $e^{-(\sigma_{Cd}(E) n_{Cd})\delta_{Cd}}$ – доля нейтронов, которую поглотил фильтр. Второе слагаемое каждой из приведенной зависимости показывает долю сцинтилляций, образованных

продуктами реакций нейтронов с фильтром с учётом поглощения этих продуктов в веществе фильтра.

Достоинство данного подхода – простота реализации. Основной недостаток – приближённость решения, поскольку сложно учесть все конструктивные особенности детектора при расчёте зависимости его эффективности от энергии нейтронов. Однако эти погрешности можно в значительной степени минимизировать путём введения поправок, получаемых при сопоставлении приближённых решений с точными, получаемыми на основе микроподхода.

4. Моделирование с использованием микроскопического подхода

Наиболее универсальным и точным методом моделирования переноса излучения через вещество является имитационный метод статистического моделирования (Монте-Карло), базирующийся на микроскопическом подходе, при котором имитируется взаимодействие каждой ядерной частицы и прослеживается её «судьба» от момента зарождения и до полного поглощения окружающей средой с учётом всех возможных взаимодействий с атомами и ядрами окружающего вещества и всех возможных ядерных реакций. На основе этого метода создано несколько пакетов прикладных программ, наиболее универсальным из которых является GEANT4 – библиотека программ, созданная большим международным коллективом физиков под эгидой ЦЕРН.

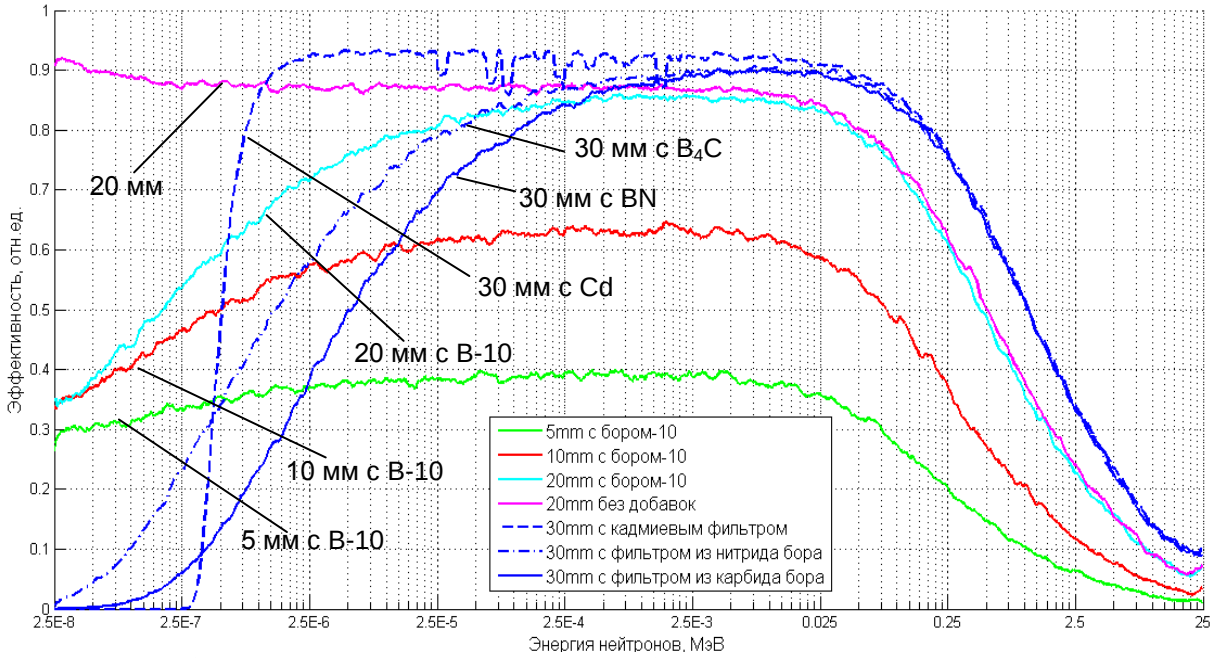


Рисунок 1 – Спектральные характеристики выбранного набора детекторов нейтронов с учетом импульсов только от протонов отдачи [3]

Достоинством микроскопического метода является его высокая точность, если правильно заданы геометрия измерений, состав и размеры детектора и его конструктивные особенности. Но он очень трудоёмок и для его реализации затрачиваются большие вычислительные ресурсы. Но микроподход может дать ложные результаты, если недостаточно точно учтены все особенности геометрии измерений и конструкции детектора. Поэтому при расчёте этим методом очень важно найти компромисс между качеством (точностью) получаемых результатов и необходимой производительностью вычислительной системы, осуществляющей моделирование.

На рисунке 1 представлены спектральные характеристики нескольких детекторов, рассчитанные с использованием микроподхода, при всех трёх способах воздействия на их форму.

Таким образом, вышеуказанными методами возможно получить спектральные характеристики чувствительности, которые ничуть не уступают в своём разнообразии характеристикам, полученным с помощью сфер Боннера, но, в отличие от метода Боннера, позволяющих проводить измерения спектров в реальном масштабе времени, а также обеспечивающих минимальные искажения потока нейтронов за счет рассеяния в сферах Боннера и намного более компактное исполнение блока детектирования и существенно большую эффективность регистрации нейтронов.

Список литературы

1. Дрейзин В.Э. Нейтронная спектрометрия: концепция построения нейтронного спектрометра реального времени / В. Э. Дрейзин // АНРИ. №4 (63), 2010. С. 13-19.

2. Дрейзин В.Э., Логвинов Д.И., Гримов А.А. Подбор и оптимизация состава детекторов для многодетекторного спектрометра нейтронного излучения // АНРИ, 2011, № 2. С. 16-24.

3. Библиотека сечений реакций endf: http://www-nds.iaea.org/exfor/endf.htm

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ РАЗРУШЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Недопека А.С., Бушмелева К.И.
СурГУ, г. Сургут

Статья затрагивает вопрос защиты информации от неблагоприятных воздействий, которая используется в сфере АСУ транспортной компании, рассказано о важности учёта устойчивости, приведена схема взаимосвязи характеристик устойчивости и классификационная структура инженерно-технической защиты.

Ключевые слова: Автоматизированная система, транспортная компания, грузоперевозки, устойчивость.

PROTECTION OF INFORMATION FROM DESTRUCTION IN AUTOMATED SYSTEM OF CARGO TRANSPORTATION COMPANY

Nedopeka A.S., Bushmeleva K.I.
SurGU, Surgut

The article touches upon the question of information protection from the adverse effects, which is used in automated system of Transport Company, talked about the importance of sustainability, shows a diagram of relationship stability characteristics and classification structure of technical protection.

Keywords: Automated system, Transportation Company, Cargo, Information protection, Stability of automated system.

Автоматизированная система управления (АСУ) организации грузоперевозок состоит из множества аппаратных и программных компонентов. Однако сбой любого из этих компонентов может привести к потере данных. Поэтому важно предусмотреть вероятность наступления такого события и предпринять меры по снижению количества потерянной информации, а ещё лучше, получить возможность её восстановления. В

целом за это отвечает устойчивость АСУ транспортной компании (ТК). Поэтому важно увеличить её устойчивость, как от внешних, так и от внутренних воздействий.

Трудность увеличения устойчивости системы заключается в следующем [1]:

1. Устойчивость является сложной интегральной характеристикой системы управления, объединяющей надёжность, живучесть, помехоустойчивость, которые также являются сложными понятиями с целым набором количественных показателей.
2. Устойчивость определяется для совокупности условий функционирования системы, включая преднамеренные и непреднамеренные воздействия среды.
3. Сложная система управления не имеет чётко выраженного состояния отказа, отказ элементов системы приводит к снижению её эффективности.

Для увеличения устойчивости автоматизированной системы организации грузоперевозок необходимо определить, а на каком же уровне сейчас находится устойчивость системы. Возможные пути определения устойчивости АСУ:

1. Исследование функционирующей системы.
2. Создание модели проектируемой системы и ее последующее исследование.
3. Теоретический анализ, определение зависимости устойчивости от более простых, известных априорно параметров системы.

Исследование устойчивости в процессе функционирования системы позволяет определить количественные показатели устойчивости для реальных условий. Повышение устойчивости в этом случае достигается при наличии адаптивных элементов, обеспечивающих повышение устойчивости в ходе эксплуатации. Однако даже в процессе длительной эксплуатации устойчивость системы не может быть определена точно, так как множество условий функционирования, включая преднамеренные воздействия среды, приводящие к уничтожению элементов системы, реально не возникают.

Исследования созданной модели позволяют выбрать наиболее устойчивый вариант структуры проектируемой АСУ. Точность исследования зависит от возможностей моделирования системы и условий её функционирования. Соответственно упрощение модели приводит к росту погрешности в оценке устойчивости и выборе устойчивой структуры. Также необходимо учитывать большое разнообразие вариантов структуры системы управления, недоступное для метода прямого перебора.

При построении математической зависимости, в теоретическом анализе, необходимо решить противоречие между количеством исходных параметров и точностью начального знания. Если для описания устойчивости взять небольшое количество обобщённых параметров, то выражение устойчивости будет сильно упрощённым, однако проблема переносится на исследование обобщённых параметров. Использование приближённых описаний внешних воздействий, особенно преднамеренных, также приводит к ухудшению точности в определении устойчивости [2].

На основе построенной зависимости может быть решена задача оптимизации устойчивости, проектируемой АСУ ТК при ограничении на стоимость или минимизации стоимости АСУ при требуемых показателях устойчивости.

Таким образом, можно представить взаимосвязь характеристик устойчивости системы в виде схемы, изображённой на рис. 1.

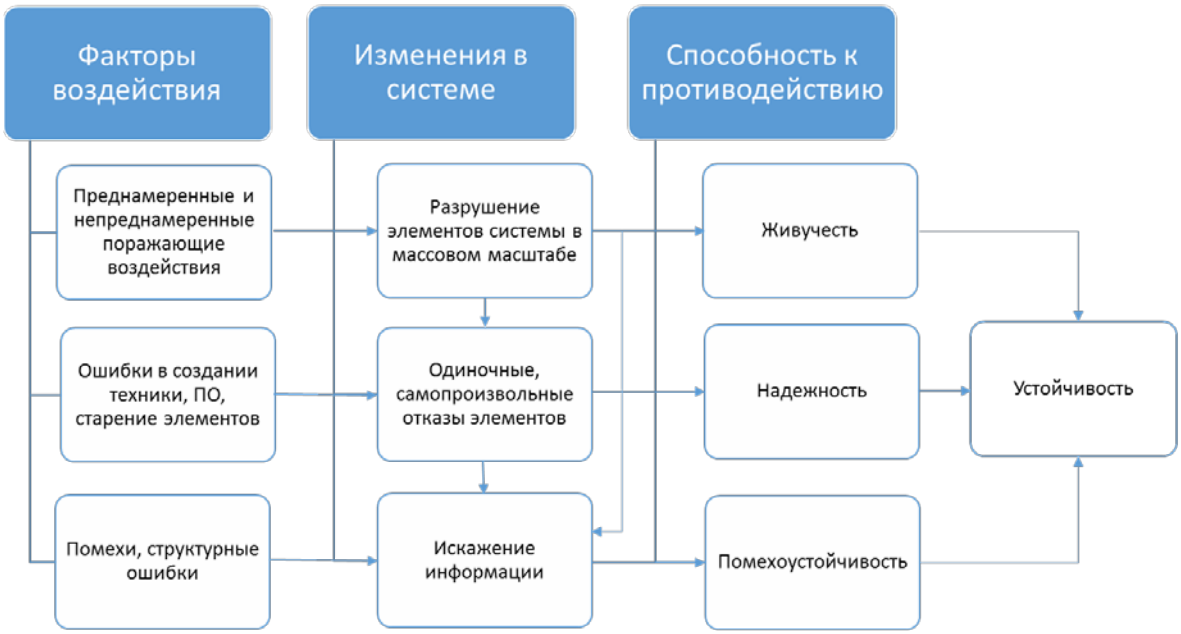


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи характеристик устойчивости

В целом, глядя на схему, изображённую на рисунке 1, становится понятно, что на устойчивость системы влияют факторы воздействия, изменения в системе и способность к противодействию. Так же важно не забывать и о физической защите объектов автоматизированной системы организации грузоперевозок транспортной компании. Для этого служит инженерно-техническая защита (ИТЗ), которая представляет собой совокупность специальных органов, технических средств и мероприятий, по их использованию в интересах защиты конфиденциальной информации [3]. Классификационную структуру ИТЗ можно представить в виде схемы, изображённой на рис. 2.

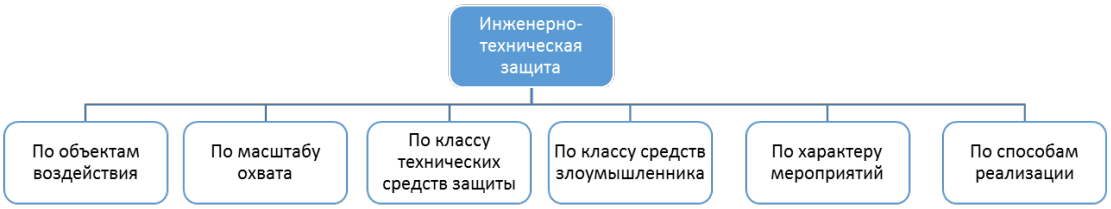


Рисунок 2 – Классификационная структура инженерно-технической защиты

Схема, изображённая на рис. 2, даёт представление о том, что можно рассматривать инженерно-технические средства в зависимости от множества классификационных характеристик и уже на основе их строить целый комплекс защитных средств, которые необходимы на данном конкретном предприятии. Однако важно понимать, что данная схема носит общий характер и может быть, как усложнена, так и упрощена в зависимости от самой АСУ ТК.

Рисунок 3 – Классификация ИТЗ по используемым средствам

На рис. 3 изображена классификация инженерно-технической защиты по функциональному назначению. Данная классификация состоит из следующих компонентов:

- физические средства, включающие различные средства и сооружения, препятствующие физическому проникновению (или доступу) злоумышленников на объекты защиты и к материальным носителям конфиденциальной информации и осуществляющие защиту персонала, материальных средств и финансов, и информации от противоправных воздействий;
- аппаратные средства. Сюда входят приборы, устройства, приспособления и другие технические решения, используемые в интересах защиты информации. В практике деятельности предприятия находит широкое применение самая различная аппаратура, начиная с телефонного аппарата до совершенных автоматизированных систем, обеспечивающих производственную деятельность. Основная задача аппаратных средств – обеспечение стойкой защиты информации от разглашения, утечки и несанкционированного доступа через технические средства обеспечения производственной деятельности;
- программные средства, охватывающие специальные программы, программные комплексы и системы защиты информации в информационных системах различного назначения и средствах обработки (сбора, накопления, хранения, обработки и передачи) данных;
- криптографические средства – это специальные математические и алгоритмические средства защиты информации, передаваемой по системам и сетям связи, хранимой и обрабатываемой на ЭВМ с использованием разнообразных методов шифрования.

Аппаратные средства и методы защиты распространены достаточно широко. Однако из-за того, что они не обладают достаточной гибкостью, часто теряют свои защитные свойства при раскрытии их принципов действия и в дальнейшем не могут использоваться. Программные средства и методы защиты надежны и период их гарантированного использования без перепрограммирования значительно больше, чем

аппаратных. Криптографические методы занимают важное место и выступают надежным средством обеспечения защиты информации на длительные периоды.

Очевидно, что такое деление средств защиты информации достаточно условно, так как на практике очень часто они и взаимодействуют, и реализуются в комплексе в виде программно-аппаратных модулей с широким использованием алгоритмов закрытия информации.

Выводы

Итак, важно учитывать возможности повреждения данных, которые используются в автоматизированной системе организации грузоперевозок и необходимо снизить риск возникновения данной ситуации. Для этого существуют методы определения текущей устойчивости системы, которые помогают понять, на сколько система является устойчивой. А после этого, можно привести систему к желаемому результату устойчивости, в зависимости от поставленной задачи. В этом поможет учёт взаимосвязи характеристик устойчивости и использование средств инженерно-технической защиты.

Список литературы

1. Герасименко В. А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных. В двух книгах / В.А. Герасименко - М.: Энергоатомиздат, 1994.

2. Иванов А.К. Проектирование устойчивой АСУ / А.К. Иванов – М.: Типография УлГТУ, 2002. – 143 с.

3. Торокин А.А. Основы инженерно-технической защиты информации / А.А. Торокин – М.: Издательство «Ось-89», 1998. – 336 с.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Овчарук В.Н.

ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск

ovaler@ya.ru

В статье описаны исследования методик регистрации сигналов акустической эмиссии для мониторинга состояния промышленных объектов. Приведена структурная схема комплекса для регистрации и анализа сигналов, реализованного на базе оборудования компании National Instruments. Описана структура и принцип работы аппаратно-программного комплекса.

Ключевые слова: Информационно-измерительные системы, неразрушающий контроль, акустическая эмиссия, спектральный анализ

INFORMATION-MEASURING SYSTEMS ACOUSTIC EMISSION MULTIFUNCTIONALS

Ovcharuk V.N.

FGBOU VPO «Pacific National University», Khabarovsk

This article describes the research methods of registration of acoustic emission signals for condition monitoring of industrial facilities. The block diagram of the complex for recording and analyzing signals implemented based on the equipment of National Instruments company. Describes the structure and operation of the hardware-software complex.

Keywords: Information-measuring system, nondestructive testing, acoustic emission, spectral analysis

1. Постановка задачи

В настоящее время существует и предлагается разработчиками довольно много разнообразных акустико-эмиссионных (АЭ) систем, соответствующих требованиям РД 03-299-99 «Требования к акустико-эмиссионной аппаратуре, используемой для контроля опасных производственных объектов» и другим нормативным документам. Все они без исключения, так же как и ГОСТ Р 52727-2007, рекомендуют использовать резонансные ПАЭ (преобразователи АЭ). И хотя по требованиям РД 03-299-99 полоса анализа таких АЭ систем должна быть от 20-1000 кГц ни одна из них не производит в указанном диапазоне полноценный анализ свойств сигналов АЭ, лишь позволяя перемещаться по диапазону за счет изменения частоты резонанса ПАЭ.

Абсолютное большинство информационно-измерительных систем АЭ контроля имеют в своем составе средства спектрального анализа. Однако далеко не все из них не позволяет решать поставленные задачи, а именно, анализировать СХ сигналов АЭ в реальном масштабе времени. Проведенный анализ существующих средств АЭ спектрометрии и результаты экспериментальных исследований позволили выработать основные требования к информационно-измерительному комплексу [1].

Анализ спектральных характеристик регистрируемых сигналов накладывает свои суровые требования к структуре аппаратно-программного комплекса (АПК). Вычисление спектра есть процедура длительная сама по себе, а согласно сделанным ранее выводам [2] для надежной идентификации сигналов следует вычислять еще и вторичные параметры. В таких условиях следует проводить экспресс-анализ входного сигнала на предмет обнаружения и достоверности, а дальнейшую идентификацию и уточнение параметров производить в режиме постобработки. Кроме того, необходимо заранее знать и использовать для корректировки спектральных функций АЧХ системы «объект-преобразователь».

Разработанные в рамках научного исследования АПК серии «EMIS» позволяют производить захват временной формы сигналов АЭ с предысторией, помехоустойчивую регистрацию, идентификацию и распознавание сигналов с заданными время-частотными характеристиками. Сбор данных производится с применением оборудования «X Series DAQ» фирмы National Instruments.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Программное обеспечение, входящее в состав системы было разработаны в среде NI LabVIEW 2013. В качестве аппаратной платформы для реализации функции захвата сигнала была использована платформа NI CompactDAQ 9188 с модулями ввода-вывода NI 9223.

3. Описание решения

Для регистрации сигналов АЭ при проведении испытаний крупномасштабных объектов следует применять приборы АЭ в виде многоканальных систем, позволяющих определять как координаты источников сигналов, так и характеристики сигналов АЭ с одновременной регистрацией параметров нагружения (давления, температуры и т.д.). Многоканальная АЭ система «EMIS» согласно требованиям нормативной документации (РД 03-299-99) имеет в своем составе:

- комплект предварительных усилителей;
- кабельные линии;
- блоки предварительной обработки и преобразования сигналов акустической эмиссии;
- ЭВМ с необходимым математическим обеспечением;
- средства отображения информации;
- блоки калибровки системы.

В зависимости от условий контроля АЭ система может быть как стационарной, так и передвижной. Для контроля объектов простой конфигурации или в случаях, когда не требуется определение местоположения дефектов, допускается применение менее сложной аппаратуры (EMIS 4-16 DAQ) , в том числе и одноканальных приборов, либо многоканальной АЭ системы в режиме зонной локации.

АЭ системы серии «EMIS» обеспечивают как оперативную обработку и отображение информации в режиме реального времени, так и обработку, отображение и вывод на периферийные устройства для документирования накопленных в течение испытания данных после окончания испытания. Режим постобработки является неотъемлемой частью всех АЭ систем, так как большой поток обрабатываемой информации не позволяет реализовать все возможные варианты в реальном времени. Чаще всего в реальном времени осуществляется помехоустойчивый прием и экспресс-анализ.

Системы серии «ЭМИС» выполнены в новом формате и для них разработаны добротные программные приложения [1]. Кроме того в них реализованы новые методологии обработки спектральных функций [2]. Они выполнены на базе аппаратно-программных средств компании National Instruments», которые были выбраны не случайно. При создании инженерных программных комплексов обработки сигналов наиболее важную роль играет наличие библиотечных реализаций разнообразных алгоритмов и преобразований, что позволяет сосредоточиться на инженерно-исследовательских задачах и экспериментах, а не на вопросах реализации алгоритма. Так же большую роль играет удобство визуального отображения данных.

Рисунок 1 – Компактная мобильная многоканальная АЭ система EMIS – 12/32 DAQ

На рис.1 приведены краткие технические характеристики многоканальной АЭ система EMIS – 12/32 DAQ, выполненной по линейно-лучевой схеме. АПК позволяет объединять в единую сеть разрозненные базовые станции, охватывая, таким образом, довольно значительную площадь. Это особенно важно при работе с протяженными

объектами в виде трубопроводов разного назначения и крупногабаритными промышленными объектами.

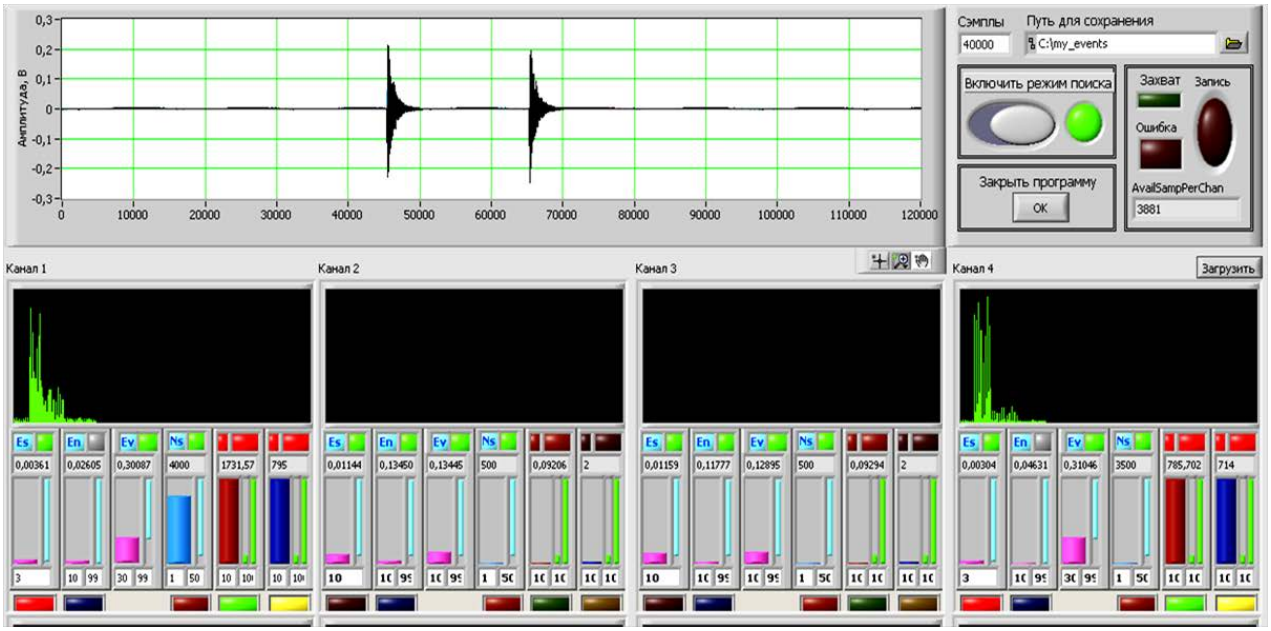


Рисунок 2 – Фрагмент интерфейса пользователя АЭ системы EMIS – 4/16 DAQ

На рис. 2 приведен фрагмент интерфейса пользователя АЭ системы EMIS – 4/16 DAQ. Аналогичный интерфейс имеют все системы серии DAQ. Интерфейс имеет общий экран для просмотра временной формы сигнала АЭ, регистрируемой по каждому из каналов. Основной режим предусматривает идентификацию входного сигнала по ряду признаков, в том числе и получаемых от спектральной функции. Идентификаторы и обнаружители имеются в каждом канале, а так же в каждом канале имеется свой графический экран, на котором отображается временное распределение энергии сигналов АЭ, прошедших идентификацию.

4. Полученные результаты и перспективы развития

Созданный программный модуль комплекса успешно прошел процедуру гос. регистрации [3]. Разработанные методики и аппаратные средства были внедрены на предприятиях ДВ региона. В перспективе планируется доработка алгоритма.

Список литературы

1. Овчарук В.Н. Акустико-эмиссионные информационно-измерительные системы. Пути и методы совершенствования / В.Н.Овчарук – Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2013.– 300 с.

2. Овчарук В.Н. Метрологические аспекты регистрации энергетических параметров акустической эмиссии материалов // Измерительная техника. 2014. №8. С. 57-62.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013617928 Программа для регистрации сигналов акустической эмиссии / Ю.А. Пурисев, В.Н. Овчарук. - № 2013615820; заявл. 08.07.2013; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 27.08.2013.

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ NI LabVIEW

Подубный М.В.[1], Абабий В.В.[1], Судачевски В.М.[1], Сафонов Г.И.[2]
[1]Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова, [2]Военная Академия Молдовы, Кишинев, Республика Молдова
marinpodubnii@mail.ru, avv@mail.utm.md, svm@mail.utm.md, gsafonov@gmail.com

В данной работе представлены результаты интегрирования свойств искусственного интеллекта и технических возможностей среды визуального программирования NI LabVIEW. Система представляет собой распределенную структуру Client-Server состоящую из множества мобильных или стационарных агентов с функциями генератора запросов, ввода информации или универсальных агентов. В качестве сервера используется PC с программой LabVIEW, которая интегрирует базу данных и базу знаний для обработки запросов и генерации ответов.

Ключевые слова: Многоагентные системы, NI LabVIEW, агенты генераторы запросов, агенты ввода информации, универсальные агенты, база знаний, база данных.

MULTIAGENT SYSTEM BASED ON NI LabVIEW

Podubnii M.[1], Ababii V.[1], Sudacevschi V.[1], Safonov Gh.[2]
[1]Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova, [2]Military Academy of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

This paper presents the results of artificial intelligence and technical capabilities of visual programming environment NI LabVIEW properties integration. The system is a distributed Client-Server structure consisting of a plurality of mobile or stationary agents with a requests generator and data entry functions or universal agents. As a server, is used the PC with LabVIEW program, which integrates the database and the knowledge base for requests processing and responses generating.

Keywords: Multi-agent systems, NI LabVIEW, agents' generators queries, agents' sources of information, universal agents, knowledge base, and database.

Введение

Для эффективного решения, задача искусственного интеллекта рассматривается, как единая интеллектуальная система, состоящая из множества агентов, которая имеет в своем распоряжении способности, вычислительные ресурсы, и все необходимые данные и знания для решения поставленной задачи [1]. В теории многоагентных систем считается, что один агент владеет всего лишь частичным представлением о глобальной проблеме, а значит, он может решить лишь некоторую часть общей задачи. В связи с этим для решения сложной задачи необходимо создать некоторое множество агентов и организовать между ними эффективное взаимодействие, что позволит построить единую многоагентную систему. В многоагентных системах весь спектр задач по определенным правилам распределяется между всеми агентами. Распределение заданий означает присвоение каждому агенту некоторой роли, сложность которой определяется исходя из технических и интеллектуальных возможностей агента [2].

Особый интерес для систем искусственного интеллекта и в частности для многоагентных систем представляет среда разработки LabVIEW основанная на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments [3].

Благодаря большому числу встроенных стандартных функций и библиотек, а также возможности интеграции различных периферийных устройств, позволяет значительно ускорить процесс системного проектирования при использовании среды визуального программирования LabVIEW. Эти и многие другие преимущества делают

LabVIEW незаменимым инструментом при проектировании сложных систем принятия решений и управления [4,5].

Постановка задачи проектирования

Целью данной работы является интегрирование свойств искусственного интеллекта и технических возможностей среды визуального программирования NI LabVIEW для проектирования многоагентных систем.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Для решения поставленной задачи была использована среда визуального программирования NI LabVIEW 2014, технические средства для подключения PC к локальной сети и сети Internet, мобильные телефоны, стационарные и мобильные сенсорные системы на базе микроконтроллеров семейства PIC [6].

Описание технического решения

Структурная схема Многоагентной Системы представлена на Рисунке 1, где: *LabVIEW* – среда визуального программирования; *Data Base* – база данных; *Knowledge Base* – база знаний; *Multi – Agent Diagrams* – разработанные диаграммы (программа) многоагентной системы; *Interface* - интерфейс локальной сети; *Internet* - глобальная сеть; *WR – Wireless Router* – беспроводный маршрутизатор; *MD SA* – мобильные агенты для ввода информации; *UA* – мобильные универсальные агенты; *LAN* – локальная сеть; *PC A* – стационарные агенты генераторы запросов; *PC D SA* – стационарные универсальные агенты; *SD SA* – стационарные агенты для ввода информации.

Рисунок 1 – Структурная схема Многоагентной Системы.

Функционирование технического решения

Принцип функционирования технического решения объясняется диаграммой последовательностей, которая представлена на рис. 2. На диаграмме отображены объекты, участвующие в процессе генерации запроса, обработки и возвращения ответа,

а также последовательность операций.

Техническая поддержка

Проектирование и исследование технических возможностей использования NI LabVIEW для реализации интеллектуальных Многоагентных Систем были проведены при поддержке технических средств кафедры ЭВМ Технического Университета Молдовы.

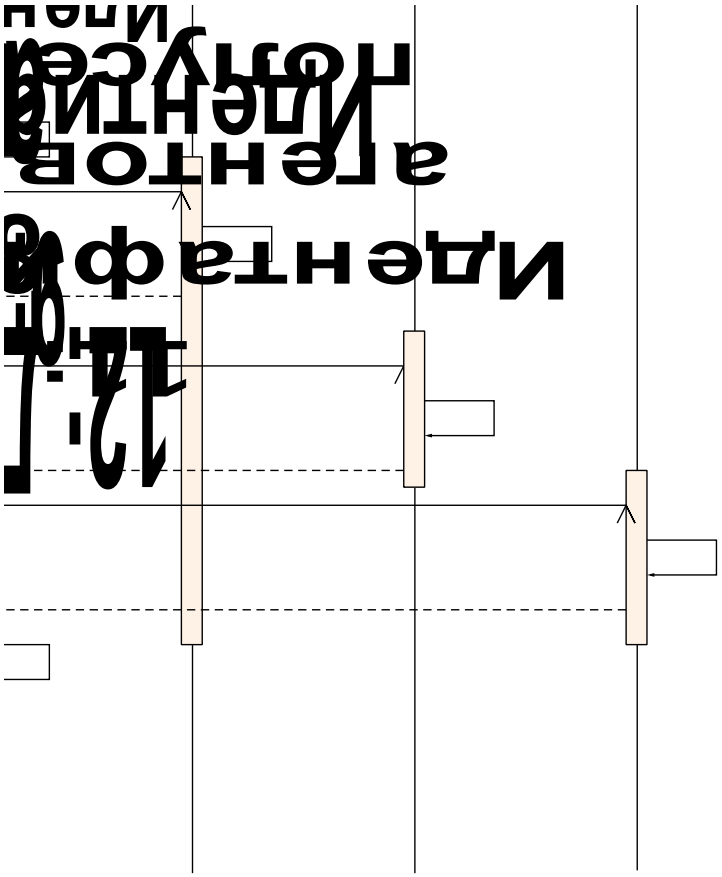


Рисунок 2 – Диаграмма последовательностей
для обслуживания запросов

Список литературы

1. С. Н. Павлов. Системы искусственного интеллекта. В 2-х частях. — Томск: Эль Контент, 2011. — Ч. 1. — 176 с. ISBN 978-5-4332-0013-5.

2. В.И. Городецкий, О.В. Карсаев, В.В. Самойлов, С.В. Серебряков. Прикладные многоагентные системы группового управления. Искусственный интеллект и принятие решений, №2, 2009, стр. 3-24. (доступен на http://www.isa.ru/aidt/images/documents/2009-02/3-24.pdf, 10.03.2015).

3. http://www.ni.com (доступ 12.03.2015).

4. Аппаратные средства и программное обеспечение систем промышленной автоматизации: Учебное пособие / И.А.Данилушкин; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2007. 168 с.

5. Д. Тревис. LabVIEW для всех. - М.: ДМК-Пресс, 2004. - 544 с.

6. http://www.microchip.com (доступ 03.03.2015).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКА ЦИКЛОГРАММ ПРИ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ РЕДУКТОРА ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Попов В.М.
Московский государственный технический университет гражданской авиации
Иркутский филиал

После ремонта вертолета на АРЗ (авиаремонтный завод) необходимо проводить контроль качества выполненных работ. С этой целью вертолет подвергают испытаниям, контролируют выходные параметры отремонтированного блока или системы и заполняют лист контрольных испытаний.

В настоящее время лист контрольных испытаний редуктора вертолета на различных режимах работы двигателей заполняется оператором вручную. В процессе записи допускаются ошибки, описки, а иногда повторение режима работы двигателя. Для уменьшения негативного влияния человеческого фактора предлагается использовать систему технического зрения.

Ключевые слова: техническое зрение, редуктор вертолета, автоматизация измерений

AUTOMATION OF MEASUREMENTS AND PROCESSING OF PROGRAMS IN THE CONTROL TRIALS OF THE GEARBOX OF THE HELICOPTER ON THE BASIS OF TECHNICAL VISION

Popov V. M.
Moscow state technical University of civil aviation Irkutsk branch

After repair of the helicopter on ARZ (aircraft repair plant), it is necessary to conduct a quality control of the executed works. To this end, the helicopter is subjected to the tests control the output parameters of the repaired unit or system and fill the page control tests.

At the present time sheet control tests of the gearbox of the helicopter on different modes of engine operation is populated manually by the operator. In the process of recording mistakes, clerical errors, and sometimes the repetition of the operation of the engine. To reduce the negative influence of the human factor is proposed to use a vision system.

Keywords: computer vision, the gearbox of the helicopter, automation of measurements

Целью задачи автоматизации измерений и их обработки является оцифровка значений датчиков трех приборных панелей стендового вертолета МИ-8МТ методами технического зрения и обработка циклограмм контрольных и сдаточных испытаний на базе четырех видеокамер, компьютера и программного обеспечения NI LabVIEW, обладающих следующими возможностями [1]:

- распознавание положения датчиков трех приборных панелей видеокамерами;
- оцифровка значений датчиков и вывод их показаний поверх реального изображения приборов;
- обеспечение стабильной работы системы технического зрения в различных условиях освещенности за счет подстройки параметров источников света, и динамическая подстройка видеокамер при изменении положения датчиков;
- обработка циклограмм контрольных и сдаточных испытаний;
- представление информации о контролируемых параметров работы редуктора на сменных носителях.

Проблема использования технического зрения состоит в том, что стендовый вертолет для проверки параметров работы редуктора сертифицирован, опломбирован, нет возможности подключения к датчикам.

Интерфейс внешней панели приборов вертолета создается в программной среде LabVIEW в окне, содержащего лицевую панель, в которой операции по созданию внешнего интерфейса выполняются с помощью палитры элементов.

На основе первоначального макета окна лицевой панели [2] был разработан интерфейс пользователя (рис. 1), в состав которого входят:

– 12 окон для отображения изображения приборов;
– 4 кнопки для выбора камер;
– 1 кнопка запуска программы;
– 1 кнопка калибровки приборов;
– 1 кнопка остановки программы;
– 20 кнопок выбора режима работы;
– 4 кнопки для активации выбора камер.

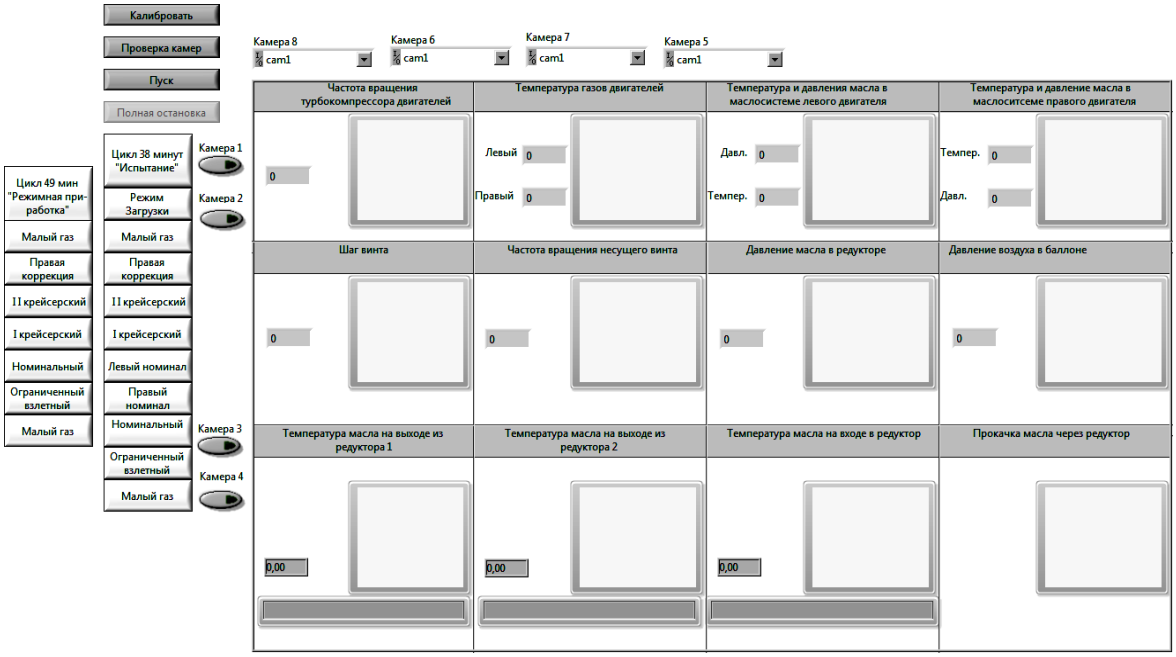


Рисунок 1 – Интерфейс внешней панели приборов вертолета после включение программы

При нажатия кнопки «Калибровать» возле каждого окна отображения приборной панели (прибора) появляется своя кнопка калибровать с порядковым номером «Калиб №».

После проведения калибровки всех 12 приборов программа готова к контрольным испытаниям редуктора. Для этого необходимо нажать на кнопку»Пуск».

Конечной целью обработки изображения является оцифровка контролирующих приборов, расположенных на приборных панелях.

Для заполнения контрольного листа испытаний необходимо перевести показания приборов из аналоговых в цифровые значения с помощью метода оцифровки. С этой целью были разработаны виртуальные приборы (ВП) оцифровки стрелочных и цифровых приборов. За основу построения стрелочного и цифрового приборов были взяты стандартные ВП [2].

Для автоматизации формирования контрольного листа испытаний главного редуктора вертолета на различных режимах работы двигателя был разработан аналог листа контрольных испытаний, который осуществляется посредством построения таблицы HTML, в которой построчно заполняются (формируются) данные, получаемые в результате работы программы.

Создание контрольного листа испытаний редуктора осуществляется генерацией HTLM кода в LabVIEW.

Заполнение таблицы осуществляется построчно путем создания массива, который заполняется с помощью некоторых вставок HTML отвечающих за создание поле таблицы, в которое записываются показания приборов. Полученные значения преобразуются в строку и заполняются в массив. Потом этот строковый массив заносится в таблицу.

Итогом проведенной работы стало создание компьютерного рабочего места оператора, функции которого легко выполнит летчик, позволяющего в автоматизированном режиме при минимальном его участии получать и обрабатывать системой технического зрения и среды LabVIEW показания двенадцати приборов трех приборных панелей стендового вертолета Ми-8МТ для формирования циклограмм контрольных и сдаточных испытаний.

Список литературы

1. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007.

2. Попов В.М. Использование технического зрения для диагностики параметров редуктора вертолета. Материалы IV научно-практической конференции преподавателей, научных работников и аспирантов «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России». Иркутск: ИФ МГТУ ГА, 2014. – с. 25-30.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГАУССОВОЙ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В СРЕДЕ LABVIEW

Рябошапко Б. В., Кравцов А.А.
Институт высоких технологий и пьезотехники (ИВТ и ПТ), Ростов-на-Дону, ЮФУ
rbv2.7182@gmail.ru

В статье рассматривается модель реализованной в среде LabVIEW гауссовой функция принадлежности нечетких продукционных моделей на основе нейросетевых технологий.

Ключевые слова: нейрон, нейронные сети, нечеткие нейронные продукционные сети, функции принадлежности, гауссова функция.

PRACTICAL REALIZATION GAUSSIAN FUNCTION IN INVIRONMENT LABVIEW

Ryaboshapko B. V., Kravtchov A.A.
Institute of High Technologies and Piezoengineering

This article discusses create virtual instruments gaussian membership function .

Keywords: neural, neural networks, fuzzy neural networks, membership function, gaussian function

Рассматриваемые в [3, 4] предложения по совершенствованию модуля FuzzyLogicToolkit требуют практической реализации элементов нечеткой базы знаний (НБЗ), которая является «мозгом» нечетко-логической информационно-измерительной системы (ИИС). В модуле Fuzzy LogicToolkit отсутствуют инструменты, позволяющие устранять недостатки нечетких продукционных моделей [1].

Для устранения недостатков, указанных в ряде работ предложено создавать нечеткие продукционные модели адаптивными, а также реализовывать различные компоненты этих моделей на основе нейросетевых технологий [4].

В рамках данной статьи акцент сделан на построение функций принадлежности предпосылок (суждений) и заключений нечетких продукционных правил на основе нейросетевых технологий. Реализация различных компонентов нечеткой продукционной модели с использованием нейронных сетей предполагает применение формализма искусственных нейронных сетей (ИНС) [1, 2]. Структура нейрона изображена на рис. 1. Предполагается наличие блоков умножения входных сигналов на весовые коэффициенты, блока суммирования и блока нелинейного преобразования результатов этого суммирования.

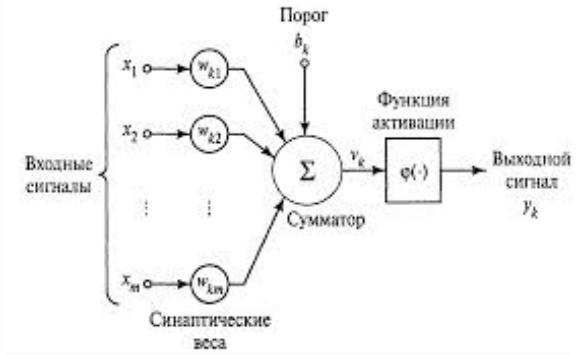


Рисунок 1 – Формальная модель нейрона

Функции принадлежности предпосылок и заключений могут иметь различный вид. Наиболее часто (особенно на начальном этапе) используют (L – R) – функции: треугольные, трапециевидные, сигмоидальные и гауссовы функции принадлежности [1]. В статье рассматриваются гауссова и сигмоидальная функции, так как эти функции позволяют легко реализовывать алгоритмы обучения и самообучения нейронных сетей.

Для реализации гауссовой функции принадлежности

$$\mu_{A_{ij}}(x_j) = exp\left[-\left(\frac{x_j - a_{ij}}{b_{ij}}\right)^2\right] \quad (1)$$

разработана двухслойная нейронная сеть (рис. 2), два нейрона первого слоя которой имеют сигмоидальные функции активации:

$$f_{ij}^L(x_j) = \frac{1}{1+exp\left(-b_{ij}^L\left(x_j - a_{ij}^L\right)\right)}, \quad (2)$$

$$f_{ij}^R(x_j) = 1 - \frac{1}{1+exp\left(-b_{ij}^R\left(x_j - a_{ij}^R\right)\right)}, \quad (3)$$

а единственный нейрон второго слоя с линейной функцией активации служит для объединения этих сигмоидальных функций, сдвинутых друг относительно друга и имеющих противоположные знаки:

$$\mu_{A_{ij}}(x_j) = f_{ij}^L(x_j) + f_{ij}^R(x_j). \quad (4)$$

Здесь настраиваемыми параметрами являются a_{ij}^L, a_{ij}^R и b_{ij}^L, b_{ij}^R. При этом $a_{ij} = \frac{1}{2}\left(a_{ij}^L + a_{ij}^R\right), b_{ij} = b_{ij}^L = b_{ij}^R$ (рис.2).

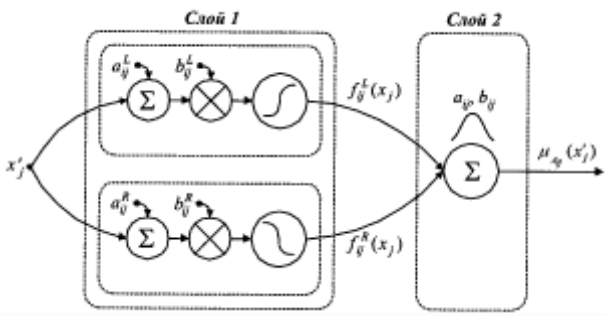


Рисунок 2 – Реализация функции принадлежности с использованием нейронной сети

На основе модели нейрона (1-4), позволяющей реализовать операцию фаззификации, разработана нейронная сеть для нахождения степени истинности предпосылок по каждому из нечетких продукционных правил.

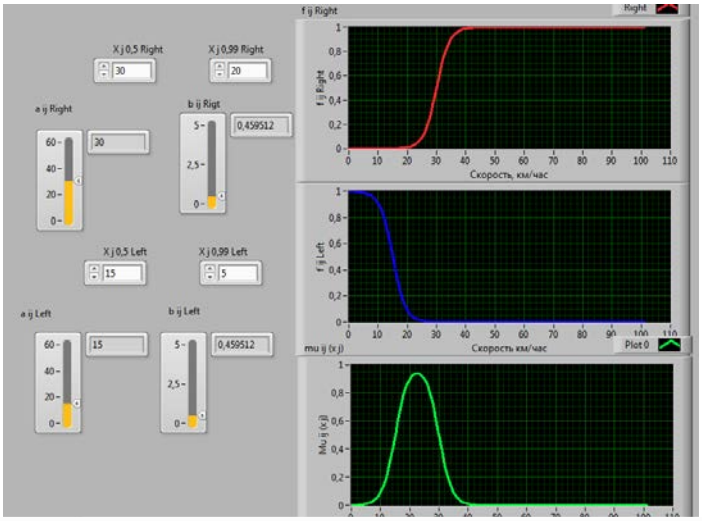


Рисунок 3 – Передняя панель VI «Функция принадлежности на основе нейронной сети»

Процедура фаззификации по каждому из нечетких правил реализуются однотипно для различных продукционных моделей. Поэтому разработанная модель ляжет в основу построения самонастраивающейся нейронной сети. После доработки и тестирования такие сети могут найти применение в различных нечетких продукционных моделях: Мамдани, Цукамото, Сугэно, Ларсена и могут быть использованы при проектировании нечетко-логических систем.

На рис. 3 приведена разработанная модель реализации функции принадлежности для нечеткой переменной скорость автомобиля и терма «Малая скорость». Выбор параметров L и R сигмоидальных функций осуществляется интерактивно на основе опроса мнения эксперта (экспертов). Параметр a_{ij} задает координату точки k, принадлежащей нечеткому множеству «Малая скорость» со степенью 0,5. Коэффициент b_{ij} определяет наклон функции в точке перегиба k – с увеличением его значения растет величина наклона. За основу берется мнение эксперта $\mu(x_{0,99})$, позволяющее отнести значение скорости к терму «Малая скорость».

Статья написана на основе результатов, полученных в ходе дипломного проектирования, выполняемого на кафедре информационных и измерительных технологий в ИВТ и ПТ ЮФУ.

Список литературы

1. Борисов В.В., Круглов В.В. Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2013.
3. Рябошапко Б.В. Возможности модуля FuzzyLogicToolkit при построении интеллектуальной информационно-измерительной системы квадрокоптера и направления совершенствования методики построения нечеткой базы знаний// Материалы XII международной НПК «Инженерные и научные приложения на базе технологий NationalInstruments - 2013. С. 372-376.
4. Рябошапко Б.В. Анализ возможностей и направлений совершенствования среды графического программирования LABVIEW при реализации алгоритмов «мягких» вычислений и измерений.//Материалы XIII международной НПК «Инженерные и научные приложения на базе технологий NationalInstruments - 2014.С. 247 – 249.

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ВЕРТОЛЕТА

Савинов Ю.И.
ФГУП «НПО «Техномаш», Москва
savinov@tmnpo.ru.

В статье рассмотрены вопросы перспективного технического обслуживания вертолетов на основе методов безразборной вибрационной диагностики. Приведена схема проведения работ при удаленной диагностике технического состояния вертолета.

Ключевые слова: вертолеты, дефекты, вибродиагностика, подшипник, шестерни, износ, колебания, сборка, вибрация, состояние, ремонт.

INNOVATIVE METHOD FOR LIFECYCLE MANAGEMENT OF HELICOPTER

Savinov Y.I.
Federal State Unitary Enterprise "Scientific-production association "Technomash", Moscow

The article discusses perspective technical maintenance of helicopters based on methods of vibration analysis without disassembling, shows the scheme of work of remote diagnostics of technical condition of helicopters.

Keywords: helicopters, fault, vibration analysis, bearing, gear, wear, oscillation, assembly, vibration, condition, repair.

Обеспечение надежности и долговечности выпускаемых машин и обслуживание действующего парка вертолетов требует значительных средств и квалифицированного персонала. Поэтому использование современных методов обслуживания и их ремонта [1,2] позволяет обеспечить им необходимую надежность и долговечность, получить существенный экономический эффект.

Время для проведения диагностики главного редуктора вертолета – 20 минут при использовании двухканальных систем и менее 10 минут при использовании четырехканальных систем. Предварительно, перед испытаниями, создается управляющая программа, в которую вводятся параметры подшипников, шестерен, устанавливается частотный диапазон для измерения вибрационных характеристик и

показатели, характеризующие динамику работы узлов и деталей вертолета, выбираются опорные точки для установки акселерометра, показанные условно на рис. 1. При выполнении работы используется акселерометры, установленные в выбранные точки. Экспресс результат состояния готовится в течение 20 минут.

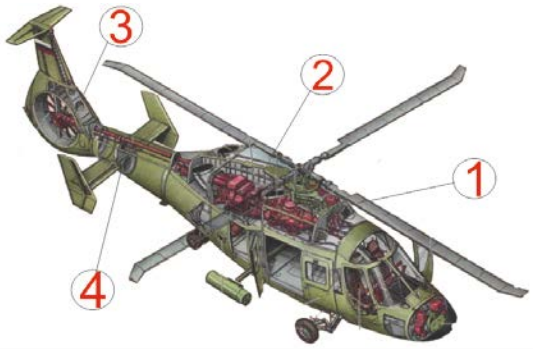


Рисунок 1 – Схема установки датчиков при выполнении вибродиагностики вертолета.

Диагностика главного редуктора вертолета выполнена в течение двадцати минут. По результатам вибродиагностических испытаний оценивается техническое состояние (без разборки редуктора) деталей каждого подшипника, зубчатого зацепления.

На основе имеющихся данных вибродиагностики представляем схему фактического состояния главного редуктора вертолета, рис.2.

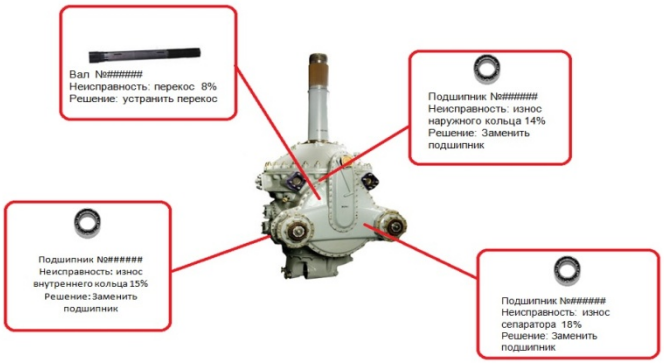


Рисунок 2 – Схема состояния деталей главного редуктора вертолета.

По результатам проведенных испытаний возможно представление итоговых результатов или в виде таблицы дефектов каждой детали, или в графическом виде, согласно схеме состояния деталей вертолета, приведеных для главного редуктора вертолета на рис. 2. В качестве критерия на основе статистических данных, опробованных на предприятиях Роскосмоса, принята допустимая величина износа 10%. Детали имеющие износ более 10% подлежат замене, другие имеющие меньший износ допустимы к работе. Величины износа должны устанавливаться для каждой отрасли на основе статистических данных.

Отметим, что при безразборной вибродиагностике решается не только какие детали износились, но и идентифицируется какие составляющие определят износ [3,4]. Так, в случае подшипников в главном редукторе вертолета, произошел износ наружных и внутренних колец, а также сепараторов. Это важно, так как позволяет определить не только дефекты деталей, но и качество узлов, в том числе и перекосы колец

подшипников, дисбаланс и т.д. Перечень определяемых дефектов механических узлов при инновационном методе приведен в таблице 1.

Таблица 1

Диагностические параметры, определяемые с помощью вибродиагностических методов

1	Износ наружного кольца подшипника
2	Износ внутреннего кольца подшипника
3	Износ шариков или роликов подшипника
4	Износ сепаратора
5	Перекос наружного кольца подшипника
6	Биение валов
7	Неравномерный радиальный натяг в подшипнике
8	Раковины, трещины на наружном кольце подшипника
9	Раковины, трещины на внутреннем кольце подшипника
10	Раковины, сколы на телах качения подшипников
11	Дефект ведущей шестерни
12	Дефект ведомой шестерни
13	Дефект зацепления ведущей шестерни
14	Дефект зацепления ведомой шестерни
15	Биение винта шарико-винтовой передачи
16	Перекос винта шарико-винтовой передачи
17	Износ шариков шарико-винтовой передачи
18	Раковины, сколы на телах качения шарико-винтовой передачи
19	Износ винта шарико-винтовой передачи
20	Раковины, трещины винта шарико-винтовой передачи
21	Износ гаек шарико-винтовой передачи
22	Раковины, трещины гаек шарико-винтовой передачи
23	Дисбаланс валов

Следует обратить внимание, что в существующем методе определяются лишь дефекты вала и дефекты зубчатого зацепления [5], в инновационном методе так же определяются вышеприведенные дефекты, кроме того, дополнительно определяются дефекты сборки, причем идентифицируются и дефекты, связанные с неправильной установкой наружного кольца подшипника или его внутреннего кольца, что значительно упрощает сборку и регулировку.

Для выполнения качественной и достоверной диагностики технического состояния деталей и узлов станков реализуется удаленная диагностика, схема которой приведена на рис. 3.

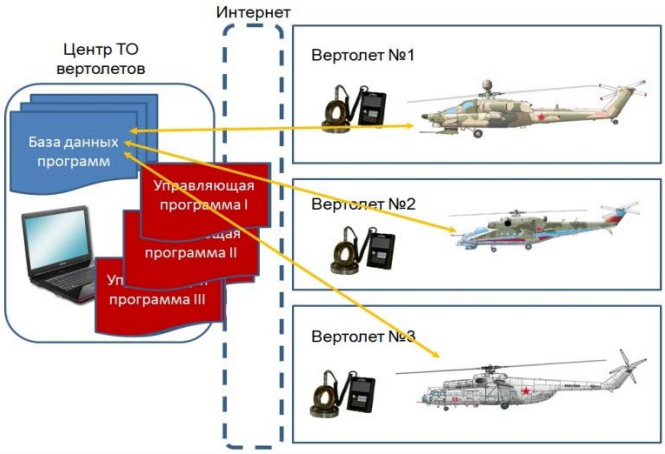


Рисунок 3 – Схема удаленной диагностики технического состояния вертолетов.

Резюмируя вышеприведенный материал видим, что при внедрении современных методов обслуживания вертолетного парка, получаем существенный экономический эффект, важнейшими составляющими которого являются:

- исключение необходимости разборки работоспособных узлов и деталей;
- устранение дефектов на начальном этапе их возникновения;
- предупреждение аварийных выходов из строя машин;
- оптимизация реальных сроков проведения ремонтных работ;
- планирование объемов работ по выявленным дефектам;
- сокращение заказов запасных частей и снижение объемов механической обработки;
- заказ необходимых комплектующих до начала проведения ремонтных ремонт;
- сокращение времени для проведения работ;
- повышение качества обслуживания машин;
- снижение стоимости обслуживания машин на 40-50%.

Список литературы

1. Ю. И. Савинов, Определение параметров механических систем станков. Станки и инструмент, №10, 2010 г., стр. 8-10.
2. А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев, Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: Изд. Центр СПбГМТУ, 2000 г. 159 стр.
3. Ю. И. Савинов, Обслуживание станков по фактическому состоянию. РИТМ, №4, 2011 г., стр. 130-133.
4. Ю. И. Савинов, С. В. Шаронов, Патент на изобретение № 2399033, Способ определения люфтов в приводе станка, зарегистрировано 10.09.2010 г.,
5. Ф. М. Диметберг и др. Вибрации в технике: Справочник, Москва, Машиностроение, 1980 г., Том 3, 544 стр.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Терехов С.М., Немтинов В.А.
*НИУ ВШЭ, *МИЭТ*
Stpodiumz1@gmail.com, nemtinov@mail.gaps.tstu.ru

Рассматривается автоматизированная информационная система удаленного контроля системы отопления, позволяющая диспетчеру в удаленном режиме проводить анализ показателей функционирования, предупреждение аварийных ситуаций и реагирование на изменения в системе отопления. Информационная система выполнена в среде программирования Labview 2013.

Ключевые слова: информационная система, диспетчер, котельная, отопление, среда программирования Labview 2013.

AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF HEATING SYSTEM REMOTE CONTROL

Terekhov S.M., Nemtinov V.A.

*HSE, *National Research University of Electronic Technology*

We consider automated information system of heating system remote control, which allows operator to analyze functional indicators, to prevent emergency situations and respond to changes in the heating system in the remote mode. Information system performed in the Labview 2013 programming environment.

Keywords: information system, operator, boiler room, heating system, programming environment Labview 2013

Диспетчеризация системы отопления.

Текущий уровень научно-технического прогресса приводит к внедрению в производство новых технологий. Насыщение рынка контролерами систем диспетчеризации и их относительная дешевизна позволяет автоматизировать различные технологические процессы, переориентировать производства на удаленный доступ и сократить тем самым издержки на оплату труда обслуживающего персонала, повысив экономическую эффективность этих производств.

Кроме того, возникновение и развитие аварийных ситуаций может привести к серьезным материальным потерям, экологическим катастрофам, человеческим жертвам [1].

Для решения перечисленных проблем актуальна разработка и создание автоматизированных систем удаленного контроля.

Подобные системы востребованы в области отопления, горячего и холодного водоснабжения для своевременного предупреждения и выявления аварийных ситуаций, оперативного реагирования, комплексного анализа для повышения эффективности функционирования систем, мониторинга выхода из строя технологического оборудования.

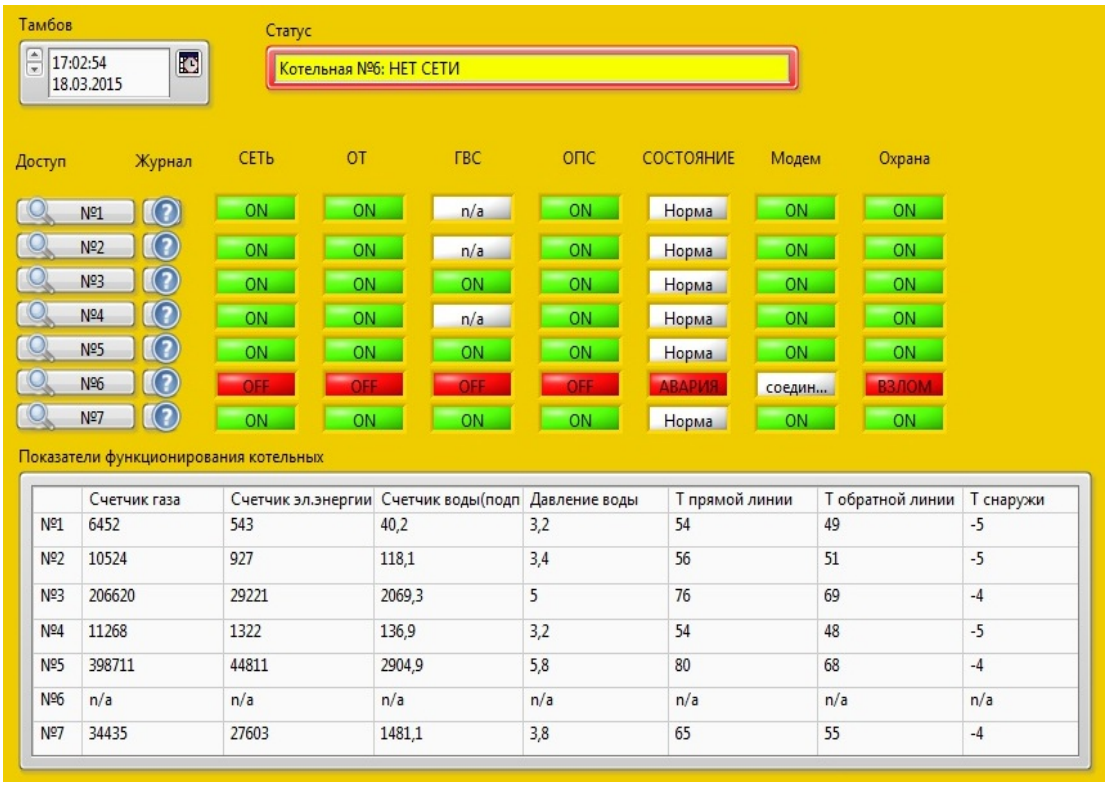
В среде программирования Labview 2013 авторами разработана автоматизированная информационная система удаленного контроля работы системы отопления.

Labview 2013 - это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования G фирмы National Instruments [2].

Данная информационная система позволяет объединить и автоматизировать водогрейные котельные, работающие без обслуживающего персонала.

Объем автоматизации котельных должен быть выполнен в соответствии со СНиП-II-35-76 "Котельные установки" [4].

Передняя панель информационной системы включает в себя [рис. 1] строку состояния всей системы отопления "Статус", которая в реальном времени сообщает о наличии неполадок.



	Счетчик газа	Счетчик эл.энергии	Счетчик воды(подп	Давление воды	Т прямой линии	Т обратной линии	Т снаружи
№1	6452	543	40,2	3,2	54	49	-5
№2	10524	927	118,1	3,4	56	51	-5
№3	206620	29221	2069,3	5	76	69	-4
№4	11268	1322	136,9	3,2	54	48	-5
№5	398711	44811	2904,9	5,8	80	68	-4
№6	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
№7	34435	27603	1481,1	3,8	65	55	-4

Рисунок 1 – Передняя панель автоматизированной информационной системы

Панель индикаторов сообщает оператору состояние ключевых систем:

- "Сеть" - электроснабжение котельной;
- "ОТ" - функционирование отопления;
- "ГВС" - функционирование горячего водоснабжения;
- "ОПС" - функционирование охранно-пожарной сигнализации;
- "Состояние" - текущее состояние отдельно взятой котельной;
- "Модем" - функционирование GSM-модема для приема передачи данных котельной;
- "Охрана" - функционирование и статус охранной сигнализации.

Панель показателей функционирования котельных включает в себя перечень минимально необходимых параметров для мониторинга общего состояния котельных диспетчером. Обновление параметров происходит один раз в 10 минут. Все показания записываются в базу данных "Журнал". Кнопка "Журнал" обеспечивает доступ к информации о показателях функционирования котельной в любой момент времени. Так же в "Журнале" фиксируются все технологические нарушения и отклонения от нормальной работы котельной.

Кнопка "Доступ" позволяет перейти на ручное управление технологическим оборудованием отдельно взятой котельной.

Диспетчер, получая информацию с сервера системы и расчетные данные, должен принять оптимальное решение в условиях сложившейся ситуации и осуществить оперативное диспетчерское управление [3].

Разработанная автоматизированная информационная система удаленного контроля работы системы отопления является эффективным средством анализа эффективности системы отопления как предупреждения внештатных ситуаций и реагирования на возникающие неполадки работы системы отопления.

Данная автоматизированная информационная система удаленного контроля находит применение в сфере ЖКХ и крупных предприятиях. Система проходит испытание в крупной теплоснабжающей организации Тамбовской области.

Список литературы

1. М.Н. Краснянский, А.А. Руднев. Разработка автоматизированных информационных систем обучения и тренинга персонала с применением технологии интерактивного 3D-моделирования // Вопросы современной науки и практики. университет им. в.и. Вернадского. - Тамбов. №2(33)2011, с.91-97.

2. А.А. Немтинов, А.В. Салущева, А.А. Бубнов. Виртуальное моделирование объектов системы подготовки воды // Вестник тамбовского государственного технического университета. - Тамбов. №2(т.17)2011, с.445-448.

3. А.Н. Васильев, В.А. Немтинов. Информационно-логическая модель поддержки принятия решений при управлении вторичными водными ресурсами промышленного узла // Вопросы современной науки и практики. университет им. в.и. Вернадского. - Тамбов. №2(33)2011, с.112-117.

4. Строительные нормы и правила: СНиП II-35-76 "Котельные установки". [Текст]: нормативно-технический материал.- Москва: [б.и.], 2000.

Секция 2
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АСУТП

СИСТЕМА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПРОЦЕССА КАССЕТНОГО ФОРМОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СМЕСЕВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Абрамов Д.Г., Кодолов А.В., *Попов Ф.А.
АО «ФНПЦ «Алтай», 659322, г. Бийск, Алтайский край
*abramov.biysk@gmail.com, *pfa2004@mail.ru*

В работе рассматривается процесс создания системы противоаварийной защиты (ПАЗ) для потенциально опасного технологического процесса кассетного формования малогабаритных изделий из смесевого композиционного материала высокой степени пожаро- и взрывоопасности на основе применения промышленных контроллеров Siemens Simatic S7 412-5H. Предложена структурная схема подсистемы защиты объекта, указаны ее основные элементы.

Ключевые слова: потенциально опасные технологические процессы, противоаварийная защита, ПАЗ, функциональная безопасность, АСУТП

ANTI-ACCIDENT PROTECTION SYSTEM OF CARTRIDGE FORMING OF SMALL-SIZED ARTICLES FROM COMPOSITE MATERIALS

Abramov D.G., Kodolov A.V., *Popov F.A.
JSC "FR&PC "ALTAI", Biysk, Altai Region

Abstract: the development process of anti-accident protection system (AAP) for potentially hazardous process of cartridge forming of small-sized articles from composite materials with high degree of fire and explosion hazard on the basis of using industrial controller Siemens Simatic S7 412-5H is considered in this report. Structural diagram of object protection subsystem is suggested, their main elements are given as well.

Key words: potentially hazardous process, anti-accident protection, AAP, functional protection, APCS

Постановка задачи

Вопросы, связанные с обеспечением безопасности при реализации потенциально опасных технологических процессов изготовления изделий из смесевых композиционных материалов (далее - СКМ) высокой степени пожаро- и взрывоопасности всегда являются актуальными. Специфика протекания таких процессов диктует особые требования к методам и правилам проектирования систем управления. В структуру основной АСУ помимо стандартных контуров управления должны быть в обязательном порядке включены контуры и подсистемы защиты, которые обеспечивали бы определение возникновения предаварийных состояний и осуществляли оперативное воздействие на технологический процесс с целью возвращения его в границы устойчивости. При этом, поскольку такая АСУ, как правило, является эргатической системой, такие воздействия в идеальном случае должны производиться автоматически без участия человека [2-3].

Однако стоит отметить, что поскольку основная АСУ, как правило, строится из общепромышленных элементов, то в некоторых случаях контуры защиты по ряду опасных параметров в составе таких систем не удовлетворяют требуемым характеристикам надежности для потенциально опасных процессов изготовления

изделий из СКМ. При этом из-за сложной внутренней взаимосвязи элементов АСУ зачастую невозможно структурно отделить контуры безопасности и построить их из высоконадежных элементов в рамках основной АСУ, поскольку имеется значительное количество устройств, таких как источники питания, многоканальные барьеры искрозащиты, модули ввода вывода, контроллеры управления и пр., включенных одновременно как в подсистемы управления так и в подсистемы обеспечения безопасности.

Поэтому в целях повышения безопасности протекания потенциально опасного технологического процесса изготовления изделий из СКМ большую практику получило в дополнение к основной АСУ внедрение отдельной системы ПАЗ [1].

В данной работе предлагается решение рассмотренной проблемы построения системы противоаварийной защиты процесса кассетного формования малогабаритных изделий из смесевых композиционных материалов на основе применения промышленных контроллеров.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Для решения поставленной задачи использовались контроллеры Siemens Simatic S7 412-5H, включенные по схеме горячего резервирования. Программирование ПЛК осуществлялось в специализированной среде Step 7 v5.5 на языке функциональных блоковых диаграмм (FBD). Для разработки автоматизированного рабочего места оператора использовалась SCADA-система Simatic WinCC v7.2.

Описание решения

Структурная схема функциональной безопасности процесса формования малогабаритных изделий из СКМ представлена на рисунке 1.

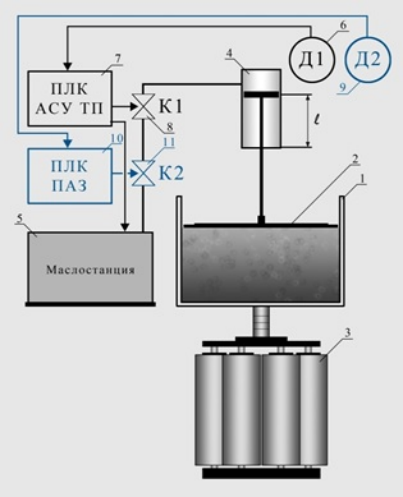


Рисунок 1 – Структурная схема функциональной безопасности процесса формования малогабаритных изделий из СКМ

На рисунке приняты обозначения: 1- чаша со СКМ; 2 – поршень; 3 – формообразующая кассета; 4 – гидроцилиндр; 5 – маслостанция; 6 – датчик линейного перемещения основной АСУ (Д1); 7 – ПЛК основной АСУ; 8 – клапан защиты основной АСУ (К1); 9 – датчик линейного перемещения ПАЗ (Д2); 10 – ПЛК ПАЗ; 11 – клапан защиты ПАЗ (К2).

Подготовленный в чаше СКМ (поз. 1) вытесняется поршнем (поз. 2) в формообразующую кассету (поз. 3). Поршень приводится в движение гидроцилиндром (поз. 4), подключенным к гидравлической линии подсистемы вытеснения. Скорость движения поршня регулируется путем изменения давления в гидравлической линии, поддерживаемого автоматическим регулятором маслостанции (поз. 5). Контроль

положения поршня производится по датчику линейного перемещения (поз. 6). В целом процесс контроля и управления возложен на ПЛК основной АСУ (поз. 7), со специализированным программным обеспечением, и выполняется автоматически.

Особенностями ведения данной фазы технологического процесса является:

– строгие требования к плавности нарастания (безударности) движения поршня;

– ограничение максимальной скорости его перемещения.

Первое требование обусловлено тем, что только при определенном, заранее рассчитанном диапазоне скоростей перемещения поршня (поз. 2) для используемого СКМ, определенной вязкости и растекаемости, можно получить бездефектное изделие.

Второе требование связано со значительной чувствительностью высокоэнергетического состава к механическому воздействию, при превышении допустимых пределов которого может произойти возгорание СКМ или даже взрыв.

Таким образом, для выполнения функции безопасности ПЛК основной АСУ и ПЛК системы ПАЗ (поз. 7 и 10) оценивают независимо друг от друго скорость и ускорение движения поршня как первую и вторую производную по времени изменения показаний соответствующих датчиков линейных перемещений (поз. 6 и 9) и в случае превышения предельно допустимых значений закрывают защитные отсечные клапаны (поз. 8 и 11), отключая тем самым гидроцилиндр поршня от гидросистемы. При этом стоит отметить, что поскольку данный процесс является кумулятивным, (т.е. имеющим ограниченный временно́й резерв для восстановления), и продолжительность его проведения определяется временем пока СКМ сохраняет свои свойства вязкости и растекаемости, то сам по себе процесс остановки и возобновления движения поршня не оказывает значительного влияния на качество изготавливаемого изделия. На качество в данном случае будет влиять только превышение общего время проведения процесса формования.

В качестве основы, для реализации системы ПАЗ были выбраны контроллеры Siemens Simatic S7 412-5H фирмы Siemens с возможностью организации горячего резервирования. Выбор данных технических средств в сочетании с выбранной структурной схемой организации системы, позволил добиться необходимых показателей надежности обеспечения функции безопасности для описанного потенциально опасного процесса формования.

Внедрение и его перспективы

Разработанная система ПАЗ успешно прошла программу комплексных испытаний, в том числе и на высокоэнергетических составах, на площадке опытного производства АО «ФНПЦ «Алтай» и рекомендована к промышленной эксплуатации.

Список литературы

1. Жарков А.С., Звольский Л.С., Литвинов А.В., Попов Ф.А.. Проблемы создания интегрированных АСУ для производств спецхимии и пути их решения: монография / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ.- Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та.2014 – 266 с.

2. Жарков А.С., Звольский Л.С., Потапов М.Г., и др. Современная автоматизированная система управления взрывоопасным технологическим процессом //СТА: современные технологии автоматизации (изд. «СТА-ПРЕСС»). – 2001.-№1.- с. 43-46.

3. Обновленский П.А., Мусяков Л.А. Системы защиты потенциально опасных процессов химической технологии. Л., «Химия», 1978, 224 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Попов А. А.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье представлен аппаратно-программный осветительный светодиодный комплекс на базе технологий компании National Instruments. Рассмотрена структурная схема разработанного комплекса, описаны основные её блоки. Приведена программа, написанная в среде LabVIEW и предназначенная для управления уровнем освещённости в помещении с помощью персонального компьютера. Обозначены основные преимущества предлагаемого комплекса по отношению к существующим на рынке аналогам.

Ключевые слова: светодиод, система освещения, освещённость, аппаратно-программный комплекс, управление.

USING NATIONAL INSTRUMENTS TECHNOLOGY IN THE CONTROL SYSTEM OF LED LIGHT SOURCES

Bespalov N. N., Ilyin M. V., Kapitonov S. S., Popov A. A.
National Research Ogarev Mordovia State University

The paper presents a hardware-software complex lighting LED-based technology company National Instruments. Block diagram of the developed complex is considered, it describes the basic blocks. The program is given, written in LabVIEW and designed to control the level of illumination in a room with a personal computer. The main advantages are indicated for the proposed complex in relation to the existing market counterparts.

Key words: LED, lighting system, illumination, hardware-software complex, control.

Светодиодные источники света в настоящее время получили мощный импульс развития и существенно потеснили используемые осветительные приборы — люминесцентные лампы, лампы накаливания, галогенные и многие другие, быстро захватив практически все ниши светотехнического рынка [1,2].

В связи с увеличением популярности LED-систем у миллионов потребителей, в том числе и в России, возникла необходимость создания осветительных комплексов на основе светодиодов с управлением уровнем освещённости в помещении посредством использования современных компьютерных технологий [3,4]. Для решения данной задачи необходимо использование современного многофункционального и универсального оборудования компании National Instruments, осуществляющего согласование аппаратной части и программного обеспечения. Программная часть аппаратно-программного комплекса (АПК) выполнена в среде визуального программирования LabVIEW.

Рассмотрим аппаратную часть разработанного АПК, которая состоит из четырех линий светильников. Каждая линия питается от импульсного блока питания (ИБП), мощностью на 1 кВт, что позволяет иметь в составе линии до 50 светильников. Основными компонентами каждого светильника являются светодиодная линейка (СЛ) и драйвер управления (ДР), который представляет собой источник стабилизированного тока. Использование источников тока предпочтительнее, так как яркость свечения светодиодов определяется протекающим током.

Управление уровнем освещенности осуществляется с помощью персонального компьютера (ПК). Связь ПК с аппаратной частью осуществляется посредством универсальной платы сбора данных NI PCI-6251.

Структурная схема АПК осветительного комплекса представлена на рисунке 1.

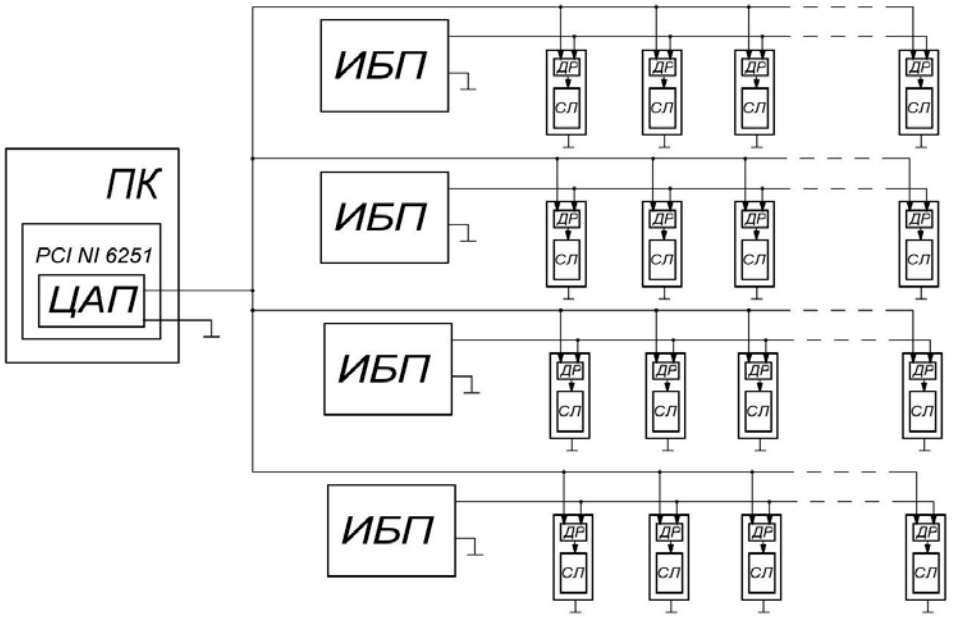


Рисунок 1 – Структурная схема осветительного комплекса

Планируется применение АПК в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. В связи с этим, разрабатываемое программное (ПО) обеспечение должно обладать следующими возможностями и характеристиками: 1) автоматическое регулирование уровня освещённости; 2) создание, редактирование сценария и его сохранение в файл; 3) простой и удобный в работе интерфейс.

Разработка программного обеспечения (ПО) осветительной установки производилось в среде LabVIEW. Алгоритм работы программы представляет собой циклическое повторение действий предназначенных для определения текущего момента времени и соответствующего значения освещенности в данный момент времени на основе ранее заданного сценария. Сценарий представляет собой набор временных зависимостей освещённости, описывающих каждый цикл регулирования освещения.

Лицевая панель программы представлена на рисунке 2.

В верхней части лицевой панели отображаются текущие параметры сценария процесса регулирования освещения, к которым относятся номер цикла освещения, количество циклов, и текущее время цикла. Текущая временная зависимость отображается в графическом виде на лицевой панели. Дополнительно отображается и текущий момент на графике в виде точки, которая перемещается по графику в соответствии с текущим моментом времени.

Временную зависимость освещённости возможно изменять непосредственно на лицевой панели с помощью мышки, перемещая опорные временные точки на необходимые уровни освещённости. Для утверждения или отмены изменений на лицевой панели имеются кнопки «Применить» и «Отменить». При нажатии кнопки «Настройки» запускается подприбор позволяющий редактировать параметры сценария освещения. В данном подприборе можно задать такие параметры сценария освещения, как количество циклов освещения сценария, их протяженность, а так же указать, с какого цикла и времени нужно начать процесс освещения. Помимо этого здесь можно создать, отредактировать, просмотреть и загрузить файл-сценарий в основную программу.

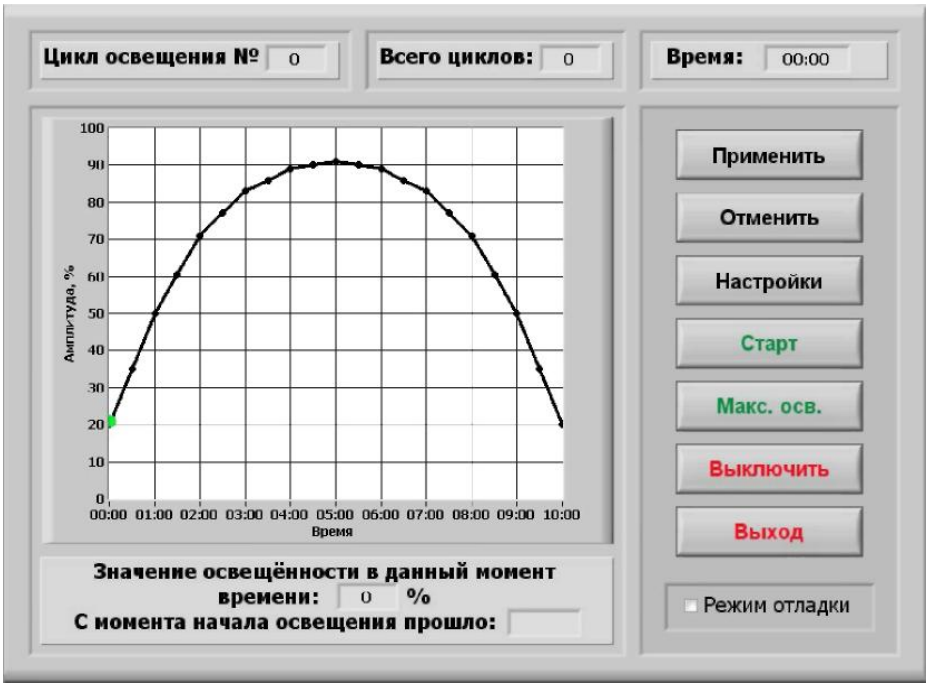


Рисунок 2 – Лицевая панель программной части АПК

Управляющее воздействие, формируемое в программной части АПК, с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) преобразуется в аналоговый сигнал и поступает на ДР. В качестве ЦАП может быть применено любое соответствующее оборудование компании National Instruments. При разработке данного устройства применялся модуль С-серии NI 9263 совместно с устройством cDAQ.

Таким образом, разработан универсальный АПК, который позволяет:

– экономить электроэнергию;

– задавать необходимый световой режим;

– повысить надежность системы освещения;

– создать комфортную световую среду в помещении;

– улучшить эксплуатационные свойства осветительных установок.

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. Исследование термочувствительных параметров мощных светодиодов / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, А. А. Попов // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-техн. конф. в рамках II Всероссийского светотехнического форума с междунар. участием. – Саранск 2013. – С. 127-130.

2. Беспалов Н. Н. Исследование стандартной модели светодиода в среде Multisim / Н. Н. Беспалов, С. С. Капитонов, А. В. Капитонова, А. А. Ашрятов // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 4(37). Том 1. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014. – С. 73–75.

3. Беспалов Н. Н. Разработка электрической модели светодиода в среде Multisim / Н. Н. Беспалов, С. С. Капитонов, А. В. Капитонова, А. А. Ашрятов, Денис Р. Кильмямятов, Диас Р. Кильмямятов // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. – Вып. № 1. – С. 99–102.

4. Беспалов Н. Н. Особенности создания электрической модели светодиода / Н. Н. Беспалов, С. С. Капитонов, А. В. Капитонова, А. А. Ашрятов // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сб. науч. тр. по материалам Междунар.науч.-практич. конф. в 16 частях. – Тамбов 2015. – С. 83–85.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NI MYRIO В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Богачёв К.А.
НИУ ВШЭ
kbogachyov@hse.ru

Стремительное развитие электронных средств и систем отображения информации диктует необходимость всестороннего исследования и мониторинга их технических параметров. Использование в подобной системе анализа модуля NI MyRIO позволит значительно упростить анализ и обработку результатов измерений.

Ключевые слова: средство отображения информации, NI MyRIO, технические параметры.

USE NI MYRIO IN AUTOMATED SYSTEMS OF ELECTRONIC DISPLAY ERGONOMIC PARAMETERS'S ANALYSIS

Bogachyov K.A.
HSE

The rapid development of electronic and information display systems dictates the need in comprehensive research and monitoring of their technical parameters. The use of such analysis system module NI MyRIO will considerably simplify analysis and processing of measurement results.

Keywords: display, NI MyRIO, technical parameters.

В настоящее время стало очевидным, что обеспечение надежности систем и средств отображения информации есть комплексная задача, направленная с одной стороны, на обеспечение высоких технических показателей, а с другой – на повышение качества информационного взаимодействия. С каждым годом увеличивается число различных технических комплексов отображения, а также значительно усложняются задачи, возложенные на операторов. Комплексы отображения оснащаются дисплеями различных типов, работающих на различных физических принципах. К тому же одновременно возрастает напряженность работы, что приводит к выраженному зрительному утомлению и ухудшению информационного контакта. Экранное изображение средств отображения отличается от бумажного рядом особенностей: оно самосветящееся, имеет значительно меньший контраст, оно не непрерывное, а состоит из отдельных точек-пикселей; к тому же оно в большинстве случаев мерцающее – это лишь малая часть воздействующих факторов, негативно влияющих на процесс информационного взаимодействия в подобных комплексах и системах [1].

Очевидно, что эта проблема требует оперативного решения, направленного на обеспечение максимальной эффективности информационного взаимодействия в телевизионной системе путем контроля визуальных параметров электронных средств отображения информации, используемых в системе. Для решения этой задачи используются дорогие средства контроля технических параметров электронных средств отображения, занимающих целые лаборатории и требующие для исследования одного средства отображения значительное время. С другой стороны, имеется мобильный измерительный комплекс [2], позволяющий провести исследование за короткое время, но требующий значительных вычислительных мощностей для обработки промежуточных результатов.

Использование аппаратно-программной платформы MyRIO фирмы National Instruments в подобном измерительном комплексе позволит значительно упростить аппаратную реализацию, а также позволит проводить обновление встроенного ПО с целью оптимизации.

Рисунок 1 – Внешний вид NI MyRIO

NI MyRIO было выпущенно в конце 2013 года и предназначено для разработки сложных инженерных систем за короткий срок и по доступной цене.

NI MyRIO построен на базе технологии Zynq (система на кристалле SoC) от Xilinx, которая сочетает в себе двухъядерный ARM Cortex-A9 процессор и ПЛИС с 28000 программируемыми логическими ячейками. Используя возможности графической среды программирования NI LabVIEW, можно программировать ПЛИС и разрабатывать системы реального времени, что приводит к резкому сокращению сроков разработки аппаратно-программных комплексов и предоставляет определенную гибкость для создания прототипов.

Платформа NI MyRIO имеет 10 аналоговых входов, 6 аналоговых выходов, аудио канал и 40 линий цифрового ввода/вывода. Также она включает в себя Wi-Fi модуль, трехосный акселерометр и несколько программируемых светодиодов.

С помощью MyRIO резко упрощаются и убыстряются процессы тестирования средства отображения и мониторинга его технических параметров, поскольку появляется возможность параллельного измерения нескольких величин с одновременным заполнением базы данных тестирования. Также, благодаря использованию достоверной информации, полученной из практических исследований, возможен быстрый поиск оптимально-допустимых диапазонов визуальных параметров электронных средств отображения информации.

Список литературы

1. Богачев К. А., Чаусов Д., Петухов И., Беляев В., Курасов П. Программно-аппаратный комплекс оценки эффективности деятельности операторов // Вестник Московского государственного областного университета. 2014. № 2. С. 80-86.

2. Богачев К. А. Оптимизация качества информационного взаимодействия в человеко-машинных комплексах // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 5. С. 47-51.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ NI ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКА ПРОИЗВОДСТВА

Варнавский А.Н.
ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»
varnavsky_alex@rambler.ru

В работе рассматривается вариант реализации автоматизированной системы для оценки функционального состояния работника производства на основе технологий National Instruments. Для обнаружения негативных функциональных состояний используется кожно-гальваническая реакция. Обработка кожно-гальванической реакции и оценка функционального состояния работника осуществляются на компьютере виртуальным прибором, разработанным в LabView. Для передачи в компьютер сигнала кожно-гальванической реакции используется устройство сбора данных USB-6008. В случае появления негативных функциональных состояний предусмотрена выдача необходимых корректирующих воздействий.

Ключевые слова: негативные функциональные состояния, LabView, виртуальный прибор, USB-6008, кожно-гальваническая реакция, коррекция негативного функционального состояния.

USING TECHNOLOGY NI TO ASSESS THE FUNCTIONAL STATE OF PRODUCTION WORKERS

Varnavsky A.N.
Ryazan State Radio Engineering University

The paper deals with an embodiment of the automated system to assess the functional status of the production workers on based technology National Instruments. For the detection of negative functional states used galvanic skin response. Processing galvanic skin response and assessment of the functional state of an employee from a computer virtual instrument developed in LabView. To transmit a signal to a computer galvanic skin response used a data acquisition device USB-6008. In the case of negative functional states provides for issuance of the necessary corrective actions.

Keywords: negative functional states, LabView, virtual instrument, USB-6008, galvanic skin response, correction of the negative functional states.

Постановка задачи

Эффективность производственной деятельности работника производства зависит от его функционального состояния. В общем случае, функциональное состояние определяется как физиологическое состояние организма и его систем, отражает уровень функционирования организма в целом или отдельных его систем, а также определяет выполнение функции адаптации к данным условиям существования [2]. Оптимальные функциональные состояния работника способствуют высокой производительности труда и качественному результату деятельности. При воздействии негативных факторов или нерациональном режиме труда происходит изменение функционального состояния и его переход в негативное, например, стресс, монотония. Появление таких состояний приводит к ухудшению здоровья, уменьшению эффективности трудовой деятельности и снижению качества результата труда. Известно, что ухудшение состояния здоровья работников влечет за собой серьезные экономические потери: рост страховых выплат по болезни; прямые медицинские затраты, расходы на обучение работников взамен выбывших из-за несчастных случаев,

травматизма, снижение производительности труда. Например, величина этих затрат в США превышает 150 млрд. долларов в год [3].

Работа посвящена созданию автоматизированной системы мониторинга функционального состояния работников производства и обнаружения появления негативных состояний на основе применения технологий National Instruments.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Аппаратная часть автоматизированной системы реализована на основе устройства USB-6008. В качестве программного обеспечения автоматизированной системы используется разработанный в LabVIEW 9.0 виртуальный прибор.

Описание решения

Структурная схема автоматизированной системы на рис. 1.

Рисунок 1 – Структурная схема системы

Динамика функционального состояния работника может быть оценена путем анализа таких биоэлектрических сигналов как сигнал пульса и кожно-гальваническая реакция. Для оценки появления таких негативных функциональных состояний как стресс и монотония можно ограничиться кожно-гальванической реакцией. Сигнал кожно-гальванической реакции состоит из двух составляющих: тонической и фазической. Тоническая – низкочастотная составляющая характеризует психофизиологическое состояние человека-работника. Фазическая – высокочастотная составляющая характеризует колебания сигнала под действием эмоционально значимых факторов.

Для съема сигнала кожно-гальванической реакции создан модифицированный макет манипулятора «мышь» с электродами (рис. 2).

Рисунок 2 – Макет манипулятора «мышь» для съема кожно-гальванической реакции

Сигнал кожно-гальванической реакции снимается устройством сбора данных USB-6008 и передает через интерфейс USB в компьютер на рабочем месте пользователя, где виртуальный прибор осуществляет анализ этого сигнала, выделяя тоническую и фазическую составляющие сигнала. При этом оценивается величина каждой составляющей, а также интервал времени, за который произошло изменение

этих величин. В результате возможна оценка появления негативного функционального состояния. В зависимости от этого осуществляется выдача корректирующих воздействий-мероприятий.

Автоматизированная система разработана в среде визуального программирования LabVIEW [1]. Вид ее лицевой панели показан на рисунок 3.

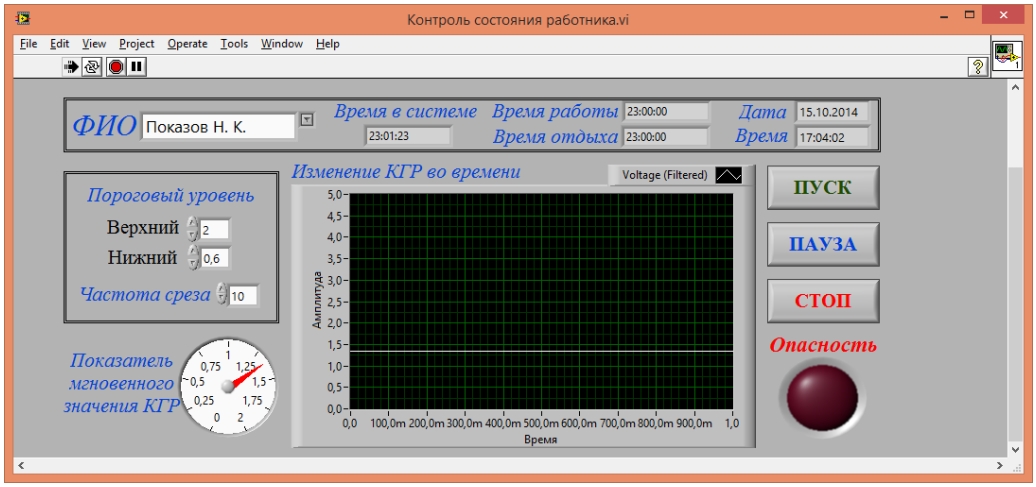


Рисунок 3 – Лицевая панель виртуального прибора для съема и анализа кожно-гальванической реакции работника

Определяется длительность выхода сигнала КГР за пороговые уровни, оценивая тем самым развитие и появление длительных негативных состояний. Если сигнал КГР выходит за пороговые уровни более одной минуты, то система запускает режим восстановления работоспособности работника, причем вариант такого режима зависит от того, за какой пороговый уровень выходит сигнал. Выход сигнала за верхний пороговый уровень запускает режим борьбы со стрессом – релаксацию, а выход за нижний – режим борьбы с монотонией и восстановления работоспособности некоторых систем организма работника.

В режиме борьбы со стрессом осуществляется аудиовизуальное воздействие на работника специальными звуковыми и световыми сигналами, позволяющими уменьшить психоэмоциональное напряжение. В режиме борьбы с монотонией система в зависимости от динамики сигнала КГР запускает одну из нескольких программ восстановления.

Внедрение и его перспективы

В настоящий момент созданная автоматизированная система тестируется в Рязанском государственном радиотехническом университете.

Список литературы

1. Виноградова Н.А., Листратов Я.И., Свиридов Е.В. Разработка прикладного программного обеспечения в среде LabVIEW: учеб. пособие. М.: Издательство МЭИ, 2005. 50 с.
2. Ильин Е.П. Психофизиология состояний человека. СПб.: Питер, 2005. 412 с.
3. Рыбников О.Н. Психофизиология профессиональной деятельности. М.: Изд. центр «Академия». 2010. 320 с.

УДК 621.001.5+004.89.002.53

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ «БАРС.WEB-МОНИТОРИНГ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ»

Горюнова В.В. , Жиляев П.С., Горюнова Т.И, Завьялова Д.А
ФГОУ ВПО Пензенский государственный технологический университет, Пенза
gvv17@mail.ru

В статье представлены вопросы практического применения программного комплекса БАРС для мониторинга деятельности учреждений здравоохранения. Приведён опыт создания и использования информационно-аналитической системы «БАРС.Web-Мониторинг здравоохранения» в Пензенской области.

Ключевые слова: мониторинг, учреждения здравоохранения, онтологии

INTRODUCTION OF SYSTEM "BARS.WEB-MONITORING HEALTH CARE"

Goryunova V.V., Zhilyaev P. S., Goryunova T.I, Zavyalova D. A.
Penza State Technological University, Russia Penza

The article presents the practical application of software system for monitoring activities BARS health institutions. use of information-analytical system "BARS.web monitoring of health care" in the Penza region.

Keywords: monitoring, health care, ontology

Методы и задачи исследований. Программный комплекс БАРС.Web-Мониторинг, позволяющий формировать информацию для принятия управленческих решений состоит из трех подсистем:

1. Подсистема сбора информации, основанная на Web-технологии, позволяющая в Online-режиме собирать информацию с любых учреждений через Интернет;
2. Репозитарий показателей системы — OLAP–хранилище данных на основе XML–технологии. Он обеспечивает систематизацию и хранение в структурированном виде большого объема статистических данных в динамике по периодам;
3. Подсистема мониторинга — функциональный блок, отвечающий за формирование заранее настроенных OLAP–отчетов, а также просмотр всех статистических данных репозитария в разных «плоскостях» и «разрезах». Набор графических представлений информации позволяет максимально упростить принятие управленческих решений на уровне министерства.

Программный комплекс «БАРС. Web-Мониторинг Здравоохранения» обеспечивает информационную поддержку многоуровневого сбора отчётности. (рис. 1)

Рисунок 1 – Схема сбора отчётности в «БАРС. Web-Мониторинг Здравоохранения».

Информационно-аналитическая система «БАРС. Web-Мониторинг Здравоохранения» (далее Система) представляет собой программный комплекс, предназначенный для централизованного сбора, обработки и контроля индикаторов системы здравоохранения Пензенской области. Web-технология, применяемая для сбора информации со всех учреждений здравоохранения, на основе набора статистических форм отчетности, обеспечивает поступление данных сразу в хранилище в ONLINE - режиме.

Хранилище данных и сервер приложений функционируют централизованно на выделенном сервере ГБУЗ «Пензенский областной информационно-аналитический центр» в Центре обработки данных. Учреждения подключены к Системе и работают в ней с использованием удаленного доступа.

В качестве системы управления базами данных используется сервер базы данных *Oracle 10g*, методы «инженерии онтологий» , обеспечивающие повышенный уровень сохранности информации при отказах технических и программных средств [1-14].

На сегодняшний день в области к системе «БАРС.Web-Мониторинг Здравоохранения» подключены все лечебно-профилактические учреждения и осуществляется сбор данных по форме «Оперативная отчетность», «Мониторинг экспертизы временной нетрудоспособности и направления на санаторно-курортного лечение граждан, имеющих право на меры государственной социальной поддержки».Внедрены формы: №1-ДЕТИ "Сведения о численности беспризорных и безнадзорных несовершеннолетних, помещенных в лечебно-профилактические учреждения"; №12 "Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения"; №13 "Сведения о прерывании беременности (в сроки до 28 недель)"; №32 "Сведения о медицинской помощи беременным, роженицам и родильницам"; №53 "Отчет о медицинском наблюдении за лицами, занимающимися физической культурой и спортом"; № 57 "Сведения о травмах, отравлениях и некоторых других последствиях воздействия внешних причин"; №63 “Сведения о заболеваниях, связанных с микронутриентной недостаточностью”.

Пример оформления отчётной формы в виде таблицы приведён на рисунке 2

Функции | Печатные формы

Заголовок отчетной формы | Таблица1000 | Таблица2000 | Таблица1000

Программные мероприятия		Остаток на начало года	С начала года				квартал 1							
				в т.ч.			январь		февраль		март		апрель	
			факт. финансир.	в текущем году за предыдущий	за текущий год	кассовый расход	факт. финансир.	кассовый расход	факт. финансир.	кассовый расход	факт. финансир.	кассовый расход	факт. финансир.	ка р
	№ п/п	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Осуществление денежных выплат участковой службе, (с начислениями , финансирование -согласно заявке) всего	10	x	1 108,80	x	x	484,10	0,00	0,00	1 108,80	484,10	0,00	0,00	0,00	
в том числе:														
врачам	11	x	713,50	x	x	311,50	0,00	0,00	713,50	311,50	0,00	0,00	0,00	
медицинским сестрам	12	x	395,30	x	x	172,60	0,00	0,00	395,30	172,60	0,00	0,00	0,00	
Проведение диспансеризации населения	20	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Проведение углубленных осмотров работников "вредных" профессий	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Финансовая поддержка учреждений путем выдачи родовых сертификатов	40	393,30	198,00	90,00	108,00	180,80	90,00	116,60	108,00	64,20	0,00	0,00	0,00	
Диспансеризация детей-сирот	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Диспансеризация детей-спортсменов	60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Рисунок 2 – Табличное представление отчётной формы

Выводы. Благодаря применению онтологического подхода к созданию единого хранилища данных, упрощается трудоемкость внедрения и сопровождения системы мониторинга качественных и количественных индикаторов системы здравоохранения.

Список литературы

1. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. — 2009. — № 12. — С. 24-29.

2. Горюнова В.В. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. — 2011. — № 1. — С. 300-303.

3. Жиляев П.С., Горюнова Т.И. Проект развития сети телемедицинского консультирования для решения задач лечебной профилактики и диагностики // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл.конф.(Пенза, ПГТА, 8-9 ноябр. 2012г .). — 34-37.

4. Горюнова Т.И. Исследование и разработка рекомендаций по оптимизации внедрения технологий телемедицины // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл.конф.(Пенза, ПГТА, 8-9 ноябр. 2012г .). — 37-41.

5. Горюнова Т.И. [и др.] Основные характеристики корпоративного сайта медико-социального назначения // Современные наукоемкие технологии. — 2013 — №8-1 — С. 63-64.

6. Горюнова Т.И. Социологические аспекты исследований по оптимизации внедрения технологий телемедицины // Современные наукоемкие технологии. — 2013 —№8-1 — С. 67-68.

7. Жиляев П.С., Горюнова В.В. Проект регионального центра телемедицинского консультирования // Современные наукоемкие технологии. — 2013. — № 8-1. — С. 68-68.

8. Горюнова Т.И., Щелбанина И.В. Разработка алгоритма рубрицирования медико-социальных данных // Современные наукоемкие технологии. — 2013 —№8-1 — С. 68-69.

9. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. — 2013 —№11-9 — С. 67-73.

10. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жиляев П.С. Многогоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // Современные наукоемкие технологии. — 2014 —№5-1 — С. 122-122.

11. Жиляев П.С., Горюнова Т.И., [и др.] Автоматизированные системы для организации профилактических осмотров населения // Современные наукоемкие технологии. — 2014 —№5-1 — С. 126-126.

12. Жиляев П.С., Горюнова Т.И, Завьялова Д.А. Внедрение информационно-аналитической системы “барс”.Web-мониторинг здравоохранения // Современные наукоемкие технологии. — 2014 —№5-1 — С. 126-127.

13. Жиляев П.С., Горюнова Т.И. Организация телемедицинской системы пензенской области // Современные наукоемкие технологии. — 2014 —№5-1 — С. 127-127.

14. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. — 2014 —№5-1 — С. 130-131.

УДК 621.001.5+004.89.002.53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ИНЖЕНЕРИИ ОНТОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Горюнова В.В., Жиляев П.С., Горюнова Т.И.
Пензенский государственный технологический университет, Пенза
gvv17@mail.ru

Представлены средства и приложения для создания интеллектуальной интеграционной среды инженерного взаимодействия, что позволяет обеспечить интеграцию проектных и производственных данных на протяжении всего жизненного цикла изделия . Вокруг этой базы сконцентрирован набор решений таких, как управление техническими требованиями, управление проектами, планирование производства.

Ключевые слова: инженерия онтологий, модульные средства, автоматизированные системы управления, PDM-системы.

THE USE OF ONTOLOGIES IN ENTERPRISE MANAGEMENT INNOVATION

Goryunova V.V.,.Jiliaev P.S, Goryunova T.I.
Penza State University of Technology

Provides tools and applications to create intelligent integration of engineering environment interaction, which allows for the integration of design and manufacturing data throughout the product lifecycle. Around this base is concentrated set of solutions such as the management of technical requirements, project management, production planning.

Keywords: engineering ontologies, modular tools, automated control systems, PDM-system.

Постановка задачи исследований

Для достижения экономического роста и, соответственно, роста благосостояния населения главной задачей является обеспечение конкурентоспособности отечественной промышленности на мировых рынках, в том числе и на собственном. Основной вклад в развитие инновационных предприятий, повышение качества продукции вносят решение задач комплексной интеграции автоматизированных систем управления на протяжении жизненного цикла (ЖЦ) продукции.

Всеобщая информатизация общества и глобализация производства создаёт предпосылки ускоренного развития PDM-систем (Product Data Management — систем управления данными об изделии), создающих «полное электронное определение изделия», используемых в управлении производственными процессами инновационного предприятия. При этом обеспечивается тотальный охват всех информационных потоков, касающихся изделия, независимо от того, где, кем и для чего была произведена информация. Немаловажным фактором для использования подобных технологий является недостаточная оперативность получения достоверной информации из-за отсутствия общесистемных классификаторов и словарей понятий, т.е. семантической или декларативно-аналитической организации информационной интегрированной среды предприятия.

Анализ использования онтологических методов в управлении производственными процессами инновационного предприятия.

Для решения подобных задач предлагаются модульно-онтологические аналитические методы организации PDM-систем нового поколения , центр тяжести которых перемещается с категории « изделие » на категорию «процесс изготовления и сопровождения изделия» . Совокупность всех этих требований определяет необходимость создания и реализации новых методов обработки данных и знаний базирующихся на иехнологиях корпоративных хранилищ данных, WEB-технологиях и инженерии онтологий.

В инженерии знаний под онтологий (концептуальной спецификацией) понимается детальное описание некоторой проблемной области, которое используется для формального и декларативного определения ее концептуализации. Можно сказать, что онтология — это точная спецификация некоторой области, которая включает в себя словарь терминов этой области и множество логических связей (типа «элемент-класс», «часть-целое»), которые описывают, как эти термины соотносятся между собой. . Можно заметить, что при таком подходе понятие онтологии сильно пересекается с уже давно принятым в информатике и лингвистике понятием тезауруса.

Онтологии используются в качестве посредника между пользователем и PDM-системой, они позволяют формализовать договоренности о терминологии между пользователями корпоративного хранилища данных автоматизированной системы управления данными об изделии. Онтологии обеспечивают согласованность и синхронизацию изменений базовых данных со всеми информационными системами предприятия. Данное типовое проектное решение позволяет вести единое централизованное управление основными данными в корпоративных справочниках.

Онтологии верхнего уровня организуют обязательное взаимодействие пользователей с отраслевой нормативно-справочной базой и стандартами предприятия.

Ориентированные на предметную область. Во многих дисциплинах сейчас разрабатываются стандартные онтологии, которые могут использоваться экспертами по предметным областям (доменам) для совместного использования и аннотирования информации в своей области.

При разработке интегрированной системы онтологии в области машиностроения целесообразным представляется создание общецелевой онтологии включающей описание требований к изделию , в частности :

- состав изделия;
- требования назначения;
- требования радиоэлектронной защиты;
- требования живучести и стойкости к внешним воздействиям;
- требования надежности;
- требования эргономики, обитаемости и технической эстетики;
- требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта;
- требования транспортабельности;
- требования безопасности;
- требования защиты ;
- требования стандартизации, унификации и каталогизации;
- требования технологичности;
- конструктивные требования.

Ориентированные на задачу. Это онтология, используемая конкретной прикладной программой и содержащая термины, которые используются при разработке

программного обеспечения (ПО) , выполняющего конкретную задачу по оформлению технологической или эксплуатационной документации [2]. Она отражает специфику приложения, но может также содержать некоторые общие термины (например, конкретные требования по заполнению форм интерактивных документов, и общие — сохранить и загрузить файл).

Онтологии ПрО и онтологии задач описывают, соответственно, словари, которые относятся к определенной ПрО по аспектам (например конструкторский, технологический, диагностический, метрологический и т.д.) или типичной задаче, например типовой технологический процесс.

При этом они используют специализацию терминов, представленных в онтологиях верхнего уровня.

Прикладные онтологии описывают концепты, которые зависят как от онтологии задач, так и от онтологии домена. Примером может служить онтология для автомобилей, строительных материалов, вычислительной техники. Онтология ПрО обобщает понятия, использующиеся в некоторых задачах домена, абстрагируясь от самих задач (так, онтология образец артиллерийского оружия независима от любых особенностей конкретных марок образцов).

Заключение

Разработаны модульно-онтологические средства и приложения для создания интеллектуальной интеграционной среды инженерного взаимодействия и визуализации, что позволяет обеспечить интеграцию проектных и производственных данных на протяжении всего жизненного цикла изделия. Вокруг этой базы сконцентрирован набор решений таких, как управление техническими требованиями , управление проектами, планирование производства

.На первый план при использовании и формировании системы модульных онтологий выступают структуры производственных отношений, их изменение и упорядочение в ходе выполнения сформированного портфеля заказов. Предлагаемые методы направлены на обеспечение качества управления и оперативности применения PDM-систем, полноценной организации связей с заказчиками, отслеживания процессов рассылки и протоколирования хода изменений и т.д. В рыночных условиях эти вопросы являются особенно актуальными для предприятий приоритетных отраслей народного хозяйства.

Список литературы

1. Горюнова В.В. Логический базис представления знаний в интеллектуальных информационных системах. Учебное пособие. –Пенза , ПГУАС, 2005 г.

2. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в интеллектуальных информационных системах//Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2010 . — Т8 № 10. — С. 48-55.

3. Горюнова В.В. Проектирование систем технического обслуживания и ремонта с использованием онтологий. //Нейрокомпьютеры: разработка и применение.. — 2009 . — № 12. — С. 23-28.

4. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в управлении промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008, -№2, с.59-64

5. Горюнова В.В. Декларативное моделирование распределенных систем управления промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009, -№9,с.62-70

6. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. . – 2009,№12, с.25-29

7. Результаты проекта Ontoweb (http://ontoweb.org/

УДК 621.001.5+004.89.002.53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ИНЖЕНЕРИИ ОНТОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ

Горюнова В.В.

ФГБОУ ВПО Пензенский государственный технологический университет, Пенза

gvv17@mail.ru

В статье представлены модульно-онтологические средства и приложения для создания интеллектуальной среды инженерного взаимодействия. Отмечено , что использование модульных онтологий для обеспечение целостности данных является ключевым фактором «сшивки» локальных систем и разнородных приложений в среде PDM-системы.

Ключевые слова: инженерия онтологий, модульные средства, автоматизированные системы управления, PDM-система.

USING THE PRINCIPLES ENGINEERING ONTOLOGY FOR THE IMPLEMENTATION OF MODULAR AUTOMATED SYSTEMS PRODUCT DATA MANAGEMENT

Goryunova V.V.

Penza State University of Technology, Penza

The paper presents the modular ontological tools and applications to create intellectual environment engineering collaboration. It is noted that the use of modular ontologies for data integrity is a key factor "linking" of local systems and applications in heterogeneous PDM-system

Keywords: engineering ontologies, modular tools, automated control systems, PDM-system.

Архитектура модульно-онтологических решений PDM-системы

Архитектура модульно-онтологических решений состоит из следующих ключевых элементов (рис. 1):

• Сервер мастер-данных (SAP Master Data Server)
• Контент-интегратор (SAP Content Integrator)
• Набор сценариев и типовых библиотек базовых -данных (ONTOLOGIC)
• Инфраструктура обмена данными с приложениями (SAP NetWeaver XI)
• Портал доступа (SAP NetWeaver Portal)

Сервер базовых данных предоставляет весь комплекс сервисов консолидации, согласования и распределения данных в корпоративной среде.

Задачу установления связей между данными в разных системах решает контент-интегратор, реализующий сопоставление (mapping) эквивалентных данных между собой.

В состав решения входит также набор типовых сценариев доступа пользователей и ведения базовых данных экспертами НСИ, включая механизмы и шаблоны обработки

запросов пользователей на создание/изменение данных. Особо важную роль играют типовые библиотеки базовых данных (базовые словари и справочники).

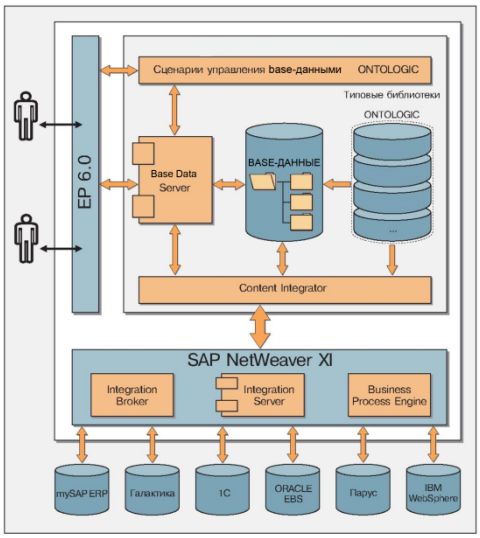


Рисунок 1 – Архитектура модульно-онтологических реализаций PDM -систем

Фундаментом для интеграции приложений и обмена данными служит инфраструктура обмена SAP NetWeaver Exchange Infrastructure (SAP NetWeaver XI). Она включает в себя брокер интеграции, обеспечивающий обмен сообщениями между системами, и машину бизнес-процессов – (Business Process Engine), поддерживающую выполнение логики бизнес-процессов между информационными системами. SAP NetWeaver XI включает в себя сервер интеграции (Integration Server), который отвечает за управление XML-сообщениями между всеми корпоративными системами. Сервер интеграции связывается с другими системами посредством адаптеров. Корпоративный портал SAP NetWeaver Portal позволяет организовать интерфейс доступа пользователей и экспертов НСИ к базовым данным. Ведение и сопровождение базовых данных в соответствии с настроенными сценариями специалистами-экспертами группы НСИ. Данное решение позволяет также обеспечить ведение и сопровождение базовых данных в режиме аутсорсинга (внешней поддержки) как целиком, так и в отдельности по разным группам данных.

Формальное представление онтологий модульной реализации PDM-системы

Для описания требований к структуре изделия используется терминология языка SGML (ISO 8879). В соответствии с требованиями стандарта ISO 8879 структура БД описывается путем декларации (обновления) набора информационных объектов, их атрибутов, связей и иерархии. Совокупность указанных деклараций в терминах SGML является описанием логической структуры документа – DTD (Document Type Definition).

БД любой PDM представляет собой совокупность данных, логическая структура которых соответствует некоторому заданному DTD.

С целью унификации форматов данных, способ их представления в PDM определен ISO 8879 (представление текстовой информации). ISO 10744 (представление мультимедийной информации.

На основании различных взглядов на сущность понятий системы и модели, а также исходя из задач, стоящих перед PDM. дадим следующие определения.

Система S – это пространство S = <N, K, O, P>, где N – множество элементов системы (сеть Петри специального вида) ; К – множество отношений между

элементами; О – множество реализуемых состояний элементов в модулях; Р – множество реализуемых состояний для модулей системы . [3-6]

1). Общее формальное определение.

ПС = <N,S,F,a,b>,

где N - сеть Петри специального вида, N = <P,T,I,O,MO>,
где P={pi/i=1-n} - множество позиций;
T={ti/i=1-m} - множество .переходов;
I=P*T->{0,1} - входная функция инцидентности;
O=T*P->|0,1} - выходная функция инцидентности;
MO:P->{0,1} - начальная маркировка;

Множество отношений между элементами К =<S,F,a,b >

S - множество информационных сущностей объекта проектирования (подсистемы, агрегаты, узлы, детали) представляемых таблицами, S={si/i=1-n};

F - множество логических формул, F={fi/i=1-n} (аспекты, виды геометрических моделей и вид базовой программы техобслуживания и ремонта) ;

a:P-> S - отображение, задающее "нагрузку" позиций сети информационными сущностями;

b:T -> F -отображение, задающее "нагрузку" переходов логическими формулами.

Для описании предметных областей производственной структуры PDM-системы main-агент онтологий имеет следующее формальное описание ONT_OC= ($U_{ов}$, *lm(R),*$\Phi_{ов}$) где $U_{ов}$ – множество понятий предметной области, определяемых онтологическими блоками, $|U| \neq \varnothing$; $lm(R) = \{w | w : U^n \to [0,1]\}$ – множество нечетких (взвешенных) отношений между онтологическими блоками; $\Phi_{ов}$ = Trgramm – описание схем процесса «отработки» онтологии (взаимодействия онтологических блоков) .

Формально ОВ-блок можно определить кортежем :

OB = (Input, Output, Trgramm),

где Input – описание входов онтологического блока;

Output - описание выходов онтологического блока;

Trgramm – описание схем процесса «отработки» онтологического блока (проблемно-ориентированная маска).

Список литературы

1. Горюнова В.В. Логический базис представления знаний в интеллектуальных информационных системах. Учебное пособие. –Пенза , ПГУАС, 2005 г.

2. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в интеллектуальных информационных системах//Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2010 . — Т8 № 10. — С. 48-55.

3. Горюнова В.В. Проектирование систем технического обслуживания и ремонта с использованием онтологий. //Нейрокомпьютеры: разработка и применение.. — 2009 . — № 12. — С. 23-28.

4. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в управлении промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008, -№2, с.59-64

5. Горюнова В.В. Декларативное моделирование распределенных систем управления промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009, -№9,с.62-70

6. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. . – 2009,№12, с.25-29

7. Результаты проекта Ontoweb (http://ontoweb.org/)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Дутка М.И.
Сургутский Государственный Университет
dutkami@gmail.com

Работа посвящена проблеме автоматизации анализа результатов мониторинга магистральных трубопроводов на основе методов и средств распознавания образов. На данном этапе приводятся требования к методике оценки результатов мониторинга, структура методики. Кроме того приведено краткое описание методов, применяемых на каждом из этапов методики, а также критерии, которые планируется использовать на этапе распознавания образов.

Ключевые слова: распознавание образов, дистанционное зондирование, мониторинг, магистральные трубопроводы.

TECHNIQUE FOR MAIN PIPELINES DIAGNOSIS RESULTS ANALYSIS

Dutka M.
Surgut State University, Surgut

The issue is devoted to the automation of pipelines monitoring analysis using the methods and facilities of pattern recognition. At this stage, there are demands, structure and brief methods descriptions of technique for main pipelines diagnosis results analysis and criterias for recognition phase.

Keywords: pattern recognition, remote sensing, monitoring, main pipelines.

Задача диагностирования дефектов и как следствие утечек углеводородного сырья из трубопроводов носит определяющий характер в процессе мониторинга их состояния. На основе данных о состоянии принимаются решения о целесообразности продолжения их эксплуатации, ремонте или замене участка трубопровода. Использование специализированных технических средств, технологий и методов диагностирования призвано повысить качество и уменьшить трудоемкость процесса мониторинга магистральных трубопроводов.

Основными задачами контроля и диагностики магистральных трубопроводов являются определение технического состояния ее объектов на основе комплексного мониторинга в процессе создания и эксплуатации системы, оценка и прогнозирование динамики состояния с целью обеспечения надежной и безопасной эксплуатации газотранспортной системы.

Дистанционные методы диагностирования позволяют осуществлять сбор информации об объекте диагностирования с помощью регистрирующего прибора, не находящегося в непосредственном контакте с данным объектом [1].

Оценка результатов мониторинга заключается в исследовании изображений на предмет выявления явных или косвенных признаков дефектов. Зачастую она производится вручную инженером, обладающим соответствующей квалификацией. Однако большой объем получаемых данных, высокая степень однородности изображения и слабая различимость объектов затрудняют и замедляют процесс оценки.

Поэтому для сужения области поиска дефектов предлагается использовать технологии распознавания образов.

Предлагаемая методика оценки должна соответствовать следующим требованиям.

В первую очередь, методика должна решать поставленную задачу – быть способной обнаружить утечку или признак утечки на основе изображения, полученного одним из методов диагностирования магистральных трубопроводов. Список обнаруживаемых утечек (признаков утечек) составляется на этапе обучения системы путем отнесения объектов к тому или иному классу экспертами вручную для составления базы эталонов системы.

Кроме того, методика должна позволять составление «обратного вывода», обоснования принятого решения с указанием количественных и качественных критерием, на основе которых данное решение было принято.

Структура методики должна состоять из следующих блоков:

- блок геолокации объектов – результаты методики должны быть привязаны к требуемой системе географических координат для последующей обработки;
- блок сегментации изображений – для выделения объектов на изображении;
- блок распознавания образов – для отнесения объектов к одному из классов, распознаваемых с помощью методики.

Следующие требования являются качественными и описывают характеристики с точки зрения соответствия требованиям пользователя и технологического процесса.

Одним из основных качественных требований является достоверность решений, совершаемых системой, разработанной на основе методики. Критерий для этого требования должен основываться на результатах обработки изображений экспертом – достоверность решений системы распознавания не должна быть ниже достоверности решений эксперта.

Следующее качественное требование – время, затрачиваемое на обработку изображений. В условиях большого объема данных необходимо снизить время обработки изображений до уровня, соответствующего требуемой оперативности распознавания. В соответствии с этим требованием выбираются методы сегментации и распознавания образов с наибольшей скоростью обработки изображений при требуемом качестве.

Предлагаемая методика оценки результатов мониторинга магистральных трубопроводов приведена на рис. 1.

Улучшение качества данных дистанционного зондирования выполняется автоматически с помощью специализированного программного обеспечения. На данный момент разработано множество методов и средств, реализующих улучшение качества изображений и решающих определенные проблемы, возникающие впоследствии на этапе оценки результатов мониторинга [2].

Геолокация изображения означает расчет соотношений для преобразования координат двухмерной декартовой системы, основанной на положении пикселей изображения, к географическим координатам одной из систем координат. Ограничение распознаваемого изображения выполняется за счет определения положения трубопровода на изображении с использованием векторной карты трубопроводов.

Следующим этапом является сегментация изображения. В качестве такого алгоритма был выбран Efficient Graph-Based Image Segmentation (EGBIS). Он использует элементы теории графов и основан на алгоритме Крускала для построения минимального остовного дерева. Данный алгоритм относится к быстрым алгоритмам сегментации и позволяет сократить время обработки изображения при больших объемах информации. Результатом сегментации станет список объектов,

зафиксированных на изображении, для каждого из которых выделены географические координаты, размеры, средние значения и разброс показателей интенсивности цвета.

Рисунок 1 – Методика оценки результатов диагностирования

Следующим этапом является сегментация изображения. В качестве такого алгоритма был выбран Efficient Graph-Based Image Segmentation (EGBIS). Он использует элементы теории графов и основан на алгоритме Крускала для построения минимального остовного дерева. Данный алгоритм относится к быстрым алгоритмам сегментации и позволяет сократить время обработки изображения при больших объемах информации. Результатом сегментации станет список объектов, зафиксированных на изображении, для каждого из которых выделены географические координаты, размеры, средние значения и разброс показателей интенсивности цвета.

Полученный список объектов должен быть обработан в соответствии с предложенной методикой распознавания. Для этого объекты, зафиксированные на обрабатываемом изображении, должны сравниваться с эталонным.

Эталонным изображением будем считать то изображение, для которого подтверждено отсутствие признаков утечки. Для качественного распознавания необходима обширная база эталонов, отобранных по различным критериям: географическое положение камеры, дата и время съемки, данные с погодной станции. На основании этих критериев и определенных на этапе разработки коэффициентов их влияния на различие изображений будет подобрано наиболее подходящее к обрабатываемому эталонное изображение. Эталонное изображение должно быть обработано согласно алгоритму сегментации для выделения объектов, зафиксированных на нем, после чего можно приступить к сравнению свойств объектов эталона и обрабатываемого изображения.

В качестве критериев сравнения примем следующие:

- географические координаты центра объекта;
- размеры описывающего объект прямоугольника;
- значение показателей интенсивности цвета.

Для каждого из критериев определяются допуски в процессе обучения системы. Отобранные в соответствии с этими допусками объекты считаются совпадающими и отбрасываются. Оставшиеся объекты передаются на этап распознавания текстуры. В

случае если таких объектов не осталось, изображение можно признать эталонным для дальнейшего сравнения с изображениями, имеющими близкие показатели по критериям, указанным выше.

В рамках этапа распознавания текстуры используется база объектов, распознанных на предыдущих итерациях как признак утечки. Для определения параметров распознавания необходимо определить наиболее характерный участок изображения фиксированного размера (образец) на основании значения показателей интенсивности цвета, полученных для объекта на предыдущих этапах.

Распознавателем на двух последних являются нейронные сети Кохонена, на вход которых подаются различные данные в зависимости от решаемой задачи. Выходными является параметры, определяющие отнесение (или не отнесение) образа одному из классов (эталонов). Структура сети определяется количеством входом и выходов, алгоритм адаптивно подстраивается к каждой из решаемых задач. Коэффициенты связей корректируются в процессе обучения.

В дальнейшем планируется реализовать данную методику и доказать ее соответствие приведенным требованиям.

Список литературы

1. Методические рекомендации по применению аэрокосмических методов для диагностики трубопроводных геотехнических систем и мониторинга окружающей среды ОАО "Газпром" – М: 1995.

2. Бушмелева К.И., Плюснин И.И., Увайсов С.У. Система обработки и регистрации данных комплекса дистанционного зондирования //Датчики и системы. – 2011. - №5. – С. 24 - 29.

ПРЕДПОСЫЛКИ ТЕНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Занин А.С., Бушмелева К.И.
Сургутский Государственный Университет, г. Сургут

Приведено описание общего вида систем управления технологическими процессами. Рассмотрены основные точки контроля автоматизированных систем управления технологическими процессами в части обеспечения информационной безопасности и защищенности. Рассмотрены аспекты безопасности SCADA систем. Выдвинута гипотеза о возможности теневого управления с использованием имеющихся уязвимостей низкоуровневых протоколов. Приведены предпосылки к дальнейшему рассмотрению вопроса теневого управления в нескольких вариантах.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, технологические процессы, безопасность, теневое управление, низкоуровневые протоколы

BACKGROUND OF HIDDEN PROCESS CONTROL

Zanin A.S., Bushmeleva K.I.
Surgut State University, Surgut

Descripted general view of technological processes control systems. Considered the main points of control of automated process control systems regarding ensuring information security and some aspects of SCADA safety. The hypothesis of possibility of shadow

management with use of the available vulnerabilities of low-level protocols is made. Provided prerequisites to further consideration of a question of shadow management in several option.

Keywords: automatic control system, technological processes, security, hidden control, SCADA, low-level protocols

На сегодняшний день вопрос безопасности автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) является весьма актуальным. Основной причиной такой актуальности является повышение активности злоумышленников в части получения контроля над технологическими процессами. Сегодня существует множество компаний, проводящих аудит безопасности систем управления. Аудит такого рода сводится к проверкам:

- сегментации промышленной сети и возможных внешних связей;
- безопасности на сетевом уровне;
- безопасности систем резервирования;
- процедур обновления системного программного обеспечения;
- стойкости паролей и парольной политики, используемой в АСУ ТП.

В общем виде система управления представляет собой программно-аппаратный комплекс, в котором происходит обработка передаваемых с контрольных узлов параметров с целью принятия решения по изменению или сохранению режима технологического процесса. Наиболее простым с точки зрения получения контроля над технологическим процессом действием является получение контроля над системой его управления и дальнейший вывод из режима нормального функционирования, как контролируемого технологического процесса, так и самой системы управления. Ярким примером такого сценария является всем известный вирус STUXNET направленный как раз на SCADA системы[3]. SCADA (аббр. от англ. supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Упомянутый выше аудит должен эффективно бороться с такого рода атаками, но АСУ ТП зачастую включают в себя сложные системы получения контрольных параметров с узлов контроля и в этом случае проблема не решается.

Кроме вопроса безопасности SCADA систем, очень важную роль в обеспечении безопасности сложных систем играет вопрос безопасности низкоуровневых протоколов.[1] Когда речь идет о технологическом процессе, происходящем на ограниченном географически пространстве, вопрос контроля линий связи не представляет особого интереса, но в случае, например, процесса перекачки нефти или энергоснабжения на предприятиях нефтегазовой или энергетической отрасли данный вопрос получает несколько иной характер и вот почему. Система управления получает данные с контрольных узлов оборудования через сети передачи данных не находящихся под контролем не только персонала центра управления, но и зачастую просто не имеющих ни какого контроля в части физического доступа (проблема повреждения оборудования и линий связи провайдеров весьма актуальна и свидетельствует именно о вышеупомянутом отсутствии контроля). Понимая целесообразность централизованного управления технологическими процессами, необходимо также обратить внимание на тот факт, что получаемая в результате такой централизации, сеть передачи контрольных параметров, имеет древовидную структуру в корне которого находится АСУ ТП, здесь необходимо заметить, что данные с большого количества контрольных узлов могут проходить в близи корня вышеупомянутого дерева по «толстым ветвям» (толщиной ветви образно называется

количество передаваемых по данной линии связи параметров), контроль доступа к которым в общем случае не осуществляется[2].

Авторами данной статьи выдвигается гипотеза о присутствии в любой сложной системе достаточного, для получения полного или частичного контроля над системой управления технологическим процессом, количества уязвимых ветвей. Предполагается, что в результате получения физического доступа к каналу связи, злоумышленник, воспользовавшись уязвимостями в низкоуровневых протоколах, методом подмены проходящих данных, может получить контроль над АСУ ТП. В случае получения злоумышленником достаточно полной информации о подконтрольном технологическом процессе, существует вероятность сколько угодно длительного влияния на него, эта ситуация и называется авторами работы - теневым управлением. В дальнейшей работе над вышеописанным вопросом предполагается рассмотреть следующие варианты:

- злоумышленник имеет полное представление о структуре информационного обмена в АСУ ТП;
- злоумышленник имеет частичное представление о структуре информационного обмена в АСУ ТП;
- злоумышленник не имеет представления о структуре информационного обмена в АСУ ТП.

Анализ имеющихся уязвимых ветвей и влияния проходящих по ним данных на процесс управления ТП, а также рассмотренных вариантов представлений о структуре информационного обмена в АСУ ТП позволит разработать комплекс мер и возможно технических средств по повышению безопасности АСУ даже в случае опровержения выдвинутой гипотезы.

Список литературы

1. Большоев А. Атаки на низкоуровневые протоколы АСУ ТП на примере HART //Информационная безопасность. - 2014. - №4.
2. Грицай Г., Гольцев Ю., Ильин Р., Городейчик С., Карпин А. Безопасность промышленных систем в цифрах v2.1*. - 2012.
3. YuLun Huang, Alvaro Cardenas, Saurabh Amin, Song-Zyun Lin , Hsin-Yi Tsai, S. Shankar Sastry Understanding the Physical and Economic Consequences of Attacks Against Control Systems International Journal of Critical Infrastructure Protection. - 2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАПИЛЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ ДОЗИРОВАНИЯ

Здрок А. Е., Алланyров А. М., Лощилов А. Г., Малютин Н. Д.
Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР)
main@skbsmena.ru, ndm@main.tusur.ru

В данной статье приводится описание функционирования ультразвуковой капиллярной системы дозирования. Обсуждаются некоторые основные недостатки, выявленные в ходе ее эксплуатации. Предложен способ оценки степени наполненности капилляра. Разработан измерительный стенд, указаны его основные блоки. Представлена зависимость модуля импеданса пьезоэлектрической системы дозирования от частоты.

Ключевые слова: плоттерная печать, пьезоэлектрический резонанс, импеданс.

RESEARCH OF LIQUID LEVEL CONTROL IN AN ULTRASONIC CAPILLARY DOSING SYSTEM

Zdrok A. E., Allanurov A. M., Loschilov A. G., Malutin N. D.
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

This article describes the operation of the printing system plotter Sonoplot GIX II. Discusses some of the main deficiencies identified in the course of its operation. We propose a method for evaluating the degree of filling of the capillary. Designed measuring stand, indicated its basic building blocks. Shows the dependence of the impedance of the piezoelectric module system on the frequency of dosing.

Keywords: plotter printing, piezoelectric resonance, the impedance

Постановка задачи

Повышение уровня развития электронных технологий является актуальной задачей на пути перехода к новому технологическому укладу. Для обеспечения роста экологичности, эргономичности, а также снижения себестоимости готовой продукции необходимо применение новых альтернативных способов производства электронных изделий. На данный момент таковым является метод принтерной печати [1].

Коллективом ТУСУРа совместно с СФТИ ТГУ в рамках ОКР «Органика» [2] выполнялись работы по изучению технологии печати проводящих, светоизлучающих, изолирующих слоев с использованием ультразвуковой капиллярной системы дозирования GIX Microplotter II [3]. Печатающим элементом (дозатором) данной системы является капилляр с жидкостью, с установленной на нем пьезоэлектрической пластиной (рисунок 1). Типичный внутренний диаметр печатающего капилляра 10 – 60 мкм, что позволяет получить минимальную ширину печатаемых элементов топологии от 20 мкм. С кончика капилляра под действием ультразвуковых колебаний в направлении продольной оси свисает капля раствора. Система позиционирования обеспечивает контакт мениска жидкости с поверхностью подложки и перемещение капилляра по заданной траектории, при этом в каждой точке траектории контакт самого капилляра с поверхностью подложки должен быть исключен (рисунок 2).

Экспериментально были подтверждены основные преимущества данной системы по отношению к системам, использующих струйный метод нанесения: возможность получения сплошных однородных пленок в отличие от пленок, полученных методом перекрывающихся капель; высокое пространственное разрешение (от 5 мкм); высокая степень детализации; малая толщина слоя (от 30 нм).

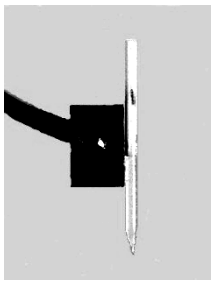


Рисунок 1 – Пример устройства дозатора

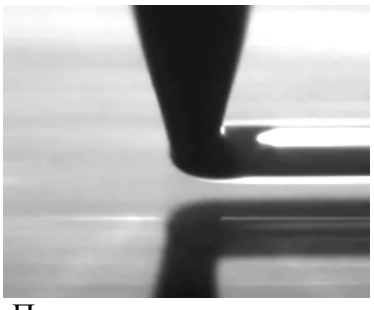


Рисунок 2 – Пример нанесения жидкости при помощи плоттерной системы печати

Однако также были обнаружены и некоторые недостатки, влияющие на качество получаемых образцов и воспроизводимость печати. Например, толщина пленок, полученных путем плоттерной печати, неоднородна по длине. Это связано с тем, что

объем капли на кончике капилляра уменьшается по мере снижения уровня чернил. Нередко происходил сбой печати по причине того, что раствор в капилляре заканчивался раньше чем, было необходимо для нанесения рисунка.

Экспериментальные результаты.

Проведены экспериментальные исследования чувствительности частотных характеристик дозатора ультразвуковой капиллярной системы дозирования к степени наполненности капилляра раствором для выполнения функции контроля уровня раствора в дозаторе; разработан измерительный стенд для определения характеристик пьезоэлектрического дозатора плоттерной системы печати.

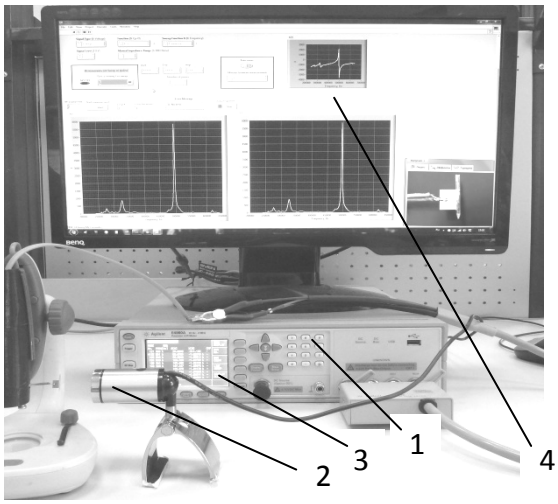


Рисунок 3 – Фотография экспериментальной установки

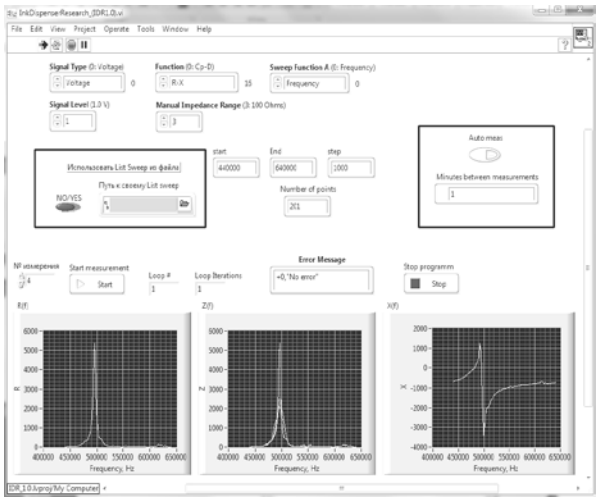


Рисунок 4 – Пример интерфейса программного обеспечения IDR 1.0

Измерительный стенд (рис. 3) включает в себя анализатор импеданса Agilent E4980A (поз. 1); держатель с дозатором (поз. 2); видеокамеру, позволяющую фиксировать уровень жидкости в капилляре дозатора (поз. 3); персональный компьютер (поз. 4). Для автоматизированного съема и обработки экспериментальных данных создано программное обеспечение IDR 1.0 в среде программирования – LabVIEW фирмы National Instruments, пример которого показан на рисунке 4. Для нескольких уровней наполненности капилляра были измерены частотные характеристики комплексного сопротивления пьезоэлемента дозатора в нескольких диапазонах частот.

При проведении анализа полученных данных была получена зависимость модуля импеданса пьезоэлектрического дозатора в диапазоне частот 450-520 кГц (рисунок 5). Для данного диапазона характерен рост частоты последовательного и параллельного резонанса при снижении уровня наполненности капилляра (рисунок 6). Как видно из графика, данные зависимости при аппроксимации представляют собой прямые линии.

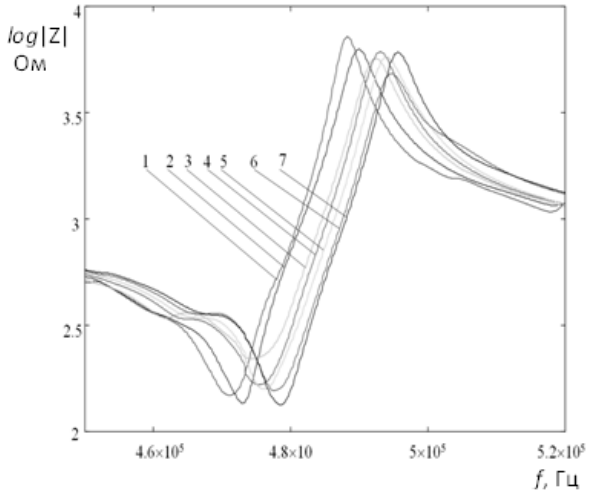


Рисунок 5 – График зависимости модуля импеданса пьезоэлектрического дозатора от частоты (420-520 кГц), при различной степени наполненности капилляра: 1 – 100%; 2 – 85%; 3 – 70%; 4 – 50%; 5 – 35%; 6 – 15%; 7 – 0%

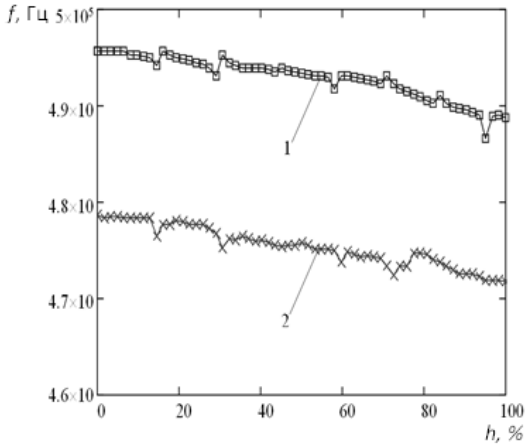


Рисунок 6 – График зависимости частот последовательного и параллельного резонанса от уровня наполненности капилляра *h*: 1 – для параллельного резонанса; 2 – для последовательного резонанса

Выводы: результаты проведенных исследований показали, что постоянная оценка смещения последовательного или параллельного резонанса позволит осуществлять контроль уровня жидкости в системе дозирования во время всего процесса печати, что, в свою очередь, обеспечивает повышение качества наносимых пленок. Полученные данные позволяют разработать программное обеспечение для контроля уровня наполненности капилляра дозатора по частотным зависимостям.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по контракту № 02.G25.31.0091.

Список литературы

1. Печатная электроника. / Ефремов А.А., Кохтина Ю.В., Нисан А.В., Павлов Н.И. // Изд-во ЗАО «НИИИТ», 2013. – 56 с.2.

2. Разработка базовой технологии изготовления особо плоских полноцветных ОСИД-дисплеев методом принтерной печати : отчет по ОКР: х/д № 50/12 / рук. работы Туев В.И.– Томск: ТУСУР, 2013.– 99 с.

3. Larson, B. J. New technologies for fabricating biological microarrays: Dissertation. – Wisconish, 2005. – 216.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ

Злодеев Г.Ю., Юрин А.И., Красивская М.И., Дмитриев А.В.
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
ayurin@hse.ru

В работе рассмотрены достоинства и возможности применения волоконно-оптических датчиков. Приведено описание и перспективы разработанной измерительной системы, предназначенной для работы с волоконно-оптическими датчиками.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики, измерительная система,

LabVIEW

MEASURING SYSTEM WITH A FIBER-OPTICAL SENSORS

Zlodeev G.Yu., Yurin A.I., Krasivskaya M.I., Dmitriev A.V.
National Research University Higher School of Economics (HSE)

The paper considers the advantages and possibilities of application of fiber-optical sensors. The description and the prospects of the developed measuring system designed to work with fiber-optical sensors.

Keywords: fiber-optical sensors, measuring system, LabVIEW

В настоящее время одним из наиболее активно развивающихся направлений оптоэлектроники является применение волоконной оптики для создания различных устройств. С точки зрения её применения в сфере измерительных технологий перспективными являются волоконно-оптические датчики (ВОД), которые могут быть использованы в различных областях науки и техники – химической промышленности, авиа- и космическая техника, транспорт, строительство, медицина и т.д. [1].

Использование волоконной оптики позволяет получить датчики различных физических величин – акселерометры, измерители шероховатости поверхности, биомедицинские датчики и т.д., обладающие рядом существенных преимуществ - широким температурным диапазоном применения, помехозащищенностью, возможностью работы в агрессивных средах и труднодоступных местах, возможностью проведения бесконтактных измерений и т.д.

Принцип действия ВОД основан на модуляции интенсивности светового потока при его распространении в пространстве между передающим и приемным волоконно-оптическими каналами [2]. Эта модуляция может быть осуществлена изменением параметров среды модулирующего пространства, вариацией пространственного положения торцов передающего (T) или приемного (R) волокна, изменением положения и физических свойств объекта измерения (рис. 1 a,b).

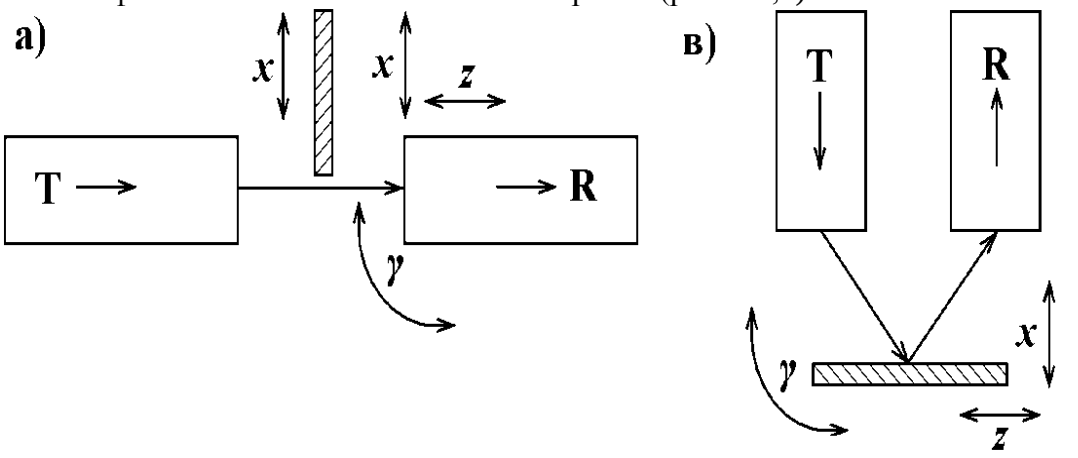


Рисунок 1 – Схематическое изображение принципа работы волоконно-оптических преобразователей

ВОД обладают большими функциональными возможностями, надежностью и высокими метрологическими характеристиками, однако из-за необходимости настройки рабочей точки, компенсации отражающих свойств поверхностей, внешней засветки и т.д. требуют обработки сигнала измерительной информации которую целесообразно проводить современными методами компьютерных измерительных технологий.

В данной работе рассмотрен процесс разработки, возможности и перспективы развития измерительной системы для контроля различных физических величин на основе распределенного волоконно-оптического жгута и оборудования компании National Instruments.

Для подачи напряжения питания на источник оптического излучения и оцифровки сигнала с фотоприемника была использована специализированная плата сбора данных PCI 6221 компании National Instruments (рис. 2). Такая плата откалибрована по уровню сигналов и обладает достаточной точностью преобразования для создания измерительной системы с волоконно-оптическими датчиками.

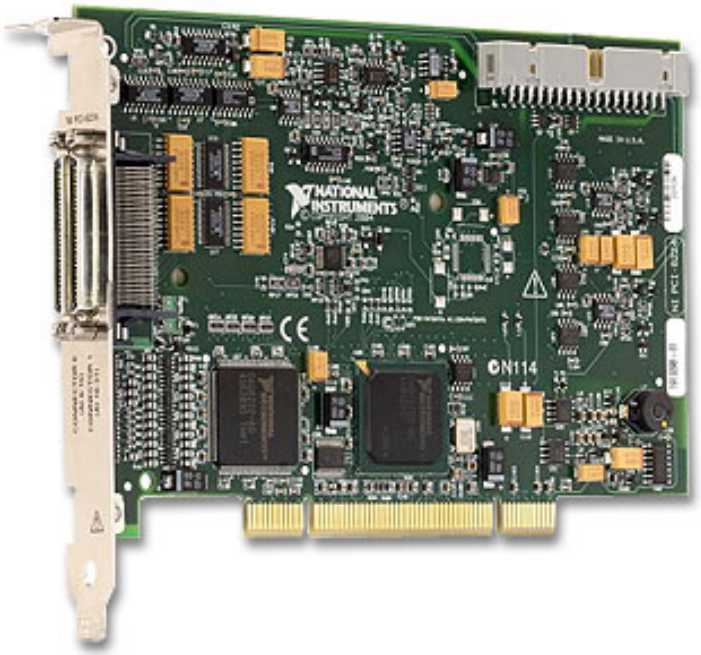


Рисунок 2 – Плата сбора данных (DAQ) PCI 6221

Прикладное программное обеспечение (ПО) было разработано в среде LabVIEW (рис. 3). Среди основных возможностей ПО можно выделить:

- возможность подачи напряжения для питания светодиодов ВОД с возможностью регулировки уровня;
- измерение напряжения с фотоприемного устройства ВОД;
- фильтрация помех;
- запись измерительной информации в файл.

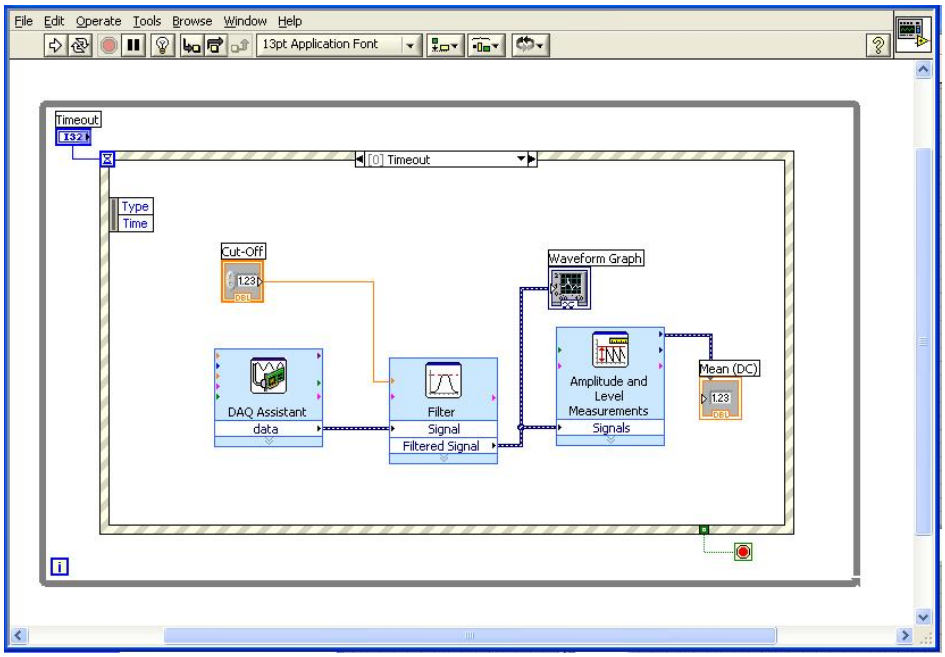


Рисунок 3 – Фрагмент функциональной схемы ПО разработанной измерительной системы

Была исследована важнейшая характеристика измерительной системы - функция преобразования, которая в случае применения ВОД имеет вид кривой с двумя квазилинейными участками (рис. 4). Для повышения чувствительности измерительной системы были опробованы различные комбинации источников и приемников излучения, а также экспериментально подобрано напряжение и начальное расстояние от объекта.

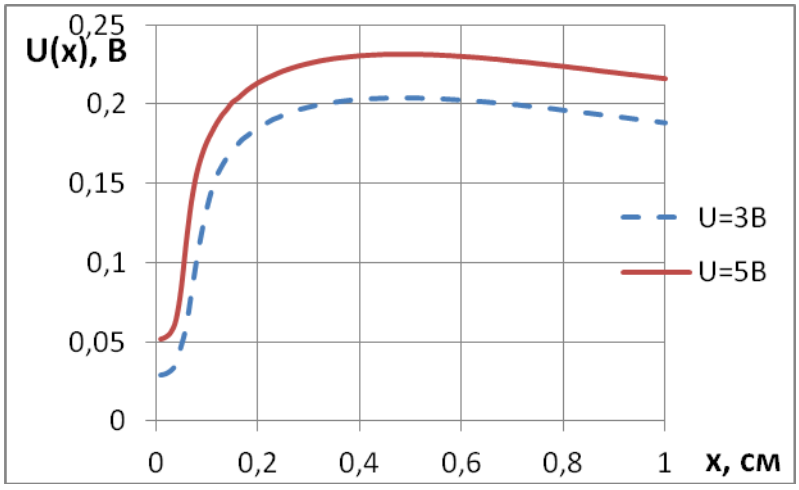


Рисунок 4 – Функция преобразования разработанной измерительной системы при различных напряжениях питания светодиода

Разработанная измерительная система в настоящее время может быть использована для измерения перемещений и параметров вибрации, однако в дальнейшем планируется её адаптация для возможности измерения и других физических величин и добавление функционала по коррекции дополнительных погрешностей с помощью специальных методик [3,4].

Список литературы

1. Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.
2. Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.
3. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. № 12. P. 1323-1326
4. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков// Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ

Коковин В.А., Евсиков А.А., Васильев Д.А., Лутчев А.В., Федорченко В.Н.
Филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»
kokovin@uni-protvino.ru, eaa@uni-protvino.ru, dmvasilyev@mail.ru , lutchev@mail.ru, Vladimir.Fedorchenko@ihep.ru

Для контроля работы измерительных устройств в системах теплоснабжения разработан прототип телеметрической система, позволяющей автоматизировать процесс удаленного сбора данных с распределенных вычислителей количества теплоты. Показаны возможности разработанной системы, дано описание графического интерфейса оператора, разработанного в виде интерактивной карты. На основе измеренных данных могут быть построены временные зависимости нескольких параметров теплосчетчиков. Все данные, считанные системой, можно сохранить в формате таблиц Excel для дальнейшего анализа и формирования отчетных документов.

Ключевые слова: телеметрическая система, теплосчетчики, интерактивная карта.

PROTOTYPE DEVELOPMENT TELEMETRY SYSTEM FOR MONITORING THE PERFORMANCE OF HEATMETERS

Kokovin V., Evsikov A., Vasiliev D., Lutchev A., Fedorchenko V.
The Public Institution of Higher Education of Moscow Region the International University "Dubna" of Nature, Society and Man, Branch "Protvino"

For the control of the measuring devices in heating systems was developed prototype telemetry system automates the process of remote data collection from distributed calculators amount of heat. The possibilities of the developed system, a description of the graphical operator interface, designed in the form of an interactive map. Based on the measured data can be constructed according to several parameters temporary heat meters. All data read by the system can be saved as an Excel spreadsheet for further analysis and reporting documents

Keywords: telemetry system, heat, interactive map.

Задача учета тепловой энергии

Современные системы теплоснабжения представляют собой распределенные сети, осуществляющие централизованную подачу тепла к его потребителям через специализированные тепловые узлы. Система учета тепловой энергии является важной частью задачи энергосбережения в жилищно-коммунальном комплексе. В настоящее

время большое количество приборов учета тепловой энергии, горячей и холодной воды смонтировано в жилищном и производственном секторе городов и населенных пунктов.

Теплосчетчики или тепловычислители представляют собой компактные специализированные приборы, имеющие в своем составе вычислитель, как правило, на базе микропроцессора, с набором промышленных интерфейсов. Теплосчетчики предназначены для измерений и регистрации переданного через тепловой узел или полученного потребителем количества теплоты и теплоносителя, а также других параметров закрытых и открытых водяных систем теплоснабжения. Теплосчетчик может иметь несколько измерительных каналов, состоящих из преобразователей расхода, счетчиков воды или расходомеров-счетчиков, преобразователей давления и термопреобразователей, а также обеспечивает учет тепловой энергии по одному или нескольким независимым теплообменным контурам.

Для контроля работы измерительных устройств в системах теплоснабжения был разработан прототип телеметрической система, позволяющей автоматизировать процесс удаленного сбора данных с вычислителей количества теплоты. При разработке

телеметрической системы была поставлена задача удаленной работы с теплосчетчиками ТМК-Н13 НПО «Промприбор [1] и ЭСКО-Т компании ЗАО «Энергосервисная компания ЗЭ» [2], используемых в тепловых сетях города Протвино Московской области.

Состав телеметрической сети

Разработанный прототип телеметрической системы включает 10 теплосчетчиков ТМК-Н13 и 2 теплосчетчика ЭСКО-Т, локальную сеть Ethernet города, серверный компьютер и программное обеспечение, разработанное на базе пакета LabVIEW.

Основные трудности, с которыми столкнулись разработчики системы, заключались в следующем:

• Доступ к накопленным данным тепловычислителей возможен только непосредственно в тепловых узлах, то есть в составе тепловычислителей есть порт интерфейса RS-232C (RS-485), но нет Ethernet-порта, через который можно удаленно получать информацию.

• Отсутствие достоверных протоколов обмена по интерфейсам RS-232C (RS-485) в представленной документации некоторых тепловычислителей.

Первая проблема была решена путем приобретения адаптеров RS-485 – Ethernet. Для решения второй проблемы было разработано специальное программное обеспечение, позволяющее регистрировать поток команд и данных и, на основе анализа этих потоков, восстановить протокол обмена.

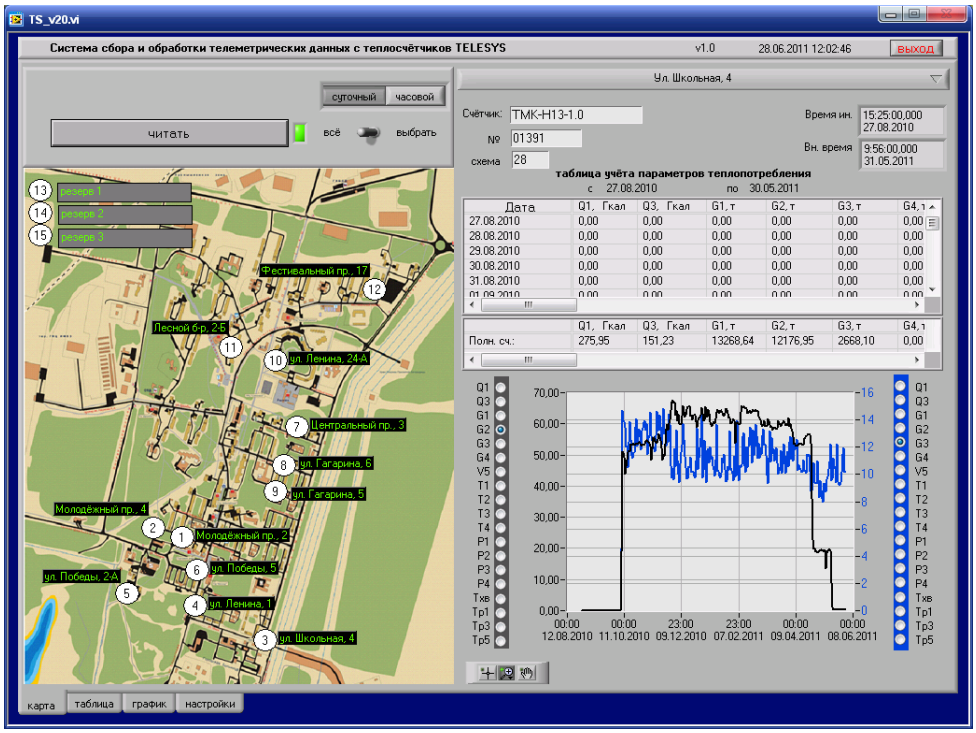


Рисунок 1- Графический интерфейс оператора управляющей программы

Задание на разработку системы предполагало создание графического интерфейса для оператора. На Рис. 1 показано Главное Окно Графического Интерфейса (ГОГИ) управляющей программы. ГОГИ предоставляет оператору доступ ко всем функциям программы и состоит из следующих управляющих и информационных областей: «Интерактивная Карта», «Панель выбора теплосчетчика», «Таблица учета параметров теплопотребления», «График», «Панель выбора режима считывания».

Управляющие области содержат элементы управления (кнопки, выпадающие меню и т.д.), то есть позволяют запустить некоторую процедуру (например, удаленное чтение теплосчетчиков) или выбрать параметры для выполнения процедуры. Информационные области отображают данные (в текстовом и графическом виде), полученные от теплосчетчиков, служебную информацию о выбранном теплосчетчике (заводской номер, адрес расположения и т.д.) и сообщения об ошибках.

Карта – это область ГОГИ, расположенная с левой стороны. Эта область имеет свойства области двух типов. На карте представлена информация размещения теплосчетчиков на территории города. Выбор теплосчетчика для чтения данных осуществляется двумя способами: мышкой через кружок с порядковым номером теплосчетчика на карте или из выпадающего меню на панели с информацией о выбранном теплосчетчике.

Панель с информацией о выбранном теплосчетчике имеет свойства области двух типов. На панели представлена информация о выбранном теплосчетчике (тип, заводской номер и т.д.). В верхней части панели расположено выпадающее меню, с помощью которого можно выбрать теплосчетчик по адресу.

Таблица содержит последние считанные данные с теплосчетчика, выбранного в верхней панели.

График – область ГОГИ информационного типа, расположенная в правом-нижнем углу окна. На данной области находится графическая панель для построения графиков зависимости переменных от времени. Представлены две шкалы с названием параметров. Выбирая мышкой два различных параметра (на разных шкалах), можно

построить одновременно графики двух переменных, что позволяет рассматривать влияние одного параметра на другой.

Для удобства работы оператора в графический интерфейс управляющей программы введены дополнительные страницы, которые открываются с помощью специальных элементов управления – закладок, расположенных в левом нижнем углу ГОГИ. Доступны следующие закладки: «Карта» – совпадает с главным окном, «Таблица» на дополнительной странице дает возможность просматривать считанные данные во всех колонках одновременно, «График» – закладка, содержащая средства для представления считанных данных в виде временного графика, «Настройки» – дополнительная страница для ввода рабочих и сетевых параметров теплосчетчиков.

Для формирования отчета о потреблении ресурса (тепловой энергии, количества горячей и холодной воды и т.д.) все данные, считанные системой, можно сохранить в формате таблиц Excel для дальнейшего анализа и формирования отчетных документов.

Разработанная телеметрическая система мониторинга работы теплосчетчиков различного типа успешно испытана и показала хорошие результаты.

Список литературы

1. http://www.prompribor-kaluga.ru/catalogue/arkhiv-produkzii/teplovychisliteli-tmk-n12-tmk-n13.html
2. http://www.esco3e.ru/company/

«МУЛЬТИВЕНДОРНЫЙ ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ – КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СФОРМИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ IT-ТЕХНОЛОГИЙ»

Морохова С.Н. [1], Сумбатян М. С. [2]
1. ГБОУ СПО «Колледж автоматизации и информационных технологий № 20», Москва; 2. Международная Ассоциация по сертификации специалистов

Рассмотрены требования к современным специалистам в области владения ИКТ-технологиями. Представлена многоуровневая система формирования ИКТ-компетенций у студентов и преподавателей колледжа. Обобщен опыт проведения Международной сертификации, показаны «плюсы» и «минусы» данного инновационного процесса.

REQUIREMENTS ARE CONSIDERED MODERN SPECIALISTS IN THE AREA OF OWNERSHIP OF ICT TECHNOLOGIES.

Morokhova S.N., Sumbatyan M.S.

Presents a multi-level system of formation of the ICT competences of students and teachers of the College. Experience conducting International certification, shows the "pros" and "cons" of this innovative process.

Развитие информационного общества предъявляет новые требования к качеству рабочей силы, касающиеся в первую очередь умения пользоваться информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ). Сегодня все большее число рабочих мест связаны с использованием информационных программных продуктов , которые становятся привычным инструментарием не только «белых» но и во все большей степени «синих воротничков».

Высокий спрос на работников, обладающих ИКТ-навыками, подтверждают и данные Росстата — в 2013 году около 56% организаций России испытывали потребность в персонале, обладающем навыками использования информационных и коммуникационных технологий. Развитие информационного общества повышает спрос и на ИКТ- специалистов, в связи с чем становится очевидной роль учреждений среднего профессионального образования в решении задачи подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих этими технологиями.

Как определить составляющие этой самой информационной компетентности? Не секрет, что на вопросы работодателей «Владеете ли вы компьютером?» практически все претенденты на ту или иную должность непременно отвечают: «Да, владею.» А вот на каком уровне – это всегда большой вопрос, поскольку в жизни все оказывается намного грустнее: на решение задач, поставленных руководителем, многие вновь принятые молодые специалисты тратят в три, а порой и в четыре-пять раз больше отведенного времени.

Это можно объяснить только одним: только тогда можно говорить об эффективном уровне подготовки молодых специалистов в области ИКТ, когда используемые в процессе обучения программные продукты качественно приближены к информационной среде будущего молодого специалиста, когда проводится оценка сформированных навыков независимыми экспертами в данной области.

Обеспечить необходимый уровень подготовки специалистов, для которых область информационных технологий является сферой их профессиональной деятельности – это еще одна, и, на наш взгляд, более сложная задача образования. Принимая во внимание высокий уровень требований, которые предъявляются современным рынком труда к ИКТ-специалистам в области практического владения конкретными видами информационных технологий, встает вопрос оснащения учебных аудиторий необходимым лицензионным программным обеспечением, включения в образовательный процесс авторизованных программ, введения независимой оценки качества образования специалистами конкретной области.

Более того, сегодняшнему выпускнику необходимо быть ориентированным на международные стандарты и быть готовым реализовать свой личностный потенциал в условиях плавающих профессиональных границ.

Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Колледж автоматизации и информационных технологий № 20» (г. Москва) занимает активную и одну из лидирующих позиций в сфере среднего профессионального образования г. Москва в решении данной проблемы.

Взяв ориентир на уже сформировавшуюся в мире систему профессиональной подготовки ИКТ- специалистов, осуществляемую ведущими мировыми производителями программного обеспечения (Microsoft, Autodesk, Oracle, IBM, Cisco, HP, SUN и многих других), колледж провел большую подготовительную работу, и с 2012 года в колледже началась «информационная перестройка».

Были открыты и в настоящее время функционируют несколько учебных международных центров:

- Авторизованный Учебный Центр «Центр технологий National Instruments» по компьютерным измерительным технологиям. В рамках образовательного партнерства, в колледже оборудована сертифицированная лаборатория для реализации в Центре совместной учебной программы по обучению программному комплексу LabVIEW, технологиям виртуальных приборов и аппаратному обеспечению National Instruments. Обучение по программам «Системы сбора данных», «LabVIEW Основы 1», «LabVIEW

Основы 2 Курс разработчика» ведут сертифицированные инструкторы (их в колледже 5).

- Авторизованный Учебный центр компании Autodesk. С присвоением статуса Authorized Training Center (ATC) наш колледж получил право на проведение авторизованных учебных курсов по продуктам компании Autodesk. Следует заметить, что, по требованиям вендора, авторизованные курсы ведут только сертифицированные инструкторы. Это преподаватели, которые прошли процедуру экспертной оценки в компании Autodesk, у каждого преподавателя есть свой ID, и в процессе обучения используется лицензионное программное обеспечение компании Autodesk. Обучение ведется по согласованным двумя сторонами учебным планам, соответствующим различным аспектам использования системы SAP, причем студенты занимаются вне рамок основной образовательной программы. Учебный центр использует разработанную методику «интенсивное компьютерное обучение», позволяющее изучить программы AutoCAD, Autodesk 3ds Max, AutoCAD Civil 3D, Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit Structure, Autodesk Robot Structural Analysis, Autodesk Inventor и получить необходимые навыки работы в кратчайшие сроки. По окончании обучения каждый студент получает сертификат международный Autodesk, признаваемый работодателями всего мира. Каждый сертификат Autodesk имеет уникальный номер и проверяется компанией Autodesk.
- Межрегиональный совместный учебный центр систем автоматизации зданий. Курс по программе Базовые системы автоматизации здания («Умный дом») предназначен для будущих и настоящих профессионалов в области инженерных систем — инсталляторов, проектировщиков, руководителей. Обучение проводится при поддержке и мониторинге со стороны ведущих брендов на рынке систем «Умного дома» в России.
- Центр обучения по программе Microsoft IT Academy. Подключение к данной программе Microsoft IT Academy расширило границы проводимого обучения в стенах колледжа - появилась возможность проводить высококачественное обучение по авторизованным курсам Microsoft. Полученные в результате обучения знания, умения и навыки позволяют слушателям сдать экзамен на международный сертификат ИТ-профессионала или пользователя.

Также колледжем заключен ряд соглашений о сотрудничестве в области обучения информационным технологиям с компаниями Adobe, Audatex, ECKO, 1С, для реализации которых в колледже созданы все условия.

Говоря о многоуровневой системе формирования профессиональных компетенций у студентов и преподавателей, системе подготовки специалистов в различных областях экономики и промышленности, хотелось бы обратить внимание на важную составляющую этой системы.

В настоящее время все больше работодателей хотят видеть у выпускников колледжей не только диплом об окончании учебного заведения, но и документ, подтверждающий уровень профессиональных компетенций выпускников. Причем выданный не самим учебным заведением, а независимой организацией, уполномоченной проводить такого вида проверку уровня освоения выпускниками дисциплин учебной программы.

Именно поэтому еще одно направление развития колледжа - сертификация.

- Авторизованный Сертификационный центр компании Autodesk. Статус Authorized Certification Center Autodesk (ACC) дает право на проведение тестирования и выдачу Международного сертификата специалиста по продуктам компании Autodesk. Сертификат подтверждает соответствие знаний и навыков специалиста стандартным требованиям, выдвигаемым компанией Autodesk к операторам их программного

обеспечения, и является подтверждением должного уровня знаний перед работодателями всего мира.

- Авторизованный центр сертификации ECDL. Программы сертификатов конечного пользователя ECDL Foundation состоят из модулей, которые устанавливают стандарты навыков работы на компьютере в соответствии с потребностями пользователя от начинающих до продвинутых модулей. Все программы сертификации выполнены и реализуются со строгими стандартами качества, составлены в соответствии с потребностями рынка и технологическими достижениями. Особенность данных программ – они не привязаны к какому-либо определенному бренду программного обеспечения и предназначены для того, чтобы студенты и преподаватели могли получить навыки, которые могут быть использованы в любой соответствующей программной среде. По окончании обучения каждый студент получает сертификат высокого качества, имеющий международное признание.
- Авторизованный Центр тестирования Certiport. С открытием данного тестового центра, в колледже, наряду с обычной экзаменационной сессией, появилась еще одна – сертификационная сессия, в рамках которой проводятся сертификационые экзамены Международного уровня по нескольким направлениям
- Microsoft Office Specialist – сертифицированный специалист по приложениям Microsoft Office.
- Adobe Certified Associate – сертифицированный специалист по работе со средствами цифровой коммуникации по технологиям Adobe.
- Microsoft Technology Associate – сертифицированный специалист по фундаментальным знаниям в системном администрировании и разработке ПО.
- Autodesk Certified User – сертифицированный специалист по технологиям Autodesk, которые используются для визуализации, моделирования и анализа поведения разрабатываемых конструкций на ранних стадиях проектирования.
- HP Accredited Technical Associate – сертифицированный специалист по технологиям HP, которые необходимы для проектирования, конструирования и интеграции решений конвергентной инфраструктуры и облачных решений.
- CompTIA Strata IT Fundamentals – сертификация позволит кандидатам оценить свои базовые знания и навыки в области IT, такие как: настройка компьютера, установка программного обеспечения, идентификация проблем совместимости, распознавание и предотвращение основных рисков безопасности.
- Internet and Computing Core Certification (IC^3) – сертификация направлена на проверку знаний, которые относятся к так называемой «цифровой грамотности» и Интернету

В рамках программы Microsoft Academy в Центре начинается обучение по авторизованным учебным курсам Microsoft для подготовки к экзаменам для получения сертификата Microsoft Certified Systems Engineers (MCSE).

Системный подход – один из основных методологических принципов педагогики, сущность которого заключается в том, что относительно самостоятельные компоненты рассматриваются не изолированно, а в их взаимосвязи, в системе с другими. Именно поэтому, первым шагом по всем направлениям Международной сертификации в нашем колледже является обучение по авторизованным программам и повышение профессионального уровня преподавателей.

Обязательной составляющей является и Международная сертификация студентов. Обучение и подготовка к сертификационным экзаменам Международного уровня осуществляется поэтапно, реализуется как в модулях вариативной части основной образовательной программы, так и на платных дополнительных курсах. Для каждой специальности в колледже составлена траектория получения дополнительного

образования, которая является логичным продолжением и углублением изучаемого модуля по основной программе. Каждый такой учебный блок заканчивается процедурой сдачи Международного экзамена одного из вендоров.

Говоря о сертификации, хотелось бы обратить внимание на трудности, с которыми мы столкнулись при оценивании сформированных компетенций по результатам освоения студентами учебных курсов National Instruments. Чтобы сдать экзамен даже на уровень Associate, студентам необходимо приехать в офис, и не в режиме онлайн (как эта система работает у большинства разработчиков), а в печатном варианте ответить на все вопросы контрольного теста, после чего ожидать результат в течение месяца (поскольку тесты для проверки отправляются в центральный офис компании).

Наблюдается явное противоречие: компания заинтересована в продвижении сертификации на рынок России (и это закономерно: в настоящее время ведущие компании России используют данные программные продукты, спрос большой), но система проведения сертификации не соответствует требованиям времени. Наверное, не случайно, что в России сертификацию проходят 2-3 человека в год, в то время, как в Индии, где организация сертификации проводится в режиме он-лайн, результаты и, соответственно, интерес работодателей к такому виду оценки сформированных компетенций, намного выше.

Говоря о сертификации, хотелось бы обратить внимание на трудности, с которыми мы столкнулись

На уровне преподавателей:

- Не все преподаватели готовы проходить Международную сертификацию, чувствуя недостаточный уровень знаний, несмотря на то, что имеют высокую квалификационную категорию;
- В условиях перегруженности учебной преподавательской нагрузкой, не каждый преподаватель готов выделить дополнительное время, чтобы пройти авторизованное обучение по конкретной программе;
- Непонимание преподавателями важности сертификации именно от вендора (документов, подтверждающих прохождение курсов повышения квалификации у них предостаточно)

На уровне студентов:

- Отсутствие мотивации к получению дополнительного образования, незнание современных требований, предъявляемых к молодому специалисту;
- Низкий уровень знания иностранного языка (некоторые экзамены составлены на английском языке и требуют дополнительной языковой подготовки)

И в заключение: сертификация по вендорным программам – лишь один из инструментов независимой оценки качества образования и подготовки востребованных ИКТ-специалистов в современных условиях, результаты которой дают возможность руководителю образовательного учреждения осуществлять оперативную коррекцию образовательного процесса. Что в условиях стремительного роста и развития информационных технологий является необходимым условием качественного обучения.

АКУСТИЧЕСКИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОЧИСТКИ И МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ СРЕД

Овчарук В.Н., Максимова И.С.
ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск
ovaler@ya.ru

В статье обсуждается устройство и структурная схема аппаратно-программного комплекса для очистки больших объемов сточных вод горных предприятий на базе методов акустики и нелинейной гидроакустики, варианты технических решений в этой области.

Ключевые слова: Информационно-измерительные системы, неразрушающий контроль, акустическая эмиссия, спектральный анализ

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX ACOUSTIC CLEANING AND MONITORING OF THE AQUATIC ENVIRONMENT

Ovcharuk V.N., Maximova I.S.
FGBOU VPO «Pacific National University», Khabarovsk

The article discusses the device and block diagram of the hardware-software complex for the treatment of large volumes of wastewater mining enterprises on the basis of methods of nonlinear acoustics and underwater acoustics, the technical solutions in this area.

Keywords: Information-measuring system, nondestructive testing, acoustic emission, spectral analysis

Постановка задачи

К основным природоохранным задачам, требующим безотлагательного решения, следует отнести сведение до минимума мутности воды в водоемах ниже района горных работ и сокращение объема водозабора. На стадии проектирования горных работ для определения потребности в водных и земельных ресурсах и определения количества сточных вод, их качественных характеристик, выполняется расчет водохозяйственного баланса предприятия, при этом определяется потребность воды в системах технологического и оборотного водоснабжения и расчет нормативов допустимых сбросов в водный объект.

Учитывая то, что при разработке россыпных месторождений сточные воды представляют собой минеральные суспензии с различной концентрацией взвешенных веществ илисто-глинистой фракции, расчет условий сброса загрязняющих веществ в рыбохозяйственные водоемы производится по одному показателю. Таким показателем является содержание взвешенных веществ в соответствии с «Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [3]

В инициативном порядке на предприятии ЗАО «Корякгеолдобыча» проводились эксперименты по озвучиванию больших объемов сточных вод акустическими излучателями [1]. Уникальность разработанной безреагентной акустической технологии заключается в том, что она повышает эффективность работы всех типов существующих технологических водоемов без изменения их конфигурации. При частичном изменении конфигурации горно-технических сооружений технология позволяет практически полностью отказаться от использования дорогостоящего каскада горизонтальных отстойников различного целевого назначения, особенно при высоком содержании глинистой фракции в технологических песках.

На основании проведенных экспериментов и разработанной методики по применению акустического осветления сточных вод с использованием технологий компании National Instruments был разработан аппаратно-программный комплекс (АПК), оснащенный системой мониторинга состояния водного объекта и устройством воздействия в виде излучателей и генераторов акустических сигналов специальной формы. Такая структура АПК позволяет оптимизировать режим работы очистного сооружения, и обеспечить функционирование системы, в том числе в автоматическом необслуживаемом режиме.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Программное обеспечение, входящее в состав АПК было разработаны в среде NI LabVIEW 2013. В качестве аппаратной платформы для реализации функции захвата сигнала была использована платформа NI CompactDAQ 9188 с модулями ввода-вывода NI 9223.

Описание решения

В общем виде комплекс акустической активации взвеси должен состоять из ряда базовых функциональных блоков, которые могут дополняться техническим оборудованием под задачи конкретного производственного процесса [2].

Основной блок - излучатели акустических сигналов низкочастотного и среднечастотного звукового диапазона, электронные усилители мощности и задающие генераторы с блоком дистанционного управления устанавливаются на местности (Рис.1). При этом, в соответствии с методикой и проектными данными на отработку месторождения, должны быть определены конфигурация и объемы очистных сооружений, рабочих и фильтрационных отстойников, известен гранулометрической состав породы и нормативы допустимых сбросов взвешенных веществ. Там же задаются параметры направленности, частоты и интенсивности излучения акустических волн

Рисунок 1 – Схема размещения основных компонент многоканальной системы очистки и мониторинга

Аппаратура устанавливается на бортах отстойников и снабжается автономным источником питания. АПК позволяет объединять в единую сеть разрозненные базовые

станции, охватывая, таким образом, довольно значительную площадь. Эффективность работы очистного сооружения согласно изначально заданным параметрам определяется скоростью осаждения взвешенных веществ. Для оперативного мониторинга состояния водного объекта в качестве измерительной аппаратуры используется полевая лаборатория (погружной датчик, контроллеры) и камера наблюдения.

На рис. 2 приведена схема установки погружного датчика на границе водоема для обемпечения регистрации праметров содержания взвешенных веществ. Система обеспечена каналом связи с базовой станцией (GPS, Ethernet) для оперативного управления процессами акустической активации либо снятия параметров взвеси при осуществлении мониторинга очистки сточных вод.

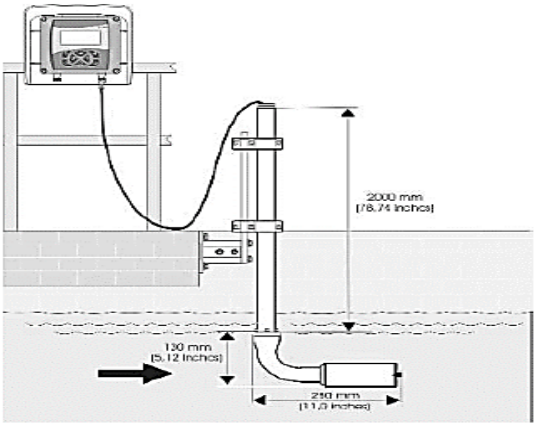


Рисунок 2 – Вариант стационарной установки погружного датчика SOLITAX-es в водоем для снятия параметров содержания взвешенных веществ

Программное обеспечение комплекса выполнено в среде LabVIEW и формирует управляющие сигналы излучателей по заданному оператором алгоритму. Оператор корректирует программу на основании данных мониторинга основных параметров (содержание взвешенных веществ), осуществляет передачу данных на базовую станцию оператора. Система регулирования интенсивности акустического излучения на базе контроллера ПК и устройств ввода-вывода может управляться как оператором, так и автоматически в соответствии программой (рис. 3).

Рисунок 3 – АПК на базе платформы NI CompactDAQ и систем с распределенными параметрами

Полученные результаты и перспективы развития

Таким образом, экспериментально установлено, что наиболее эффективными техническими решениями в области очистки больших объемов сточных вод на современном этапе могут быть аппаратно-программные комплексы на базе методов

акустики и нелинейной гидроакустики, обеспечивающие оптимальные экологические и технико-экономические характеристики процесса очистки как технологических так и сточных вод горных предприятий. Кроме того, установка может работать в системе мониторинга на любых прудах- отстойниках поверхностного стока, так как показала свою эффективность при осветлении резервуаров ливневой канализации на нефтеналивном терминале в п. Де-Кастри (Exxon Neftegas Limited), расположенном на полуострове Клыкова в заливе Чихачева.

Список литературы

1. Бахарев С.А., Максимова И.С. Акустическая технология очистки оборотных и сточных вод от взвешенных веществ / Петропавловск-Камчатский, 2005г. Материалы VI научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей».
2. Максимова И.С., Овчарук В.Н. Анализ физических механизмов акустического осветления высокодисперсных суспензий / Хабаровск, издательство ТОГУ 2010г, Материалы конференции «Физика: Фундаментальные и прикладные исследования»
3. Приказ Минприроды Российской Федерации от 17.12.2007г. об утверждении «Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей»

ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ ВИБРО-АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Махов В.Е., * Орлов Д.В.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
*wmahov@gmail.com, *worlov@rambler.ru*

На базе компьютерных технологий разработан комплексный виртуального прибора вибро- диагностики механизмов и машин. Приведены примеры диагностики двигателей внутреннего сгорания. Предлагается отображать длительные сигналы в виде кадров изображения. Показано, что использование технологии виртуальных приборов и современных алгоритмов математического анализа сигналов позволяет эффективно реализовать диагностику и мониторинг технического состояния работающих механизмов и машин.

Ключевые слова: вибро диагностика, частотно-временной анализ, вейвлет анализ, непрерывное вейвлет преобразование, НВП.

DETECTION OF DEFECTS IN MACHINES VIBROACOUSTIC DIAGNOSTICS

Makhov V.E., Orlov D.V.
St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg

On the basis of computer technologies was developed a complex virtual instrument vibration diagnostics of machines and mechanisms. Examples diagnostics of internal combustion engines. is proposed to display the duration of signals in the form of image frames. It is shown that the use of virtual instrumentation and advanced algorithms of mathematical analysis of signals effectively diagnosing and monitoring the technical condition of the working mechanisms and machines.

Keywords: vibration diagnostics, the time-frequency analysis, wavelet analysis

Вибро- диагностика является мощным средством контроля состояния сложных технических систем [1], что позволяет реализовать непрерывный мониторинг технических систем и механизмов в процессе эксплуатации. Математические методы обработки сигналов позволяют реализовать высокую чувствительность определения возмущающих воздействий дефектов механизмов. Решение вопросов регистрации и обработки сигналов на базе компьютерных технологий позволит широко использовать вибро- акустическую диагностику технического состояния сложных технических систем.

Целью рабаты является разработка аппаратно- программных средств вибро-диагностики работающих механизмов на базе технологий виртуальных приборов фирмы National Instruments (NI), создание методики диагностики для диагностики и мониторинга сложных механических систем в процессе эксплуатации.

Исследования проводились с использованием среды программирования NI LabVIEW с модулями LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit. Был разработан исследовательский виртуальный прибор (ВП) акустического контроля, алгоритм работы которого представлен на рисунке 1а, внешний вид лицевой панели (ЛП) - на рисунке 1б. Работа ВП задается последовательностью действий пользователя (рисунок 1б).

ВП позволял получать сигнал заданной длительностью с внешнего датчика *2* (рисунок 1а), подключенного к звуковой карте или устройству сбора данных, отображать его на графике ЛП (рисунок 1б). Альтернативно можно получить сигнал из ранее сохраненного сигнала (файла) *3*. Сигнал можно воспроизвести на компьютере *4*, нормировать (цифровое усиление) *5*. В любой последовательности можно выполнять доступные действия, такие как фильтрацию сигнала *6* и отображение спектра *7,* обработку и анализ сигнала. Для фильтрации сигнала можно выбрать топологию фильтра, его порядок (n), тип фильтра, верхнюю и нижнюю границу частот (f_L, f_H). ВП позволял проводить многократные доступные на каждом этапе действия получения и анализа, в том числе анализ его фрагмента. В ВП реализованы также методы объединенного частотно-временного (JTFA) и вейвлет анализа *9-12*, которые отображаются на второй и третьей закладках ЛП ВП.

Экспериментальные исследования проводились на автомобильных двигателях внутреннего сгорания (рисунок 2): VTi120 (1.6 л); THP150 (1.6 л); TSi (1.4 л). Известным дефектом является растяжение цепи ГРМ, что вызывает уход фаз газораспределения. Показано, что дефект растяжения цепи вызван выработкой штампов звеньев в процессе производства, приводящий к их истиранию и увеличению зазоров в звеньях.

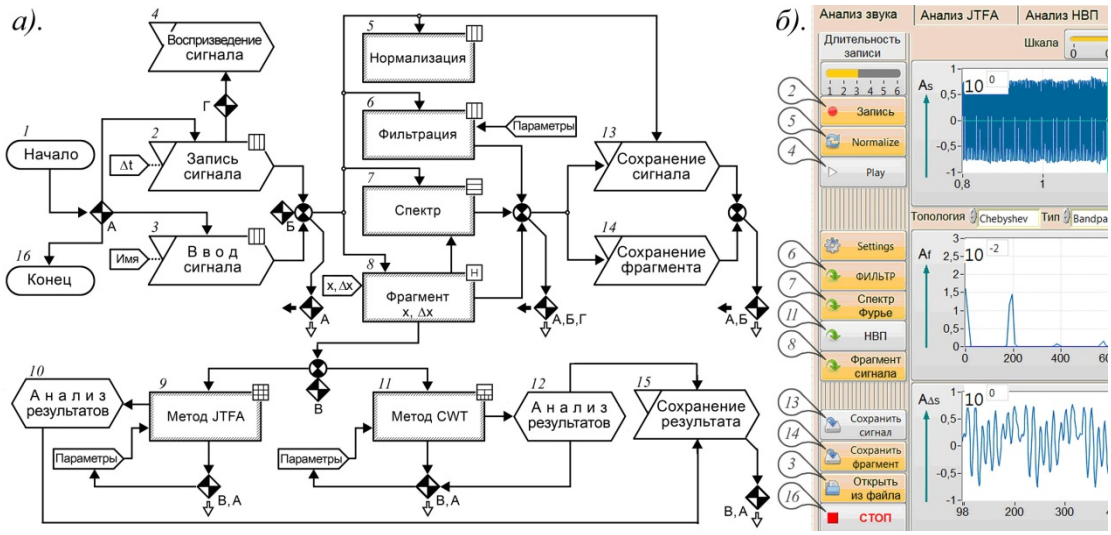


Рисунок 1 – ВП акустического контроля: *а)*. Структурная схема; *б)*. Фрагмент ЛП ВП

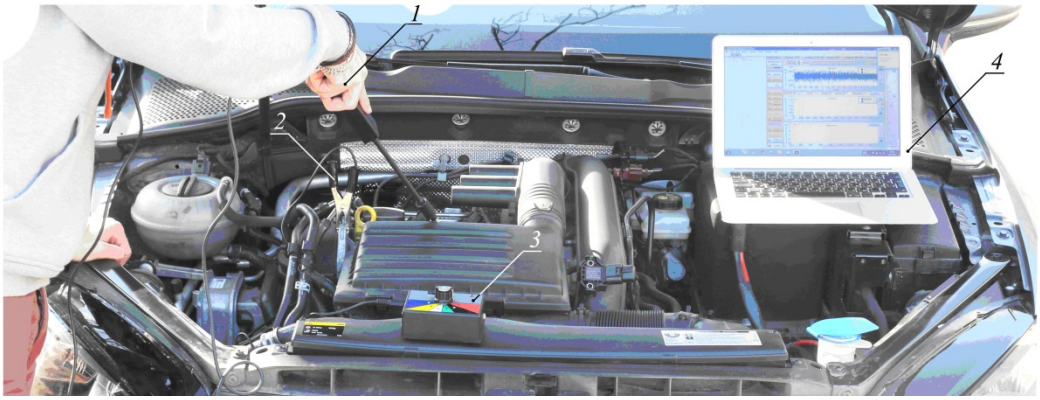


Рисунок 2 – Вибро- диагностика двигателей автомобиля VW Golf 7 (TSi 1.4):

Частотно-временной анализ сигналов показал, что для каждого двигателя имеются специфические особенности сигналов (рис. 3), связанные с работой клапанного механизма газораспределения.

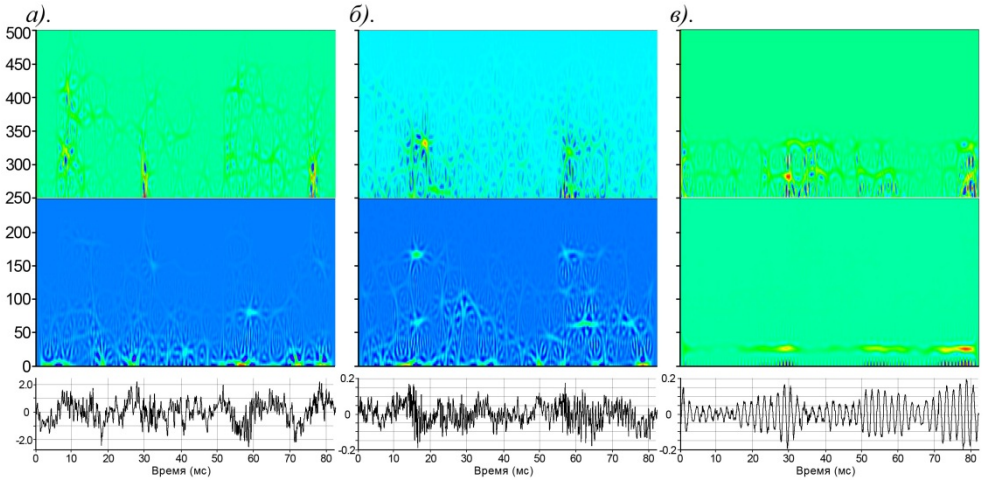


Рисунок 3 – Спектрограммы Габора 5-го порядка фрагмента сигналов с корпусов двигателей: *а)*. Сигнал VW Golf; *б)*. Снал Citroen C5; *в)*. Сигнал стадии прогрева Citroen C4

Наибольшей информативностью обладает низкочастотная область спектрограммы, высокочастотная область отображает воздействие узлов механической части двигателя. Для визуализации длительных сигналов предлагается формирования кадра изображения вибро- сигнала, который отображает артефакты за длительный период времени (рисунок 4). Синхронизация начала строк с основными периодами колебаний позволяет наблюдать динамику сигнала. ВП позволял выделение и анализ, как строк, так и столбцов изображения. В режиме синхронизации (целого числа основных периодов в строке) осуществлять формирования композитного (усредненного по времени) сигнала, что соответствует устранению факторов шума, более достоверному выделению доминантной информационной составляющей. Таким образом, технологий фирмы NI позволяют создавать многофункциональные приборы получения и анализа вибро- сигналов, что расширяет сферы применения методов вибро- акустики для диагностики технического состояния работающих механизмов и машин.

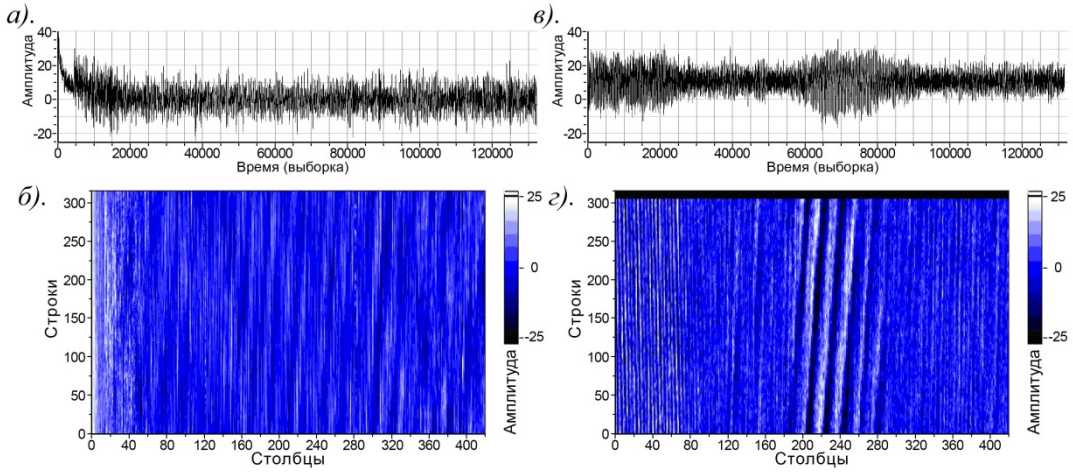


Рисунок 4 – Анализ вибро- сигнала двигателя:
а) сигнал TSi 1.4, *б)* кадр сигнала TSi 1.4, *в)* сигнал THP150, *г)* кадр сигнала THP150,

Разработанная система контроля и мониторинга успешно внедрена в ОАО «Информатика» (г. Санкт-Петербург). Планируется создание серии аналогичных систем.

Список литературы

1. Иванов Н. И., Никифоров А. С. Основы виброакустики / Н.И.Иванов, А.С.Никифоров - СПб. : Политехника, 2000. - 482 с.

КАЛИБРОВКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Махов В.Е., * Репин О.С.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
*wmahov@gmail.com, * wrepin@rambler.ru*

Исследованы алгоритмы калибровки оптико-электронных измерительных систем с матричными фотоприемниками по штриховым мерам на базе алгоритмов определения максимумов коэффициентов непрерывного вейвлет- преобразования (НВП). Показано, что вейвлет Mexican Hat детектирует центры штрихов меры, что соответствует нормам метрологической аттестации оптических измерительных систем.

Показано, что использование алгоритмов НВП позволяет проводить калибровку с точностью 0.1 пикселя, что в 10 раз выше точности визированием по штрихам.

Ключевые слова: непрерывное вейвлет преобразование, НВП, линейная мера, объект микрометр.

CALIBRATION OPTOELECTRONIC MEASURING SYSTEMS

Makhov V.E., Repin O.S.
St. Petersburg State Polytechnic University

The algorithm of calibration of optoelectronic measuring system, with matrix photo detectors on the bar measures on the basis of algorithms for determining maxima coefficients continuous wavelet transform (CWT). It has been shown that Mexican Hat wavelet detects centers strokes action that complies with metrological certification of optical measuring systems. It is shown that the use of algorithms CWT allows calibration to within 0.1 pixel that is 10 times higher precision sight on the finishing touches.

Keywords: Continuous wavelet transform, CWT, linear measure, object micrometer.

Для систем технического зрения в измерительных задачах важным является вопрос калибровки оптической системы, обеспечивающих метрологические характеристики измерений. Калибровочные эталоны выполняются в виде штриховых мер с заданными расстояниями между штрихами (объект микрометры, окуляр - микрометры). Расстояние между штрихами меры выполняются с высокой точностью, в то время как ширина штриха имеет значительный допуск. Штрихи выполняются тонкими, что при их регистрации матричными фотоприемниками вызывает повышенное соотношение сигнал/шум. Использование алгоритмов на базе математических методов аппроксимации и регрессии [1] повышает точность детектирования границ изображения. Использование методов вейвлет преобразования распределения освещенности (НВП) [2] дает большую точность детектирования границ в изображении и измерение их линейных размеров [3], детектирование границ малоразмерных объектов ранее не исследовался.

Разработка и исследование высокоточных калибровочных алгоритмов для систем технического зрения позволит применить известную методику метрологической аттестации оптических систем для измерения линейных размеров, что дает возможность их использованию в промышленном производстве.

Исследования проводились с использованием среды программирования NI LabVIEW 2012 с модулями LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit 2012, NI Vision Acquisition Software, приложение фирмы NI Vision Assistant (версия 2012 г.), драйверы NI DAQ9.6 и IMAQ 4.6.4.

Для проведения исследований был разработан исследовательский ВП, который позволял исследовать различные модели профиля распределения освещенности в изображении ряда штрихов, влияния факторов шума, на результат определения координат штрихов, методом НВП, анализа кривых коэффициентов НВП. В качестве тестовых моделей выбирались сигналы, представляющих собой равномерную серию трапецеидальных с выпуклыми вершинами импульсов. На рисунке 1а представлена выборка (256 точек) исходного модельного (1) и зашумленного сигналов (2), а также первая производная модельного сигнала (3). На рисунке 1б представлен график интенсивности НВП для исходного сигнала, на рисунке 1в - кривые коэффициентов НВП для исходного (1) и зашумленного сигнала (2). При моделировании шума использовались функции NI LabVIEW, реализующие белый (Uniform White Noise PtByPt.vi), гауссовский белый (Gaussian White Noise PtByPt.vi) и периодический случайный шум (Periodic Random Noise PtByPt.vi). Вычислительные эксперименты

показали, что максимумы кривых коэффициентов НВП вейвлета "MtxicanHat" в отсутствии шума точно определяют координаты центра штриха. Этот факт объясняется тем, что временной образ вейвлета "MtxicanHat", симметричен, имеет форму с тремя осцилляциями. Частотный образ этого вейвлета оптимален для подавления шума.

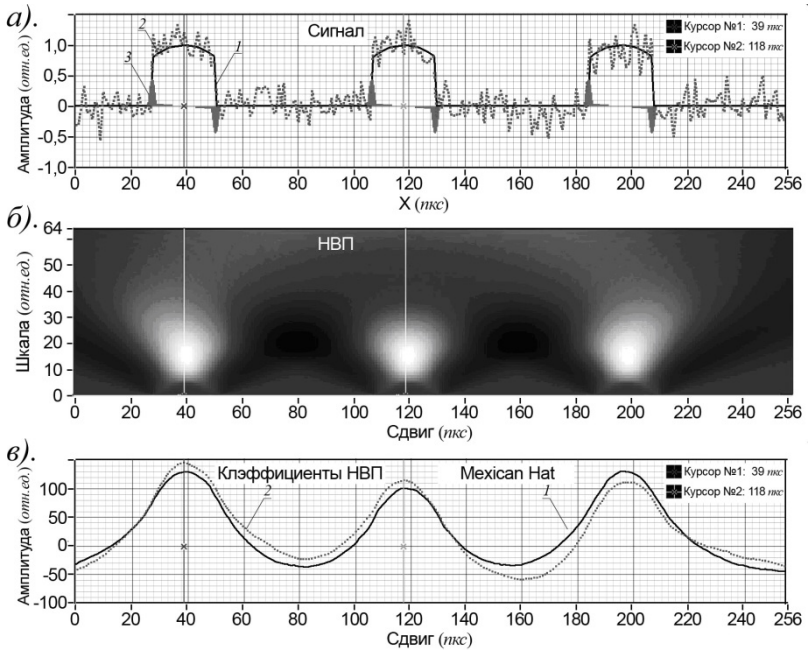


Рисунок 1 – Преобразование тестовых сигналов:
а) модельный сигнал без шума (1), с гауссовский белым шумом (2), производная сигнала без шума (3); *б)* график интенсивностей НВП сигнала без шума; *в)* кривые коэффициентов НВП сигнала без шума (1), с гауссовский белым шумом (2).

Для экспериментальной проверки вычислительных экспериментов использовался цифровой микроскоп OITEZ DP-M07-200 с цветной КМОП матрицей 2 *Мпикс* (1/3"), дающей разрешение 1600 x 1200 *пкс*^{2} (размер пикселя 3 *мкм*). Оптическая схема измерений микроскопом представлена на рисунке 2а, конструкция сенсора на рисунке 2б. В качестве эталонных мер (образцов) была использована измерительная линейка размером 5 x 5 *мм* (цена деления линейки составляла 0.2 *мм*) на прозрачной подложке, мира №1, объект микрометр ОМО (0.001 *мм*) ГОСТ 7513-55.

Изображение образцов мер регистрировалось контактом осветителя цифрового микроскопа с их поверхностью, что позволяло получить фокусировку при двух положениях объектива (рисунок 2а) при заданном расстоянии до плоскости базирования (*d*), (два увеличения $\beta_1 = 1/\beta_2$). При этом для второго и третьего образца плоскость наводки смещалась в сторону объектива на Δx_2 = 3.4 *мм* и Δx_3 = 0.515 *мм* соответственно, что изменяло линейное увеличение оптической системы β_1 и β_2:

$$f' = \frac{d - \Delta x}{2 + \beta_1(\Delta x) + \beta_2(\Delta x)}.$$

Объект микрометр (ОМ) является метрологическим измерительным средством для аттестации оптических микроскопов, Длина основной шкалы ОМ 1±0,0005 *мм,* расстояние между серединами соседних штрихов первых десяти интервалов основной шкалы 0,005±0,0003 *мм*, предел допускаемой абсолютной погрешности ОМ, ±0,0001 *мм*, ширина штрихов шкалы 0,002±0,0005 *мкм*.

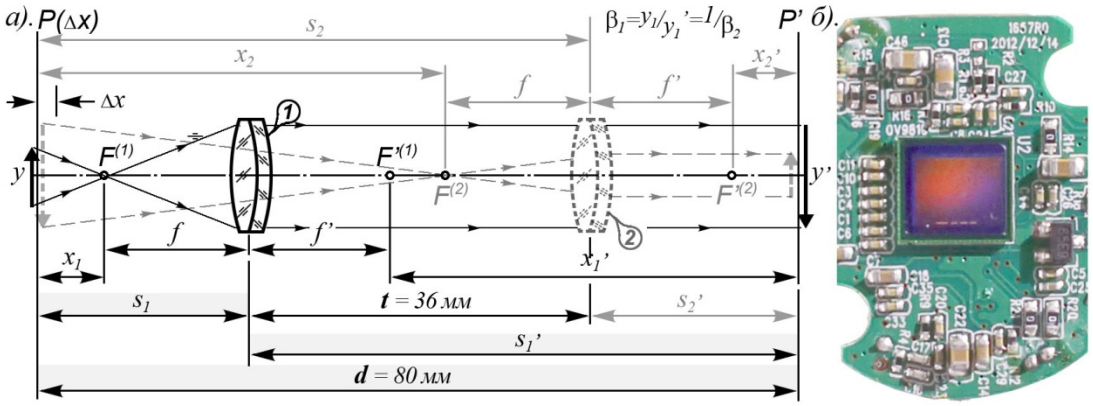


Рисунок 2 – Конструкция микроскопа OITEZ DP-M07-200:
а) Оптическая схема микроскопа; *б)* Конструкция узла приемника

Проведено сравнение результатов измерений с многократными денсиметрическими исследованиями полученных изображений и методом визуального совмещения визирной линии в графическом редакторе с центром штрихов. В качестве критерия достоверности полученных результатов, изображение получалось при двух линейных увеличениях (β_1, β_2). Результаты исследований показали совпадение результатов измерений в центральной части изображения с точностью 0.1 *пикс*.

Разработанная система калибровки внедрена в учебном процессе в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, по дисциплине "Технические измерения и приборы".

Список литературы

1. Махов В.Е., Потапов А.И. Использование алгоритма непрерывного вейвлет-преобразования в системах технического зрения // Изв. вузов. Приборостроение, 2011, т. 54, № 9. - С. 10 – 15.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам / Пер. с англ. Е.В. Мищенко. Под ред. А.П. Петухова // М.: РХД, 2001. – 464 с.
3. Махов В.Е., Потапов А.И. Использование алгоритмов вейвлет анализа для построения оптических измерительных систем // Контроль. Диагностика, 2013, № 1. С.12–21.

ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ХИЩЕНИЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Чухров А.А., *Минзов А.С.
Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
*alexeych0@gmail.com, *9083083@rambler.ru*

Применение технологий data mining в области обнаружения мошенничества привело к успехам в выявлении мошеннических транзакций в банковской сфере и электронной коммерции. В тоже время, несмотря на актуальность проблемы хищения энергии, на данный момент, отсутствует сама формулировка задачи обнаружения хищений, используя имеющиеся в энергетических компаниях потоки данных. В этой статье представлено исследование проблемы хищения энергии, анализ имеющихся потоков данных, возможности и проблемы использования этих данных для обнаружения фактов хищения энергии.

Ключевые слова: экономическая безопасность, энергетика, data mining.

PROBLEMS OF ENERGY THEFT DETECTION USING DATA MINING

Chukhrov A.A., *Minzov A.S.
Dubna, International University of Nature, Society, and Man

The application of data mining in fraud detection has led to advances in detection of fraudulent transactions in banking and e-commerce. At the same time, despite the urgency of the problem of energy thefts, currently, there is no formalization of task to detect them, using existing data streams in energy companies. This paper presents a study of the problem of energy thefts, analysis of the available data streams, opportunities and challenges of using these data to reveal the facts of energy thefts.

Keywords: economic security, power utilities, data mining.

Одним из главных показателей эффективности топливно-энергетического комплекса является поддержание потерь при передаче и потреблении энергии на минимальном уровне. Основным видом таких потерь является хищение энергии, которое приводит к убыткам энергетической компании, в размере превышающим 4% (в некоторых случаях достигающие 15%) от общей выручки [1].

Важно разделить хищение энергии на два основных вида - несанкционированное подключение к сети без договора с энергокомпанией, и занижение реального расхода энергии. Для борьбы с несанкционированным подключением в настоящее время используются балансовые замеры выходной мощности, если она меньше установленной, формируется группа, которая занимается поиском утечек. В рамках данной статьи рассматривается проблема противодействия мошенническим схемам, направленным на занижение реального расхода, которые обнаружить гораздо сложнее.

Трудности обнаружения фактов безучетного потребления энергии связаны с большими объемами поставляемой энергии, большим количеством потребителей, наличием технических потерь при поставках, также разные подсети имеют разные нагрузки [1].

В настоящее время все более широкое распространение получают умные сети. Умные сети – это проект, направленный на модернизацию оборудования распределительных подсетей и замену устаревших приборов учета на современные умные счетчики, которые позволяют снимать показания дистанционно, с частотой раз в 15 минут, что дает огромные объемы данных, примерно 2880 замеров в месяц на одного потребителя.

Не смотря на то, что умные счетчики содержат более современную защиту от вскрытия и механического воздействия, по опыту внедрения в США и странах европейского союза, умные сети абсолютно не решают проблему хищений энергии. По данным отчета ФБР [3], в интернете широко распространены различного рода прошивки, позволяющие любому человеку со средними компьютерными навыками перепрограммировать процесс учета. Также умные сети не противодействуют одной из самых распространенных мошеннических схем – подключение мощности до прибора учета, в основном с помощью скрытой проводки.

Однако, важным преимуществом умных сетей, является то, что они собирают данные, которые можно подвергать анализу. В таблице 1 представлены переменные, которые заносятся в базу энергетической компании при каждом автоматическом замере [2].

Переменные разделены по категориям на динамические, значения которых меняются с каждым замером, и статические, значения которых не изменяется.

Динамические переменные наиболее важны, так как они показывают поведение потребителя, и именно их и следует анализировать.

Таблица 1

Структура данных считываемых умным счетчиком

Переменная	Описание	Категория
Consumer ID	Уникальный идентификатор потребителя	Статическая
Timestamp	Время замера	Динамическая
Consumption	Потребленная энергия (Кв/Ч)	Динамическая
Demand	Нагрузка подсети	Динамическая
Fee Class	Тариф	Статическая

Наиболее общая методология выявления аномалий в данных следующая:

1. Формируются образец нормальных и мошеннических транзакций.
2. Предобработка данных.
3. Применение методов data mining и создание правил принятия решений.
4. Проверить какие клиенты попадают под правило «мошенничество».

Проблема в этой методологии, применительно к задаче обнаружения хищений энергии, возникает уже на первом шаге, невозможно однозначно отнести данные к правильным или неправильным, т.к. потребление, которое может быть ненормальным в рамках одного профиля поведения клиента является нормальным для другого. Таким образом, создание базы данных содержащей мошеннические транзакции, и вывод из этой базы правил – практически невозможная задача. Для решения этой проблемы, необходимо понять цель и поведение недобросовестного потребителя, и на основе этого строить подход по выявлению аномалий.

Данные потребления энергии можно представить следующим образом: $X_1, X_2, \ldots$, где X_i – потребление энергии за *i*-й замер. Воздействовав на прибор учета недобросовестный потребитель может посылать произвольные данные потребления $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, \ldots$ Однако, заинтересованный в своей денежной выгоде, он будет стремится уменьшить значение потребления. Таким образом, предполагая, что отчетный период состоит из *N* замеров, ложные данные удовлетворяют условию:

$$\sum_{i=1}^{N} \tilde{X}_i < \sum_{i=1}^{N} X_i \qquad (1)$$

Условие (1) показывает поведение недобросовестного потребителя. Отсюда следует то, что необходимо искать в данных – занижение потребления и резкие скачки потребления в сторону его меньшего среднего значения.

Таким образом, требуется анализировать среднее значение потребления клиента в сравнении с его историческим значением, и находить данные, которые не вписываются в профиль поведения клиента. Алгоритм кластеризации, который может использоваться для этой задачи – самоорганизующиеся карты Кохонена (Self-Organized Maps, SOM) [4]. Одной из особенностей этого алгоритма является то, что кластеризация происходит без учителя, т.е. ненужно задавать информацию о кластерах, их количество и т.д., что позволяет обрабатывать данные в потоке, что является необходимым для данной задачи.

Однако, наличие скачков и резкое падение потребления клиента еще не означает факт мошеннических действий, но уже может являться некоторым индикатором.

Также, данные о потреблении нестабильны, и нужно это учитывать. С одной стороны можно выявить некоторые закономерности. К примеру, мы знаем, что зимой потребление в среднем больше чем летом. С другой стороны, потребление является непредсказуемым. Например, в выходной день по сравнению с рабочим, потребление может быть больше, либо полностью отсутствовать. Эта особенность может внести искажения в результат.

Таким образом, предложенный подход решает лишь часть проблем и должен быть доработан, а сама методология улучшена. Описанные в этой статье проблемы являются актуальными, и их решение позволит создавать эффективные системы противодействия мошенничеству.

Список литературы

1. Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии. Москва: ЭНАС, 2011
2. Evandro Caldeira, Gabriel Brandão, Hudson Campos, Characterizing and evaluating fraud in electronic transactions. Proceedings of the 2012 Eighth Latin American Web Congress, 2012
3. Smart meter hacks likely to spread [Электронный ресурс]: http://krebsonsecurity.com/2012/04/fbi-smart-meter-hacks-likelyto-spread/ (актуально 03.03.2015)
4. Tan P., Steinbach M., Kumar V. Introduction to Data Mining. N.Y.: Addison Wesley, 2005

Секция 3
ЭЛЕКТРОНИКА И РАДИОТЕХНИКА

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ И DC/DC-КОНВЕРТЕРОВ

Белова М.П., Шарипова А.Р., Колосова А.С., Борисов А.Я.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва
mpbel@spels.ru

В статье рассматривается усовершенствованная автоматизированная система одновременного контроля параметров группы стабилизаторов напряжения и DC/DC-конвертеров при проведении исследований на основе применения оборудования «PXI» фирмы National Instruments. Приведены характеристики разработанного комплекса и его преимущества.

Ключевые слова: PXI, стабилизатор напряжения, DC/DC-конвертер.

IMPROVED AUTOMATED TEST SETUP FOR PARAMETRIC AND FUNCTIONAL CONTROL OF VOLTAGE REGULATORS AND DC/DC-CONVERTERS

Belova M.P., Sharipova A.R., Kolosova A.S., Borisov A.Y.
National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute)

This article describes an improved automated test setup for simultaneous group parameters control of voltage regulators and DC/DC-converters based on the National Instruments PXI family equipment. Shows the characteristics of developed system and its advantages.

Keywords: PXI, voltage regulator, DC/DC-converter

Одной из важных задач при разработке аппаратуры промышленного и специального назначения является создание эффективной системы электропитания. Основой современной системы питания, как правило, являются стабилизаторы напряжения и преобразователи постоянного напряжения (СН и ПН). В связи с этим актуальной является задача контроля параметров и функционирования СН и ПН в ходе исследований и выявления наихудшего случая работы объекта[1,4].

Работа посвящена усовершенствованию автоматизированной системы одновременного контроля параметров группы СН и/или ПН при проведении исследований [3].

При усовершенствовании использовался предыдущий опыт создания автоматизированного комплекса, а так же аналогичные готовые решения для исследований стабилизаторов напряжения [2,3]. В результате для решения поставленной задачи было выбрано модульное оборудования стандарта PXI (ф. National Instruments). Программная часть автоматизированного комплекса создавалась в среде программирования NI LabVIEW 8.6.

После анализа типовых схем включения определен минимальный необходимый набор измерительных устройств: вольтметр, источник питания и амперметр.

Требования к разрабатываемой системе предъявлялись с учетом следующих условий:

- диапазоны измеряемых параметров (приведены в табл. 1);

- необходимость измерять параметры и критерии работоспособности одновременно нескольких образцов СН и / или ПН для экономии времени при проведении долговременных исследований.

В результате анализа номенклатуры модульных приборов были выбраны следующие устройства:

- в качестве источника питания – NI PXI-4110,
- в качестве вольтметра - NI PXI-6259;
- в качестве амперметра - NI PXI-4071.

Таблица 1

Параметры-критерии современных СН и DC/DC конвертеров

№ п/п	Наименование параметра, единица измерения	Диапазон	
		от	до
1	Выходное напряжение, В	0,5	30
2	Нестабильность по напряжению, мВ	0,2	1000
3	Нестабильность по току, мВ	0,2	1000
4	Ток потребления, мА	0,001	7500
5	Ток потребления в выключенном состоянии, мА	0,0001	200

Структурная схема системы аппаратно-программного комплекса представлена на рис. 1.

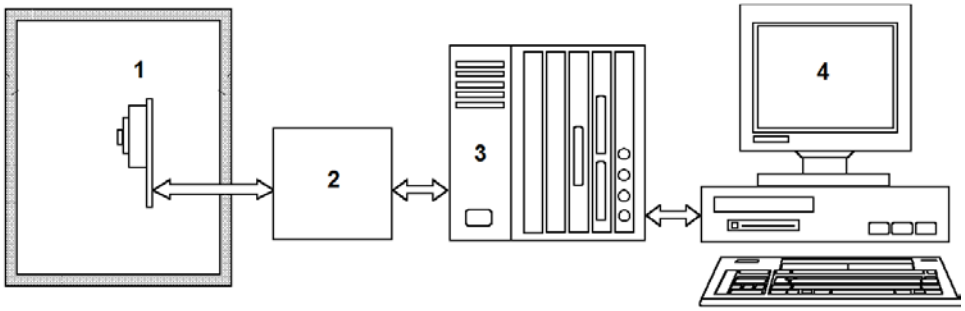


Рисунок 1 – Структурная схема аппаратно-программного комплекса для исследований микросхем: 1 – плата с испытываемыми образцами; 2 – блок управляемых нагрузок; 3– измерительный блок ; 4 – персональный компьютер.

Измерительный блок включает в себя два источника напряжения для питания образцов (объединенные 1 и 2 каналы PXI-4110), два источника напряжения для управления программируемой нагрузкой (нулевые каналы PXI-4110), вольтметр и амперметр. Один из источников напряжения для питания образцов одновременно с амперметром с помощью электромагнитных реле подключается к одному из образцов для измерений его параметров-критериев и находится в ждущем режиме после измерений. Во время какого-либо воздействия СН или ПН питаются одним источником питания, и в режиме реального времени контролируются их выходное напряжение и общий входной ток.

В процессе исследований объект подвергается какому-либо воздействию в режиме, заданном оператором, с периодическим контролем параметров.

Измерительный блок управляется из среды LabVIEW, установленной на персональном компьютере. Такая схема предполагает реализацию возможности удаленного доступа к проведению различных исследований. На рисунке 2 представлена общая логическая структура программы.

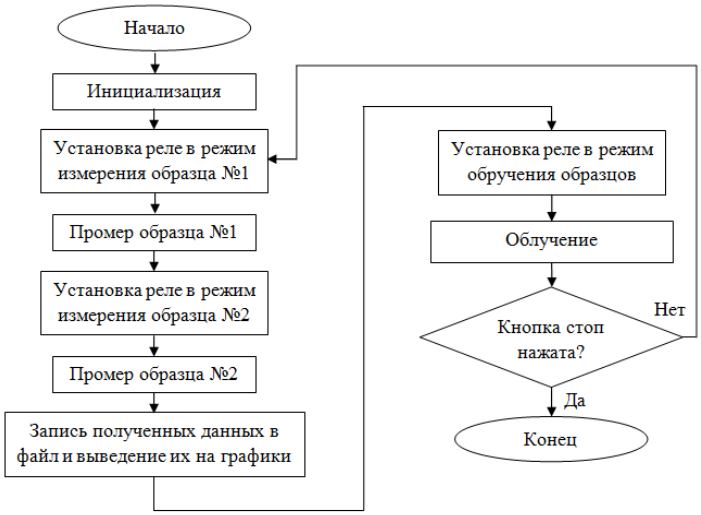


Рисунок 2 – Общая логическая структура программы

Программа предназначена для одновременного контроля характеристик группы стабилизаторов напряжения в ходе различных исследований. Преимущества данного измерительного комплекса:

- используются только 4 прибора;
- без наращивания количества приборов можно одновременно исследовать до 9 микросхем стабилизаторов напряжения;
- имеется возможность контролировать параметры-критерии нескольких разных типов стабилизаторов, т.к для каждого образца можно задать свои режимы измерения;
- полученные данные легко обрабатываются в среде MS Excel;
- возможность удаленного контроля за исследованиями;

Вывод

Разработанная система контроля параметров позволяет на порядок сократить время проведения долгосрочных исследований и на данный момент уже внедрена в одном из ведущих испытательных центрах – ИЭПЭ НИЯУ МИФИ.

Автор выражает благодарность коллективу ИЭПЭ НИЯУ МИФИ и АО «ЭНПО СПЭЛС» за помощь при подготовке материалов работы.

Список литературы

1. Кессаринский Л.Н., Бойченко Д.В., Никифоров А.Ю. Анализ радиационного поведения импульсных стабилизаторов напряжения. // Микроэлектроника. – М.: Наука. – том 41, №4 – 2012, с.251-258.

2. Л.Н. Кессаринский, М.А. Соковишин, А.Я. Борисов. Автоматизированный контрольно-измерительный стенд для испытаний аналоговых и силовых ЭРИ // Инженерные и научные приложения на базе технологий National Instruments – 2012: Сборник трудов XI международной научно-практической конференции, 2012, с. 26-28.

3. М.П. Белова, Д.В.Печенкина, А.Я. Борисов, Л.Н. Кессаринский, Д.В. Бойченко. Автоматизированный испытательный комплекс для контроля параметров стабилизаторов напряжения и DC/DC-конвертеров // Сборник трудов XIII международной научно-практической конференции, Москва 19-20 ноября 2014г. – М.: LVR Пресс, 2014. - с. 85-87

4. Leonid Kessarinskiy, Dmitry Boychenko, Alexander Nikiforov. LINEAR AND SWITCHING DC-DC CONVERTERS TID HARDNESS INVESTIGATION. // BOOK OF ABSTRACTS RAD 2014 - MAY 27 – 30, 2014, P. 448.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Беспалов Н.Н., Ильин М.В., Капитонов С.С., Лысенков А.Е.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье приводятся результаты моделирования группового параллельного соединения силовых полупроводниковых приборов. В качестве основы для разработки программы моделирования использовалась электротепловая модель силовых полупроводниковых приборов различных конструкций. Моделирование осуществлялось в специальной разработанной авторами программе. Разработка программы осуществлялась в среде программирования LabVIEW. Моделирование осуществлялось на основе измеренных электрических и тепловых параметров и характеристик реальных силовых диодов типа Д161-200.

Ключевые слова: силовой полупроводниковый прибор, групповое соединение, моделирование.

SIMULATION OF PARALLEL CONNECTIONS OF POWER SEMICONDUCTOR DEVICES

Bespalov N.N., Ilyin M.V., Kapitonov S.S., Lysenkov A.E.
National Research Ogarev Mordovia State University

Abstract. The article presents the results of the simulation group parallel connection of power semiconductor devices. As a basis for the development of a simulation program used Electricity and model of power semiconductor devices of various designs. The modeling was done in a special program developed by the authors. Development of the program was carried out in the programming environment LabVIEW. The modeling was done on the basis of the measured electric and thermal parameters and characteristics of real power diodes type D161-200.

Keywords: power semiconductor device, group connection, simulation.

Групповое параллельное соединение силовых полупроводниковых приборов (СПП) нашло широкое применение в сильноточных электрических преобразователях. Однако при производстве приборов наблюдается технологический разброс электрических и тепловых параметров, и характеристик однотипных СПП. Таким образом, их параллельное соединение без введения дополнительных выравнивающих устройств, приводит к существенному различию в величинах протекающих токов и как следствие, температуры T_j полупроводниковых структур (ПС). Это обусловливает различие надежности параллельно соединенных СПП.

Нами была разработана программа моделирования группового соединения на основе измеренных и определенных в процессе стендовых испытаний величин электрических параметров вольт-амперной характеристики (ВАХ) в состоянии высокой проводимости и тепловых параметров конкретных однотипных СПП. Оценка состояния приборов в группе осуществляется путем моделирования электрических и тепловых процессов во времени. Модель электротепловых процессов, разработанная в [1], была использована при разработке данной программы. Для расчёта температур ПС

приборов был применён метод расчёта на основе интеграла Дюамеля.

Исходной информацией для программы являются результаты измерения, предоставляемые устройством АДИП–6 [2]. Комплекс АДИП – 6 выполнен на основе программно-аппаратного обеспечения компании National Instruments и патента РФ [3].

Для сравнения электротепловых процессов в СПП с различными электротепловыми характеристиками на основе разработанной программы моделирования проведено исследование двух групп параллельно соединенных диодов Д161-200. Каждая группа состояла из трех приборов. Моделирование проводилось при общем постоянном токе группы СПП в состоянии высокой проводимости равным 400 А. Исходные электротепловые зависимости и параметры групп №1 и №2 приборов приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Параметры диодов Д161-200

№ СПП	Группа № 1		Группа № 2	
	ТКН, мВ/^{0}С	R_{thjc}, ^{0}С/Вт	ТКН, мВ/^{0}С	R_{thjc}, ^{0}С/Вт
1	0,911·lg(I_F)–2,324	0,09	0,911·lg(I_F)–2,324	0,09
2	0,577·lg(I_F)–2,094	0,082	0,911·lg(I_F)–2,324	0,082
3	0,514·lg(I_F)–2,03	0,083	0,911·lg(I_F)–2,324	0,083

На рисунке 1 приведены ВАХ приборов при исходной температуре 20 ^{0}С. Вертикальной линией 4 отображается рабочая точка группы по напряжению U_F.

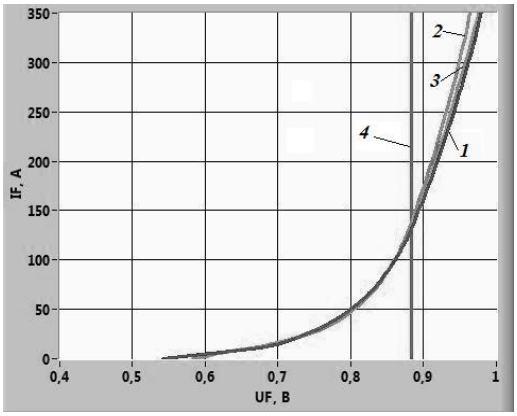
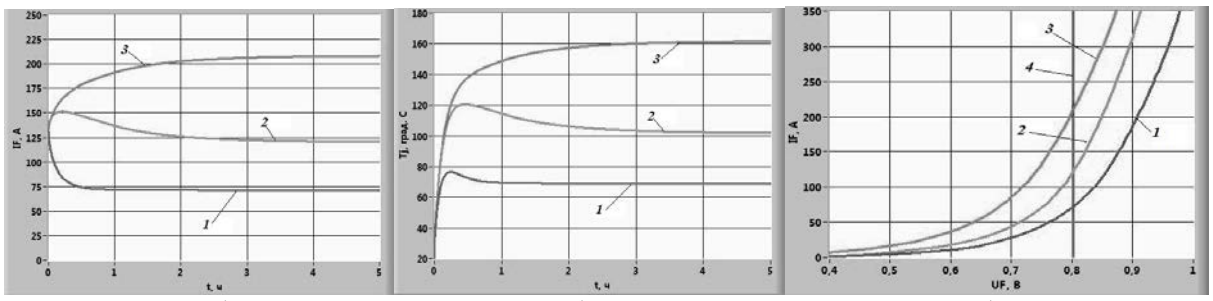


Рисунок 1 – ВАХ диодов Д161–200 при Tj = 20 ^{0}С

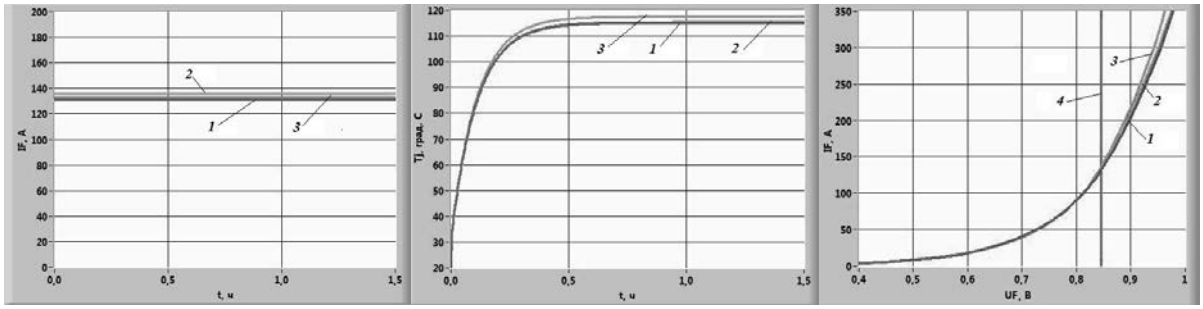
На рисунке 2*а* и рисунке 2*б* представлены временные зависимости прямых токов и температур ПС приборов группы №1 в процессе моделирования. На рис. 2*в* представлены ВАХ приборов группы №1 и рабочая точка после достижения теплового равновесия в группе.



а) б) в)

Рисунок 2 – а) временные зависимости прямых токов приборов группы №1; б) временные зависимости температур ПС T_j приборов группы №1; в) ВАХ диодов Д161-200 группы №1 в установившемся тепловом режиме.

Моделирование группы №2 проводилось на основе информации о параметрах и характеристиках тех же приборов, однако для этой группы было установлено равенство зависимостей ТКН. Результаты моделирования приведены на рисунке 3.



а) б) в)

Рисунок 3 – А) временные зависимости прямых токов приборов группы №1; б) временные зависимости температур ПС T_j приборов группы №1;в) ВАХ диодов Д161-200 группы №2 в установившемся тепловом режиме.

При нагреве приборов группы №1 в установившемся тепловом режиме наблюдается резкое расхождение ВАХ всех приборов. Этот эффект обусловлен, прежде всего, существенным различием зависимостей ТКН = $f(I_F)$ этих приборов, а также различием значений их тепловых сопротивлений R_{thjc}.

Для приборов группы №2 наблюдается существенное снижение разброса токов I_F между ними в группе (рис. 3*а*) и температуры ПС T_j в установившемся тепловом режиме (рис. 3*б*). В этом режиме для приборов величины токов и температуры ПС T_j не достигают предельных паспортных величин I_{FAVm} и T_{jm}. При этом не наблюдается существенного отличия в установившемся тепловом режиме (рис. 3*в*).

Таким образом, показано, что при подборе СПП в группы с параллельным соединением для снижения разброса тепловых перегревов ПС необходимо, прежде всего, формировать группу из приборов с близкими по параметрам зависимостями ТКН=$f(I_F)$. Моделирование групповых соединений позволяет на стадии изготовления заменить энергоёмкие испытания при подборе приборов в группу, что позволит ускорить процесс изготовления и настройки, а также повысить надёжность силового блока преобразователя.

Список литературы

1. Беспалов, Н. Н. Разработка и исследование электротепловых моделей силовых полупроводниковых приборов основных типовых конструкций / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, С. В. Лебедев // Естественные и технические науки. – М.: Изд-во «Спутник +», 2011. Вып. 6. С. 405-412.

2. Беспалов, Н. Н. Аппаратно-программный комплекс для испытания и диагностики силовых полупроводниковых приборов / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Труды VIII Международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 : в 2 т. / отв. За вып. И. В. Гуляев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. С. 362-364.

3. ПАТЕНТ 2300115 РФ, МПК7 G 01 R 31/26. Способ определения теплового сопротивления переход-корпус силовых полупроводниковых приборов в корпусном

исполнении / Н. Н. Беспалов (RU), М. В. Ильин (RU),. – № 200610336; заявлено 02.02.2006; опубл. 27.05.2007, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». № 15. – 642 с.

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ В СОСТОЯНИИ ВЫСОКОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Беспалов Н.Н., Ильин М.В., Капитонов С.С., Лысенков А.Е.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье рассмотрен аппаратно-программный комплекс для испытания силовых полупроводниковых приборов в состоянии высокой проводимости, реализованный на базе технологий компании National Instruments. Представлены результаты определения вольт-амперной характеристики силового диода при различных значениях температуры его полупроводниковой структуры, полученные с помощью разработанного комплекса. Описаны реализованные возможности предлагаемого оборудования, основные области его применения, пути усовершенствования и потенциальные потребители.

Ключевые слова: силовые полупроводниковые приборы, состояние высокой проводимости, тепловые параметры, тепловое сопротивление, вольтамперная характеристика, диагностика, аппаратно-программный комплекс.

TEST EQUIPMENT, BASED ON NATIONAL INSTRUMENTS TECHNOLOGY, FOR DETERMINING OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF POWER SEMICONDUCTOR DEVICES IN A HIGH CONDUCTIVITY STATE

Bespalov N.N., Ilyin M.V., Kapitonov S.S., Lysenkov A.E.
National Research Ogarev Mordovia State University

The article describes the hardware-software system for testing of power semiconductor devices in a high conductivity state, based on the National Instruments technology. The results of determining the current-voltage characteristics of the power diode at different temperatures of its semiconductor structure obtained by the developed system. Implemented capabilities described of the proposed equipment, the main areas of application, and potential ways to improve consumers.

Key words: power semiconductors, a state of high conductivity, thermal parameters, thermal resistance, current-voltage characteristic, diagnostics, hardware-software complex.

С целью повышения надёжности устройств силовой электроники на основе группового соединения силовых полупроводниковых приборов (СПП) требуется обеспечить равномерное распределение прямого тока и обратного напряжения по СПП вентильного плеча путём выравнивания тепловых режимов работы отдельных приборов. Для этого следует осуществлять их подбор в группы по комплексу экспериментально полученных значений их параметров в состоянии высокой проводимости (СВП) [1,2].

Для определения значений электрических, тепловых и электротепловых параметров СПП в СВП и осуществления отбраковки потенциально ненадёжных приборов и их подбора для группового соединения разработан аппаратно-программный комплекс (АПК), выполненный на базе оборудования компании National Instruments с

использованием программной среды LabVIEW [3,4]. Одной из наиболее важных характеристик СПП является его вольт-амперная характеристика (ВАХ) [5]. В данной статье представлены результаты определения ВАХ силового диода Д161-200 с помощью разработанного АПК.

Внешний вид АПК представлен на рисунке 1.

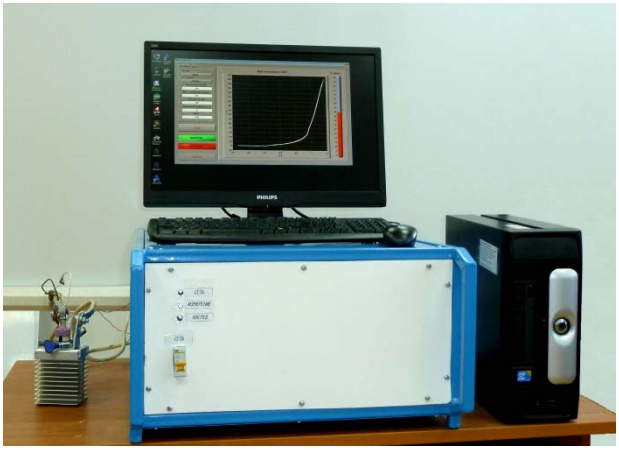


Рисунок 1 – Внешний вид аппаратно-программного комплекса

Разработанный комплекс позволяет определять значения следующих параметров и характеристик СПП:

1. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) СПП в СВП при различных температурах их полупроводниковой структуры (ПС). На основе полученной ВАХ определяются:

– импульсное напряжение $U_{F(T)M}$.

– пороговое напряжение $U_{(TO)}$, при T_j от –40 ^{0}C до +190 ^{0}C;

– дифференциальное сопротивление r_T, при T_j от –40 ^{0}C до +190 ^{0}C.

2. Зависимость переходного теплового сопротивления переход-корпус Z_{thjc}, на основе полученной зависимости определяется значение теплового сопротивления переход-корпус в установившемся режиме R_{thjc}.

3. На основе характеристик и значений параметров, полученных в ходе измерения, оцениваются значения:

– предельного среднего тока $I_{F(T)(AV)}$ до 1250 А;

– неповторяющегося ударного тока $I_{F(T)SM}$ длительностью 10 мс.

На рисунке 2 изображена ВАХ силового диода при значениях температуры его полупроводниковой структуры (ПС) 25 ^{0}C и 108 ^{0}C, полученная в среде LabVIEW.

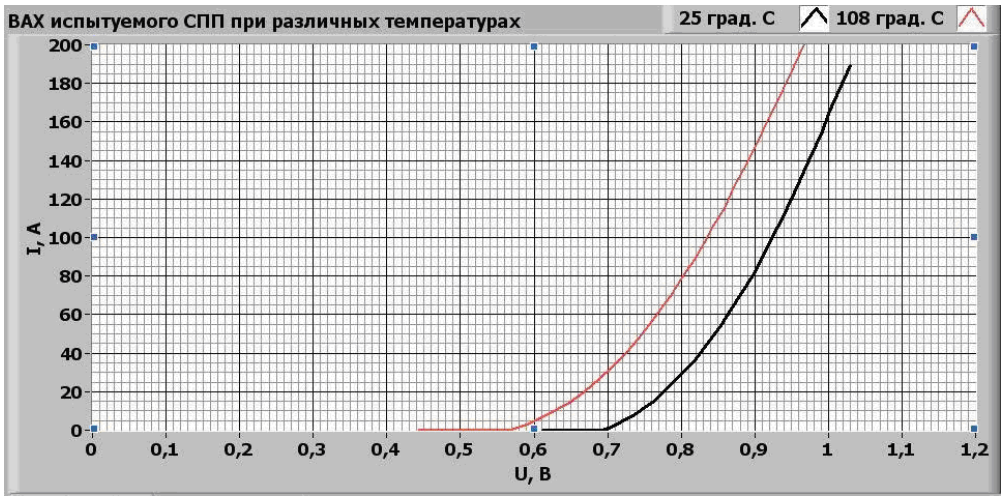


Рисунок 2 – ВАХ диода Д161-200 при различных значениях температуры его ПС

Данная аппаратура может применяться на следующих стадиях жизненного цикла СПП:

– на этапе разработки приборов для определения значений их основных параметров и характеристик в СВП;

– на этапе серийного выпуска СПП для проведения сплошного контроля и отбраковки потенциально ненадёжных приборов;

– на этапе изготовления устройств силовой электроники на основе СПП подобная аппаратура позволит контролировать и подбирать приборы для группового соединения по комплексу значений параметров и вести дополнительно отбраковку потенциально ненадёжных приборов [6,7];

– на этапе эксплуатации силовых СПП в составе устройств силовой электроники для периодического диагностирования состояния приборов по определенному комплексу параметров и характеристик и отбраковки потенциально ненадёжных приборов [8].

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. Испытательная аппаратура для определения электрических и тепловых параметров и характеристик силовых полупроводниковых приборов / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Электроника и информационные технологии. 2012. – Вып. 1 (12). – http://fetmag.mrsu.ru/2012-1/pdf/Bespalov%20Ilin%20Kapitonov.pdf – 04201200067/0004.

2. Беспалов Н. Н. Разработка и исследование электротепловых моделей силовых полупроводниковых приборов основных типовых конструкций / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, С. В. Лебедев // Естественные и технические науки. – М.: «Издательство «Спутник+», 2011. – №6 – С. 405-412.

3. Беспалов Н. Н. Аппаратно-программный комплекс для испытания и диагностики силовых полупроводниковых приборов/ Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов// Труды VIII международной (XIX всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 в 2-х томах. Ответственный за выпуск И. В. Гуляев. 2014. С. 362–364.

4. Беспалов Н. Н. Моделирование процессов в силовых полупроводниковых приборах при их групповом последовательном включении в среде Multisim / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, С. В. Лебедев // Электроника и электрооборудование транспорта. 2012. — Вып. № 4. — С. 30–35.

5. Беспалов Н. Н. Методика подбора силовых полупроводниковых приборов для групповых последовательных цепей устройств силовой электроники / Н. Н.

Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, А. В. Капитонова // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. – Вып. № 1. – С. 65–68.

6. Беспалов Н. Н. Выравнивание напряжений на последовательно распределенных силовых полупроводниковых приборах в состоянии низкой проводимости / Н. Н. Беспалов, С. С. Капитонов // Нелинейный мир. 2011. – Вып. 8. – С. 500–506.

7. Беспалов Н. Н. Определение минимальных величин ёмкостей снабберных цепей для ограничения коммутационных перенапряжений на силовых полупроводниковых приборах при их выключении / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов, С. В. Лебедев // Естественные и технические науки. 2011. – Вып. № 6(56). – С. 396–404.

8. Беспалов Н. Н. Моделирование распределения напряжения по силовым полупроводниковым приборам в состоянии низкой проводимости при их последовательном групповом соединении / Н. Н. Беспалов, С. С. Капитонов // Техническая электродинамика. Тем. вып. – Харьков, 2011. – С. 270–275.

УСТРОЙСТВО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ТРАНЗИСТОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Попов А. А.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье рассматривается устройство, предназначенное для термостатирования силовых транзисторов при определении их характеристик и измерении параметров. Для регулирования и стабилизации температуры транзисторов в устройстве применяются система управляемая система, нагрузкой которой являются элементы Пельтье. Устройство реализовано на базе компьютерных технологий Nitional Instruments. Разработанное устройство отличается возможностью плавного и высокоточного регулирования тепловых режимов испытания транзисторов, относительно малой инерционностью и высокой энергоэффективностью, малыми габаритами и массой, отсутствием движущихся и изнашивающихся частей, вибрации и шума.

Ключевые слова: термоэлектрический модуль, элемент Пельтье, термостатирование, термочувствительные параметры, силовой транзистор.

THERMOSTAT DEVICE FOR SMALL-SIZED PSD TO DETERMINE THEIR THERMOSENSITIVE PARAMETERS

Bespalov N.N., Ilyin M.V., Kapitonov S.S., Popov A.A.
National Research Ogarev Mordovia State University

The article discusses a device for temperature control of the power transistors in determining their performance and measurement parameters. To regulate and stabilize the temperature of the transistors used in the device control system, a load which are Peltier elements. The device is realized on the basis of computer technology Nitional Instruments. Designed device features the possibility of smooth and accurate control of thermal conditions test transistors, relatively low inertia, small dimensions and weight, and no moving parts subject to wear, vibration and noise.

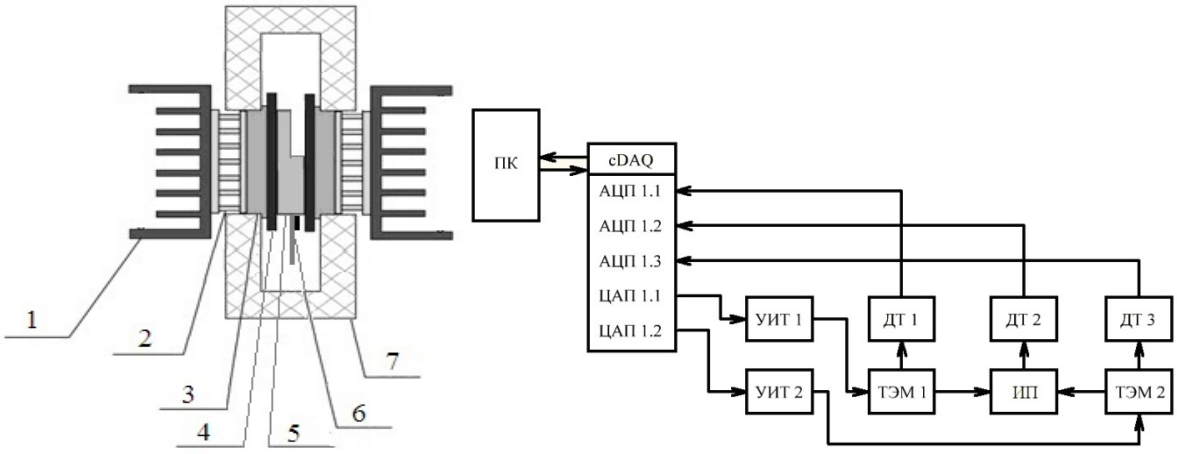
Keywords: thermoelectric module, Peltier element, temperature control, temperature-sensitive parameter, power transistor.

Испытание силовых транзисторов в различных тепловых режимах является важнейшим этапом оценки их качества. Для эффективного определения характеристик и величин параметров силовых транзисторов от температуры их кристаллов при испытаниях применяются специальные термокамеры. Однако применение таких камер обуславливает высокие энергетические затраты при испытаниях. При этом увеличивается длительность процесса испытания. Это существенно снижает эффективность применения таких специализированных камер при испытаниях единичных образцов силовых транзисторов, которые обычно осуществляются на исследовательском этапе [2].

Для решения данной проблемы необходимо применение компактной системы термостатирования испытуемых транзисторов, обеспечивающей высокие точность и относительно малую длительность процесса стабилизации температуры полупроводниковой структуры испытуемого силового транзистора в ходе испытания.

Перспективным подходом для реализации такой задачи является применение термоэлектрических модулей (ТЭМ) на основе элементов Пельтье. Применение ТЭМ удовлетворяет условиям поставленной задачи и обладает возможностью плавного и точного регулирования температурного режима испытуемого силового транзистора, малой инерционностью [3]. В виду малых габаритов и массы ТЭМ создание компактных систем термостатирования на их основе дает возможность применять их для любых видов силовых полупроводниковых приборов (СПП) [1].

На рисунке 1а представлена функциональная схема разработанного устройства, где 1 — радиатор; 2 — термоэлектрический модуль (элемент Пельтье); 3 — теплопровод; 4 — согласующая теплопроводная пластина с термодатчиком; 5 — испытуемый полупроводниковый прибор; 6 — выводы испытуемого полупроводникового прибора с термодатчиком; 7 — теплоизоляционный кожух.



а) б)

Рисунок 1 – Устройство термостатирования:
а) функциональная схема, б) структурная схема устройства управления

Структурная схема устройства управления представлена на рисунке 1б. Управление устройством осуществляется персональным компьютером (ПК) через универсальное шасси NI cDAQ-9174. Модуль ЦАП NI 9263 формирует управляющее напряжение для управляемых источников тока (УИТ1 и УИТ2), выходной ток которых является питающим для термоэлектрических модулей ТЭМ1 и ТЭМ2.

Измерение температуры термоэлектрических модулей (ТЭМ1 и ТЭМ2) и испытуемого прибора (ИП) осуществляются с помощью модуля NI 9217, к которому

подключены датчики температуры (ДТ). Измерение температуры производится на плоских поверхностях корпусов термоэлектрических модулей (датчики ДТ1 и ДТ3) и на коллекторном выводе испытуемого прибора (датчик ДТ2). В качестве датчиков температуры применены термометры сопротивления на основе платины.

Управляющая программа разработана в среде LabVIEW, лицевая панель которой представлена на рисунке 2.

Управляющая программа использует измеренные значения температуры для расчёта управляющего напряжения для управляемых источников токов (УИТ1, УИТ2). Расчёт производится на основе ПИД-регулятора, реализованного программными средствами модуля Control Design and Simulation. Для каждого ТЭМ были подобраны коэффициенты ПИД-регулятора [4]. Устройство позволяет устанавливать максимальную температуру корпуса равную 125 ^{o}C.

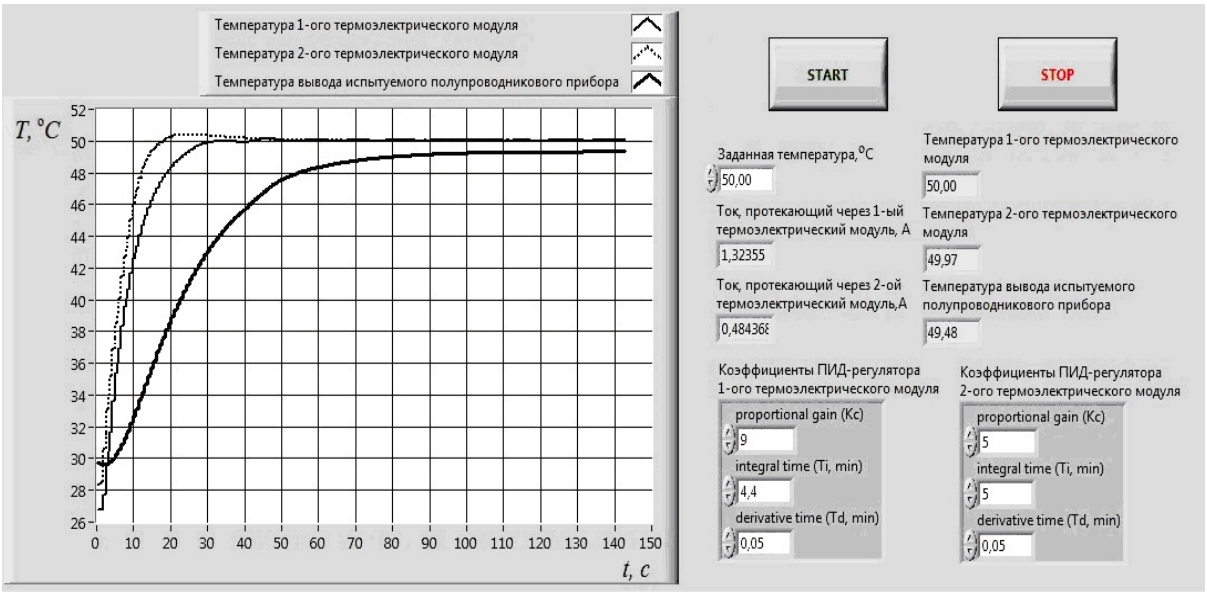


Рисунок 2 – Лицевая панель управляющей программы

На лицевой панели приведены результаты термостатирования IGBT-транзистора BUP213, который был использован в качестве испытуемого прибора. На рисунке 2. представлен результат исследования процесса нагрева транзистора до заданной температуры корпуса 50 ^{o}C. Получены временные зависимости температуры двух ТЭМ на плоских поверхностях корпуса и коллекторного вывода испытуемого транзистора. Время установления теплового равновесия испытуемого прибора составляет 120 с.

Таким образом, разработано устройство термостатирования, которое позволяет:

– регулировать температуру испытуемого прибора с высокой точностью;

– сократить энергопотребление;

– сократить длительность процесса испытания;

– уменьшить габариты термостатирующего устройства;

– применять данное устройство при испытаниях любых видов силовых полупроводниковых приборов.

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. «АДИП»: диагностика силовых полупроводниковых приборов / Н. Н. Беспалов, А. В. Мускатиньев // Силовая электроника. — 2004. — №1 — С. 38-39.

2. Беспалов Н. Н. Испытательная аппаратура для определения электрических и тепловых параметров и характеристик силовых полупроводниковых приборов / Н. Н.

Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Электроника и информационные технологии. 2012. – Вып. 1 (12). – http://fetmag.mrsu.ru/2012-1/pdf/Bespalov%20Ilin%20Kapitonov.pdf – 04201200067/0004.

3. Беспалов Н. Н. Устройство для термостатирования полупроводниковых приборов при определении электрических и тепловых характеристик / Н. Н. Беспалов, А. А. Попов// Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – №2. – С. 69–72.

4. Шостаковский П. Г. Тепловой контроль объектов на базе термоэлектрических сборок// Компоненты и технологии. – 2011. – № 9. – С. 142–150.

ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕГРАЛЬНОГО РАССЕЯНИЯ ЗЕРКАЛ КОЛЬЦЕВЫХ ЛАЗЕРОВ

Бессонов А.С. [1], Петрухин Е.А.[2], Ходырев В.Ю.[2]
1. МГТУ МИРЭА, Москва; 2. ОАО «Серпуховской завод «Металлист», г. Серпухов
alexsb64@newmail.ru

Рассматривается прикладная программа сбора, обработки и представления данных, которая используется в составе автоматизированной установки, предназначенной для контроля параметров зеркал кольцевых лазеров. Описываются структура программы, особенности ее функционирования и реализации в среде NI LabVIEW.

Ключевые слова: кольцевой лазер, коэффициент интегрального рассеяния зеркал, фотометрические измерения, сбор и обработка данных, среда NI LabVIEW

SOFTWARE FOR TOTAL INTEGRAL SCATTERING MEASUREMENT OF RING LASER GYRO MIRRORS

Bessonov A.S.[2], Petrukhin E.A.[1], Khodyrev V.Yu.[1]
1. Moscow State Technical University of Radioengineering, Electronics and Automation (MSTU MIREA), Moscow; 2. Plant «Metallist», Serpukhov, Russia

The article discusses the applied program for data acquisition, analysis and presentation, which is used as part of an automated system. The system controls the parameters of the ring lasers mirrors. The structure of the program, its algorithm and implementation in the environment NI LabVIEW are described.

Keywords: ring laser, mirrors integral scattering coefficient, photometric measuring, data acquisition and analysis, environment NI LabVIEW

Постановка задачи

Параметры зеркал, применяемых в составе кольцевых лазеров, оказывают значительное влияние на их выходные характеристики [1]. В связи с этим становится необходимым автоматизированный контроль и отбор зеркал перед сборкой и юстировкой кольцевого резонатора. Важнейшим параметром здесь оказывается коэффициент интегрального рассеяния (КИР), для измерения которого была создана соответствующая установка. Установка измерения КИР зеркал функционирует на основе фотометрических методов, где для измерения рассеяния лазерного излучения применяется интегрирующая сфера [2].

Автоматизация установки была проведена с помощью технологий National Instruments. В состав установки было введено оборудование, оснащенное стандартными компьютерными интерфейсами и способное интегрироваться в среде NI LabVIEW. Разработанной в результате автоматизации прикладной программе,

управляющей перемещением зеркала и производящей сбор, обработку и представление результатов измерений, посвящен предлагаемый доклад.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Прикладная программа в процессе своего функционирования осуществляет управление перемещением двухкоординатного моторизованного позиционера 8MTF-75LS05 (Standa), получает кадры изображения с помощью Web камеры (Logitech) и производит сбор данных с модуля NI USB-6002. Для создания программы использованы средства NI LabVIEW 2011, NI-VISA, NI-IMAQ и NI-DAQmx.

Описание решения

Структура и функционирование прикладной программы автоматизированной установки определяются методикой измерений.

Используемый метод замещения, когда интегральное рассеяние объекта измерения сравнивается с интегральным рассеянием эталона, делает необходимым операцию калибровки, которая должна проводиться до начала основных измерений. Во время калибровки также должен измеряться и запоминаться уровень фона, с учетом которого делается поправка при проведении основных измерений.

Измеряемое зеркало должно быть размещено так, чтобы в исходном положении луч от лазера попадал бы в центр рабочей области. Для этого программа должна обеспечивать ручное управление моторизованным позиционером с одновременным получением изображения через Web камеру. Затем при проведении основных измерений программа должна управлять сканированием луча лазера в рабочей области зеркала и производить в заданных точках сбор данных и их обработку с определением и запоминанием КИР. Особенностью установки является то, что луч лазера остается неподвижным, а относительно него должен автоматически перемещаться позиционер с установленным на нем зеркалом. Для контроля положения луча во время основных измерений необходимо также выводить на лицевую панель изображение зеркала и пятно луча лазера, чтобы оператор мог полноценно следить за ходом процесса измерений.

При проведении калибровки и основных измерений осуществляется контроль мощности сканирующего лазера с целью введения соответствующих поправок.

В результате измерений получается распределение КИР по рабочей области зеркала. Наиболее наглядным отображением такого распределения является трехмерный график, на котором хорошо видны дефекты поверхности, соответствующие максимумам КИР. Числовыми характеристиками зеркала являются также среднее значение, стандартное отклонение, максимальное и минимальное значения КИР [3]. По данным характеристиками распределения можно судить о качестве технологического процесса изготовления зеркала и его годности для установки на лазерный резонатор.

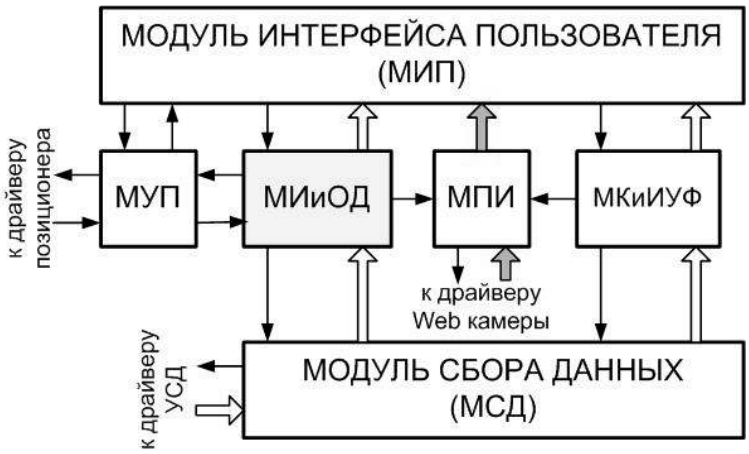


Рисунок 1 – Структурная схема программы:
МУП – модуль управления позиционером, МИиОД – модуль измерения и обработки данных, МПИ – модуль получения изображения, МКиИУФ – модуль калибровки и измерения уровня фона

На рис. 1 изображена структурная схема прикладной программы, которая удовлетворяет изложенным выше требованиям. Оператор с помощью модуля интерфейса пользователя МИП управляет процессом измерений и получает информацию от других программных модулей. В состав отображаемой информации входят настройки установки, показатели состояния процесса измерений, координаты положения позиционера, изображение зеркала и результаты измерений. С помощью модуля управления позиционером МУП можно в ручном и автоматическом режиме перемещать объект измерения. Модуль калибровки и измерения уровня фона МКиИУФ обеспечивает выполнение соответствующих операций. В режиме основных измерений запускается модуль измерений и обработки данных МИиОД. Он и МКиИУФ взаимодействуют с модулями сбора данных МСД и получения изображений МПИ и выводит получаемую информацию в МИП. МУП, МСД и МПИ взаимодействуют с драйверам соответствующих программных средств.

Все модули прикладной программы были реализованы в виде LabVIEW виртуальных приборов. Данная среда программирования имела в своем составе все необходимые средства для создания рассматриваемой программы.

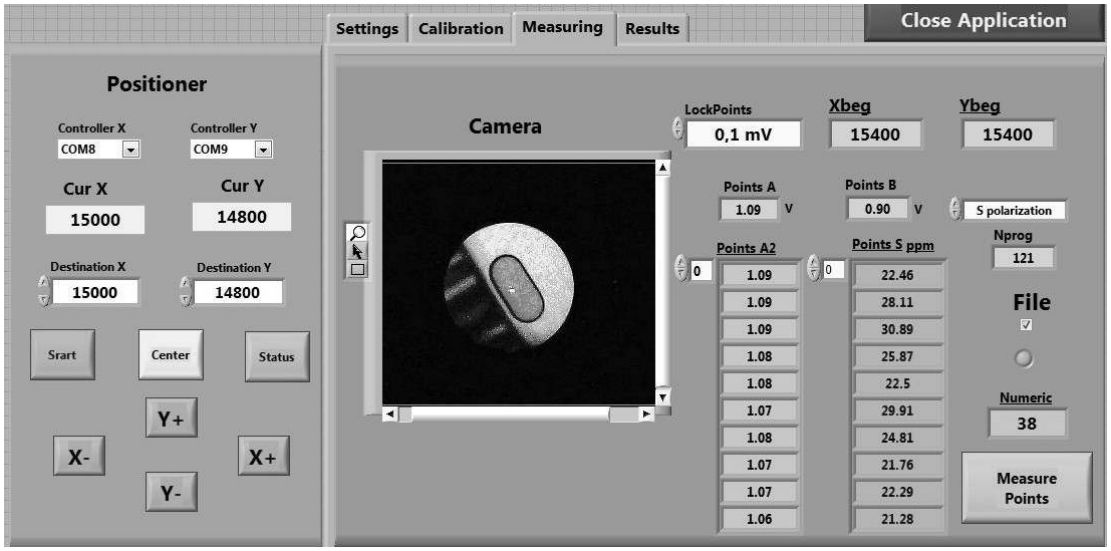


Рисунок 2 – Лицевая панель программы в режиме основных измерений

На рис. 2 показана лицевая панель программы, формируемая в режиме основных измерений. Слева расположены элементы управления и индикаторы, предназначенные для работы с позиционером. Здесь можно видеть номера используемых COM портов и текущие координаты позиционера. В центре лицевой панели располагается изображение зеркала, на котором видно пятно от луча лазера. На изображении также видна тень от стенки констукции держателя зеркала, не мешающая наблюдению. Справа в виде массивов отображаются данные о мощности лазера и значениях КИР в разных точках измерения. В правом нижнем углу располагается кнопка запуска измерений, несколько выше – индикатор текущего измерения, а ближе к верхнему правому углу – индикаторы координат, с которых было начато сканирование.

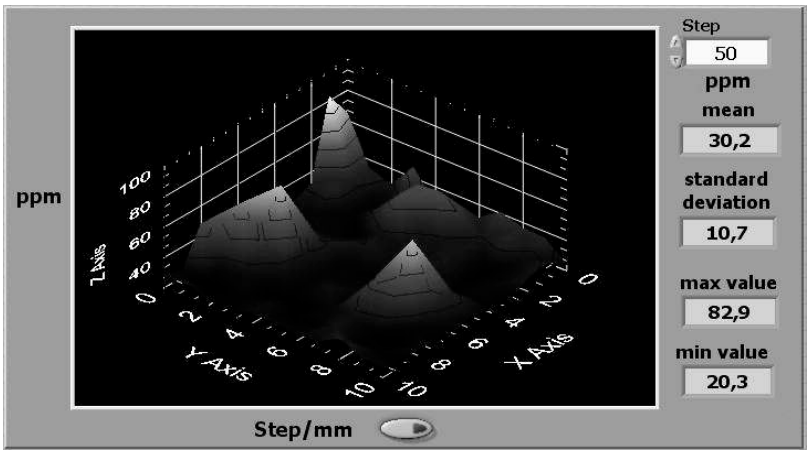


Рисунок 3 – Представление результатов измерений

На рис. 3 показан пример представления результатов измерения. По осям *X* и *Y* откладываются шаги позиционера *Step*, при этом каждый шаг в данном примере соответствует 50 координатам позиционера. Имеется кнопка, переводящая на графике шаги в миллиметры. По оси *Z* откладывается КИР в ppm. Благодаря трехмерному отображению можно видеть места расположения дефектов в рабочей области зеркала. Справа в столбец располагаются индикаторы, показывающие числовые характеристики распределения интегрального рассеяния.

Внедрение и его перспективы

Автоматизированная установка для измерения КИР зеркал кольцевых лазеров прошла предварительные испытания на заводе «Металлист». В ближайшее время ее планируется передать из лаборатории на производство.

Список литературы

1. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с

2. Ароновиц Ф. Лазерный гироскоп. В кн.: Применения лазеров / под ред. В.П. Тычинского. - М.; Мир,1976. – с. 181-269.

3. Серебряков А.Е., Федяев В.К., Чиркин М.В., Юткина А.В. Рассеяние оптического излучения в лазерном гироскопе поверхностью зеркал с наноразмерной шероховатостью. - URL: http://mwelectronics.ru/2012/Oral/U41_A.E.%20Serebryakov_Rasseyanie%20opticheskogo%20izlucheniya%20.pdf (дата посещения 19.03.2015).

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВРЕМЕН ЗАДЕРЖКИ В МЕЖСОЕДИНЕНИЯХ

Рябов Н.И., *Гладышева Е.И.
*НИУ ВШЭ, *МИЭМ*
*nryabov@hse.ru, * yegl@yandex.ru*

Неравномерный нагрев линий межсоединений приводит к искажению передаваемых сигналов, в частности, увеличению времени задержки. Распределение температуры в линии межсоединения обусловлено как неравномерным нагревом кристалла, по которому проходит линия, так и током, протекающим в линии (так называемый «саморазогрев»). Кроме того, ток линии вызывает падение напряжения вдоль нее.

В настоящей работе приведена оценка погрешностей возникающих при измерениях величин задержки и напряжения в межсоединениях БИС, которые обусловлены двумя упомянутыми эффектами.

Из-за саморазогрева эти процессы носят нелинейный характер. Расчет температуры в межсоединении осуществляется путём решения одномерного уравнения теплопроводности. При этом неравномерное распределение температуры на нижней границе «металл-полупроводниковый кристалл» БИС вводится как исходная информация.

Такой подход позволяет учитывать влияние произвольного распределения температуры на погрешность при измерении времен задержки в межсоединениях.

Ключевые слова: межсоединение, неравномерный разогрев, задержка распространения сигнала, просадка напряжения, распределенная RC-цепь.

ERROR EVALUATION AT MEASUREMENT OF THE TIME DELAY IN INTERCONNECTS

Ryabov N.I., * Gladysheva E.I.
*NRU HSE, *MIEM*
*nryabov@hse.ru, * yegl@yandex.ru*

Irregular heating of the interconnection lines leads to the distortion of the transmitted signals and to an increase of time delay in particular. The temperature distribution in the interconnection line is caused by uneven heating of the crystal through which the line passes and by the current flowing in the line (the so-called "self-heating"). Furthermore, the line current causes a voltage drop along it.

This paper presents the evaluation of errors arising from the measured values of voltage and delay in interconnects IC, which are caused by two effects mentioned above.

Because of the self-heating, these processes are not linear. Calculation of the temperature in the interconnection is carried out by the heat conduction equation. "Metal-semiconductor crystal" IC is introduced as initial information in this uneven temperature distribution at the lower boundary.

This approach allows us to take into account the effect of temperature on the distribution of the random error in the measurement of the time delay in interconnects.

Keywords: interconnection irregular heating, propagation delay, under voltage, RC Distributed Circuits.

1. Постановка задачи

Рост степени интеграции современных БИС приводит к увеличению плотности мощности, рассеиваемой в элементах и межсоединениях БИС, что вызывает

неравномерный саморазогрев активных областей БИС. Это вызывает рост задержек распространения сигнала в межсоединениях и ухудшение электрических характеристик активных элементов, что может привести к нарушению работоспособности устройств.

Несмотря на важность проблемы, ей посвящено небольшое число публикаций.

Проблемами негативного влияния неравномерного распределения температуры в межсоединениях СБИС занимались специалисты из Стэнфордского университета, университета Южной Калифорнии и Института инженеров электротехники и электроники [1,2]. В результате проделанных работ было показано, что неравномерные распределения температуры по длине проводов в высокопроизводительных ИС может иметь значительные последствия для производительности межсоединений и других критических показателей таких, как рассогласование сигналов во времени.

Все результаты получены с помощью аналитических методов и не позволяют учитывать влияние произвольных распределений температуры в БИС.

Авторами ставится задача разработать методику численного анализа работы межсоединений БИС в условиях неравномерного нагрева в зависимости от таких характеристик межсоединений, как длина линии, толщина и материал. С помощью разработанной методики исследовать такие паразитные эффекты, как задержка распространения сигнала в межсоединении и падение напряжения вдоль линии.

2. Описание решения

Для анализа задержки используется модель межсоединения в виде распределённой R-C цепи, сопротивление которой является функцией температуры, в свою очередь зависящей от координаты.

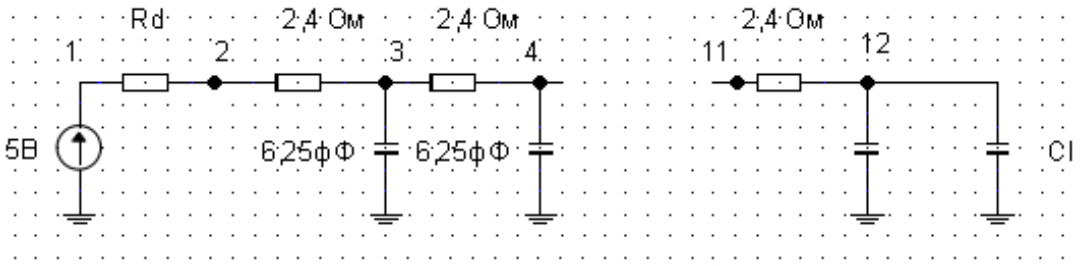


Рисунок 1 – Распределённая RC цепь.

С помощью описанной методики проведён анализ задержек сигнала и «просадки напряжения» в линейной трассе БИС при различных температурах.

При моделировании в среде PC SPICE схемы, представленной на рисунке 1, мы брали значения необходимых величин для алюминиевого межсоединения (температурный коэффициент сопротивления $4{,}3*10^{-3}$ 1/К, удельное электрическое сопротивление 0,0262 Ом мм^2/м). В результате мы получили задержки приведенные в Табл. 1.

Данный анализ показывает, что существующий теоретический метод вычисления задержек из-за неоднородного профиля температуры в межсоединениях является менее точным, чем метод предложенный нами.

Таблица 1

Задержки распространения сигнала в межсоединениях

	Значение задержек найденные при помощи моделирования в SPICE	Значение задержек найденные теоретическим методом

без учета неоднородного температурного профиля;	0,528нс	0,541нс
с учетом неоднородного температурного профиля.	0,649нс	0,627нс

Параллельно было промоделировано падение напряжения вдоль линии межсоединения, что дало следующие результаты:

При входном напряжении 5 В на выходе мы получаем 4,78 В и 4,74В с учетом теплового влияния на межсоединение. Спад составляет 4,4% и 5,2% по отношению к полной величине источника питания. То есть наблюдается эффект «просадки» напряжения, который важно учитывать при конструировании БИС.

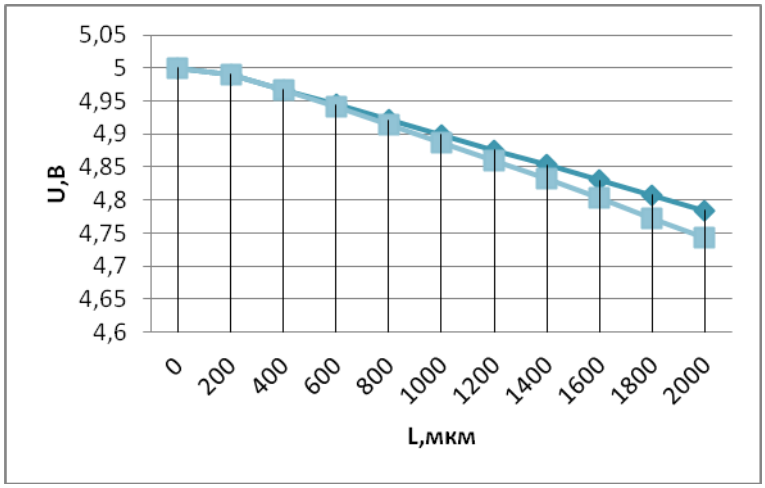


Рисунок 2 – Рассеивание напряжения вдоль линии межсоединения

Уменьшение размеров элементов является одним из основных направлений развития интегральной микроэлектроники, которое позволяет увеличить число транзисторов на одном кристалле, повысить производительность и функциональность микросхем. Все это приводит к увеличению погрешностей до значительных размеров, пренебрежение которыми ведет к искажению результатов в измерительной технике. Поэтому использование предлагаемой методики, повышающей точность оценки паразитных эффектов в межсоединениях, необходимо при проектировании БИС.

Список литературы

1. Kaustav Banerjee Center for Integrated Systems Stanford University, Stanford, CA 94305 kaustav@cis.stanford.edu Massoud Pedram and Amir H. Ajami Department of Electrical Engineering-Systems University of Southern California, Los Angeles, CA 90089 {massoud, aajami}@zugros.usc.edu Analysis and Optimization of Thermal Issues in High-Performance VLSI

2. Min Ni Dept. of Electr. Eng. & Comput. Sci., Northwestern Univ., Evanston, IL , Memik, S.O. Self Heating-Aware Optimal Wire Sizing under Elmore Delay Model. Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition, 2007. DATE '07

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Грачев Н.Н.
НИУ ВШЭ
ngrachev@hse.ru

В статье рассматривается комплексный подход в проектировании средств измерений с учетом обеспечения параметров электромагнитной совместимости. Предлагается использование критериального подхода при проектировании средств измерений с учетом обеспечения помехоустойчивости и помехозащищенности. Предложенный подход в проектировании позволяет решить задачи обеспечения точности средств измерений при использовании оптимальных схемотехнических и конструкторских решений при проектировании измерительных устройств.

Ключевые слова: измерение, точность, помехозащищенность, помехоустойчивость

ENSURING NOISE IMMUNITY AS COMPLEX TASK OF IMPROVING THE ACCURACY OF MEASURING DEVICES

Grachev N.N.
HSE

The article discusses the integrated approach in the design of measuring instruments with a view to ensuring electromagnetic compatibility. Proposes the use of criterion approach in the design of measuring instruments with a view to ensuring noise immunity and noise immunity. The proposed approach in the design solves the problem of ensuring the accuracy of measuring the use of optimal circuit design and design solutions in the design of the measuring devices.

Keywords: Measurement, accuracy, noise immunity, noise stability

На современном этапе развития средств измерений (СИ) одной из основных проблем является проблема улучшения их метрологических характеристик. В настоящее время широкое использование электронной техники выдвигает на первый план совершенствование СИ, а именно обеспечение электромагнитной совместимости, построение помехоустойчивых измерительных преобразователей (ИП), приборов и систем, которые обеспечивают высокие метрологические характеристики в условиях воздействия внешних и внутренних электромагнитных помех. Задача построения помехоустойчивых средств измерений решается в условиях действия двух технически противоречивых тенденций. С одной стороны, это постоянно возрастающие требования практики к средствам измерений, которые должны обладать все более низкими порогами чувствительности при высоких требованиях к метрологическим характеристикам. С другой стороны, совершенствование уровней СИ сдерживается постоянным ростом уровня электромагнитных помех из-за энерговооруженности промышленности, транспорта и сферы бытовых услуг, т.е. вследствие увеличения общего электромагнитного фона. В данном аспекте проблема помехозащищенности и помехоустойчивости вот уже в течение последних лет остается актуальной [2].

Рассмотрим влияние помех на СИ, в качестве иллюстрации, с помощью методов теории чувствительности. Воспользуемся этим подходом для определения характеристик помехозащищенности аналогового СИ [3]. На рис.1 представлена модель СИ отражающая воздействие источников помех. Источники помех E1, E2,... Ek воздействуют на элементы входной цепи, Ee воздействует на цепи питания, Em на цепи управления или коррекции. X и Y - сигналы на входных и выходных зажимах функционального узла СИ.

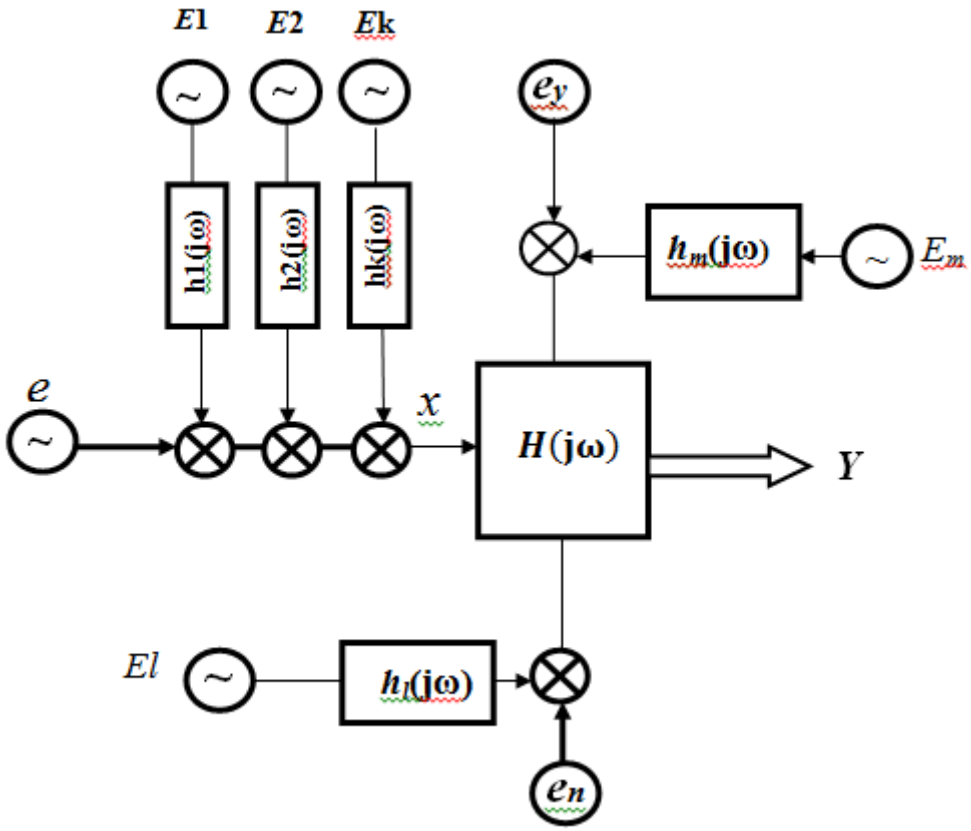


Рисунок 1 – Модель СИ отражающая воздействие источников помех

Пусть сигнал на входных зажимах узла СИ

$$X = f(\alpha, e, E1, E2, \dots Ek) \tag{4}$$

где α - совокупность параметров $\alpha1, \alpha2, \dots \alpha m$ соединительной линии (цепи), определяющих влияние $e, E1, E2, \dots Ek$ на входной сигнал X.

Результат влияния помех $E1, E2, \dots En$ приближенно может быть представлен выражением

$$\Delta X = \frac{\partial f}{\partial E1} E1 + \frac{\partial f}{dE2} E2 + \cdots + \frac{\partial f}{\partial Ek} Ek \tag{5}$$

где $$\frac{\partial f}{\partial E1} = \varphi1(\alpha); \frac{\partial f}{dE2} = \varphi2(\alpha); \dots, \frac{\partial f}{\partial Ek} = \varphi k(\alpha) \tag{6}$$

- функции влияния помех $E1, E2, \dots Ek$ на входной сигнал.

Принимая $E1, E2, \dots Ek = 0$, кроме $Ei \neq 0$, получаем из (5) для i – го источника помехи Ei

$$\varphi i(\alpha) = \Delta xi/Ei \tag{7}$$

где Δxi- аддитивная помеха на входе, возникающая под действием источника помехи Ei. Совокупность функций $\varphi1(\alpha), \varphi2(\alpha), \varphi3(\alpha), \dots \varphi n(\alpha)$ представляет достаточно полную характеристику эффективности защиты СИ от соответствующих источников помех. С помощью

функций влияния можно определить аддитивную помеху на входе узла СИ от любого источника помехи Ei

$$\xi i = \Delta xi = Ei\varphi i(\alpha) \quad (8)$$

Влияние помехи ξ на выходной сигнал Y= F(β,e, ξ), где β - совокупность параметров $\beta 1, \beta 2, \dots \beta m$ РЭС определяющих влияние e и ξ на выходной сигнал ; ξ - аддитивная помеха на входе определяемая выражением (8), можно приближенно представить следующим образом

$$\Delta Y = \xi \frac{\partial F}{\partial \xi} \quad (9)$$

где $\frac{\partial F}{\partial \xi} = \Delta y/\xi = \Psi(\beta)$ функция влияния аддитивной помехи ξ на выходной сигнал y, Таким образом, влияние i -го источника помехи Ei на выходной сигнал *y* с учетом (8) определяется выражением yi

$$\Delta Yi = \Psi(\beta)\varphi i(\alpha)Ei \quad (10)$$

а влияние всех источников помехи E1,E2,…Em

$$\Delta Y = \Psi(\beta)\sum_{i=1}^{n} \varphi i(\alpha)\, Ei \quad (11)$$

Помехозащищенность узла РЭС от влияния i -го источника помехи согласно (10) определяется так

$$\Pi i = \Delta yi/Ei = \varphi i(\alpha)\Psi(\beta) \quad (12)$$

Помехи E1,E2,…Em являются функциями времени и в общем случае их следует рассматривать как случайные процессы. Следовательно $\Delta X, \xi$ и Δy также являются случайными процессами, Поэтому, при исследовании случайных процессов, при определении функций влияния перейдем от временных представлений сигналов к спектральным. Если воспользоваться преобразованием Фурье, то

$$\varphi i(\alpha) = \frac{\Delta Xi(j\omega)}{Ei(j\omega)} = hi(j\omega); \quad \Psi(\beta) = \frac{\Delta y(j\omega)}{\xi(j\omega)} = H(j\omega); \; \Pi i = hi(j\omega)H(j\omega) \quad (13)$$

где - $hi(j\omega)$ частотная характеристика паразитной связи источника помехи Ei с входной цепью; $H(j\omega)$ частотная характеристика узла СИ.

Аналогичным образом можно определить помехозащищенность по цепям питания и управления, при этом частотные характеристики $H(j\omega)m$ и $H(j\omega)l$ определены по соответствующим цепям. В некоторых случаях удобно применять логарифмические передаточные функции (например, при оценке характеристик помехозащищенности в децибелах).

Рассмотренный выше подход позволяет сформулировать алгоритм проектирования помехозащищенных СИ с заданным критерием помехозащищенности:

- определение критериев помехоустойчивости функциональных узлов СИ при воздействии помех по входным цепям, цепям питания и управления;
- определение критериев характеризующих эффективность методов защиты и обусловленных электрофизическими параметрами выбранной конструктивной реализацией устройства (монтажа);

- обеспечение заданного критерия помехозащищенности путем соответствующего выбора схемотехнического решения (со своим критерием помехоустойчивости) и выбираемым видом конструктивной реализации.

В некоторых случаях электрофизические параметры конструкций могут улучшать помехоустойчивость.

Список литературы

1. Грачев Н. Н., Лазарев Д. В. Вопросы оптимизации проектирования РЭС с учетом ЭМС // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2012. № 3. С. 31-39.

2. Левин Г.А. Помехозащищенность. – в кн.: Энциклопедия современной техники. Автоматизация производства и промышленная электроника.- М.:Советская энциклопедия, 1964,т.3 с.45-46.

3. Михайлов Е.В. Помехозащищенность информационно-измерительных систем. – М.: Энеогия, 1975.-104 с.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЯЕМОГО ГЕНЕРАТОРА КВАДРАТУРНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

Дубровин В.С., Ильин М. Вл.
ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва»
vsdubrovin13@mail.ru, imikev@mail.ru

В статье рассматривается модель управляемого генератора квадратурных гармонических сигналов. Основными достоинствами данного генератора являются повышенное быстродействие при переключениях с одной частоты на другую, а так же очень низкие нелинейные искажения выходных гармонических сигналов. Модель разработана в среде программирования LabVIEW с помощью дополнительного модуля Control Disign & Simulation. На модели была оценена динамика генератора и коэффициент нелинейных искажений выходных квадратурных гармонических сигналов.

Ключевые слова: генератор, квадратурные сигналы, модель.

MODEL CONTROLLED OSCILLATOR QUADRATURE HARMONIC SIGNALS IN THE PROGRAMMING ENVIRONMENT LABVIEW

Dubrovin V.S., Il’yin M.V.
N. P. Ogarev Mordovia State University

The article is concerned the model of controlled oscillator of quadrature harmonic signals. The main advantages of this oscillator is an improved response speed when switching from one frequency to another, as well as very low nonlinear distortion of output harmonic signals. The model is developed in LabVIEW programming environment with an optional module Control Disign & Simulation. The model was tested for dynamics of the oscillator and coefficient of nonlinear distortion of harmonic quadrature output signals.

Keywords: oscillator, quadrature signals, model.

На основе квадратурных гармонических генераторов [5] сравнительно просто строятся функциональные генераторы [3, 4, 6], многофазные преобразователи, формирователи линейно-изменяющегося сигнала, различные схемы модуляторов/демодуляторов.

Особое место среди подобных устройств занимают [1] генераторы, построенные на базе квазиконсервативного звена с различными системами стабилизации амплитуды выходных колебаний. Генераторы с релейным элементом, включенным в цепь обратной связи, и обладающие высоким быстродействием, имеют существенный недостаток из-за значительных нелинейных искажений сигналов на выходах [1]. Быстродействующий датчик напряжения в сочетании с релейным элементом позволяет построить [2, 4, 5] генератор гармонических колебаний с высокими метрологическими и динамическими характеристиками. Генератор обладает хорошей динамикой при запуске и при быстрых переключениях с одной частоты на другую, но коэффициент нелинейных искажений выходного сигнала (примерно 0,06%) не позволяет отнести его к измерительным устройствам.

Задача заключается в построении модели для исследования таких важных характеристик, предъявляемых к подобным генераторам, как: коэффициент нелинейных искажений формируемых сигналов и быстродействие в пусковом режиме и при переключениях с одной частоты на другую.

На рисунке 1 представлена модель исследуемого квадратурного генератора, реализованная в среде программирования LabVIEW с помощью модуля Control Disign & Simulation.

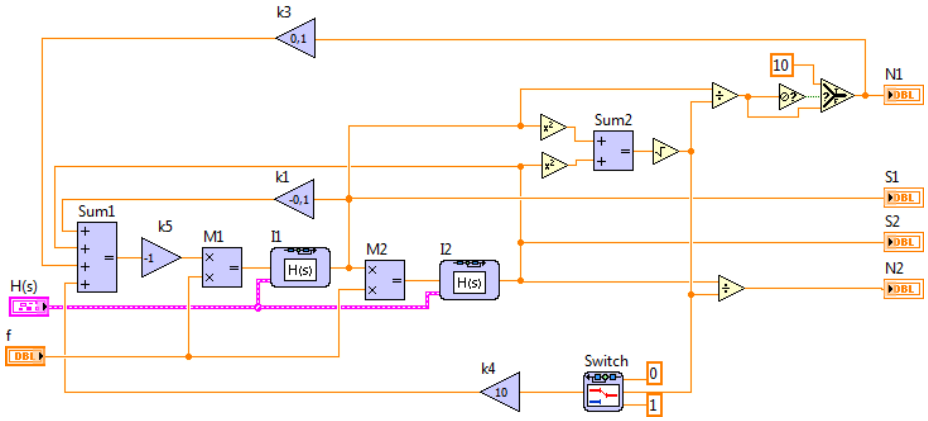


Рисунок 1 – Модель исследуемого квадратурного генератора

Основой модели являются два управляемых интегратора, реализованных на основе умножителей (M1 и M2) и интеграторов (I1 и I2). Датчик амплитуды состоит из двух квадраторов, сумматора Sum2 и функции извлечения квадратного корня. Сумматор Sum1 суммирует сигналы обратной связи, которые подаются на вход через масштабные усилители k1, k3 и k4 с заданными коэффициентами усиления. Усилитель k5 инвертирует выходной сигнал сумматора Sum1, который далее поступает на вход первого управляемого интегратора. Блок запуска генератора реализован на основе порогового элемента Switch и масштабного усилителя k4. Элемент Select ограничивает выходную величину после делителя на первой итерации цикла моделирования.

Входными параметрами данной модели являются нормированная частота, величина которой задаётся через входной терминал f и передаточная функция интеграторов, информация о которой передаётся в модель через терминал H(s).

Выходные квадратурные сигналы S1 и S2, а также их нормированные по отношению к амплитуде сигналы N1 и N2 выводятся через выходные терминалы.

Для дальнейшего исследования описанная выше модель была преобразована в виде подпрограммы, которая затем использовалась в качестве фрагмента более сложной модели. Данная модель представлена на рисунке 2.

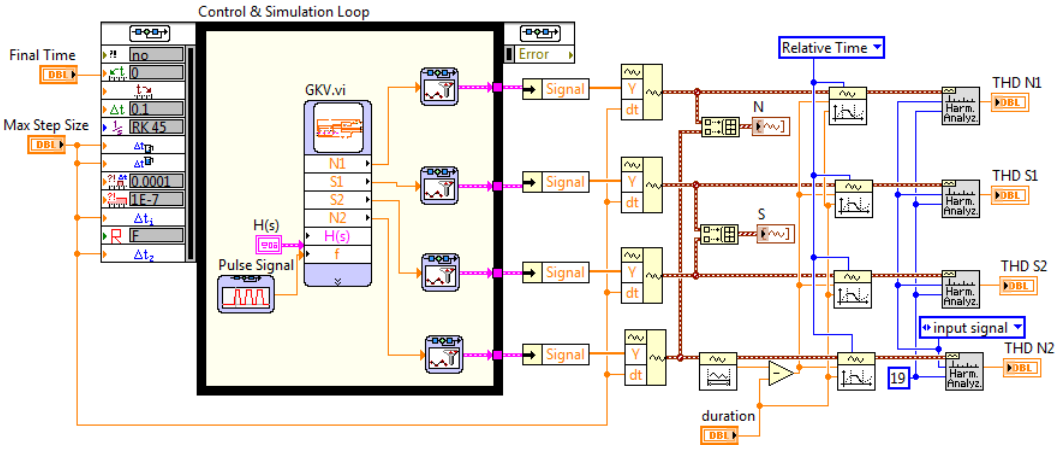


Рисунок 2 – Модель, предназначенная для исследования генератора

Модель генератора GKV.vi помещена в цикл симуляции. Дополнительно в цикл симуляции помещены элементы Collector, которые накапливают результаты симуляции в течение всего процесса симуляции и Pulse Signal для задания частоты выходного сигнала. Результаты симуляции в виде четырёх кластеров передаются за пределы цикла симуляции для дальнейшей обработки, используя функции Get Waveform Subset, Waveform Duration и Harmonic Distortion Analyzer.

Исходные данные для симуляции были выбраны следующими: метод расчёта – Рунге-Кутта 45; приращение по времени 10^{-5} с; длительность симуляции выбрана исходя из условия окончания переходных процессов; величина нормированной частоты изменяется скачком на декаду и обратно; передаточная функция интеграторов H(s) = -1/(0,01s), количество гармоник для определение коэффициента нелинейных искажений 19. Результаты моделирования представлены на рисунке 3 и в таблице 1.

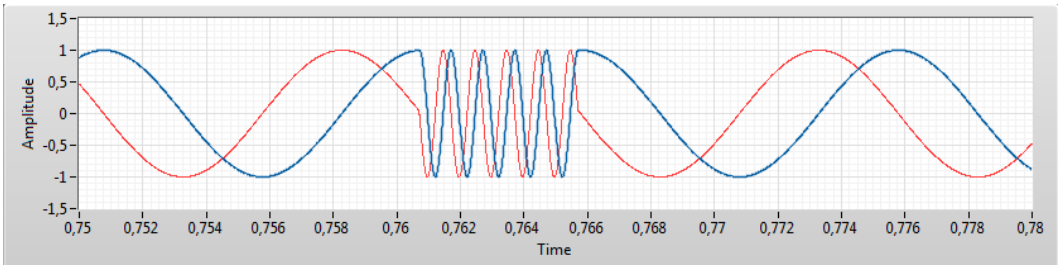


Рисунок 3 – Временные диаграммы, отображающие переходной процесс при изменении частоты.

Таблица 1

Коэффициенты нелинейных искажений квадратурных сигналов

	S1	S2	N1	N2
K_H, %	$2{,}34\cdot10^{-8}$	$2{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}48\cdot10^{-8}$	$1{,}41\cdot10^{-8}$

На рис. 3 можно видеть, что переключение с одной частоты на другую происходит практически мгновенно без какого-либо переходного процесса. Полученные величины коэффициентов нелинейных искажений выходных квадратурных сигналов позволяют отнести данный генератор к классу прецизионных генераторов.

Список литературы

1. Вавилов А.А. Низкочастотные измерительные генераторы. / А.А. Вавилов,

А.И. Солодовников, В.В. Шнайдер. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 104 с.

2. Дубровин В. С. Система стабилизации управляемого генератора на базе квазиконсервативного звена / В. С. Дубровин // Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – № 2 (2). – С. 30–34.

3. Дубровин В. С. Способы построения управляемых функциональных генераторов / В. С. Дубровин, А. М. Зюзин // Austrian Jornal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – №7-8. – С. 131–137.

4. Дубровин В. С. Управляемый функциональный генератор / В. С. Дубровин // Журнал научных и прикладных исследований. – 2014. – №10. – С. 24–29.

5. Пат. 2506692 Российская Федерация, МПК7 H 03 B 27/00. Управляемый генератор / Дубровин В. С.; заявитель и патентообладатель Дубровин Виктор Степанович. – № 2012137334/08; заявл. 31.08.12 ; опубл. 10.02.14, Бюл. № 4. – 15 с. : 11 ил.

6. Dubrovin V.S. Multi-frequency functional generator / V.S.Dubrovin, A.M. Zyuzin // European science review. – 2014. – № 9-10. – С. 95-101.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И ВРЕМЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

Жаднов В.В.
НИУ ВШЭ, Москва
vzhadnovr@hse.ru

В статье рассматриваются вопросы исследования температурной и временной стабильности тонкопленочных резисторов, применяемых в микроэлектронной аппаратуре. Приведены результаты испытаний тестовых резистивных микросборок и показано, что температурные и временные погрешности в различных партиях существенно отличаются, что делает необходимость проведения испытаний для технологических процессов, используемых на предприятиях-изготовителях микроэлектронной аппаратуры.

Ключевые слова: Микроэлектронная аппаратура, микросборка, тонкопленочный резистор, температурная стабильность; временная стабильность

THE STUDY OF TEMPERATURE AND TIME STABILITY OF THIN-FILM RESISTORS

Zhadnov V.V.
NRU HSE, Moscow, Russia

In the article the questions of the study the temperature and time stability thin-film resistors used in microelectronic equipment. Test results of the test resistive assemblies and it is shown that the temperature and time of error in the various parties differ significantly, making the need for testing for technological processes used at the enterprises-manufacturers of microelectronic devices.

Keywords: Microelectronic equipment, microassembly, thin film resistor, temperature stability; stability

Постановка задачи

Тонкопленочные резисторы широко применяются в конструкциях микроэлектронной аппаратуры различных уровне, начиная от гибридных микросхем и заканчивая микроэлектронными модулями и блоками. От стабильности сопротивлений

тонкопленочных резисторов во многом зависят стабильность микросборок (МСБ) и микроэлектронной аппаратуры (МЭА) в целом, а, следовательно, и ее надежность в дальнейшей эксплуатации. Во время эксплуатации МЭА в условиях высокой температуры у тонкопленочных резисторов с течением времени происходит изменение сопротивления. В этой связи при разработке МСБ и МЭА важной задачей является мониторинг тепловых и временных погрешностей тонкопленочных резисторов и их статистических характеристик для технологических процессов, используемых на предприятиях-изготовителях МЭА.

Работа посвящена исследованию статистических характеристик тепловых и временных погрешностей тонкопленочных резисторов микросборок, изготовленных из сплава РС 3170 [1].

Используемое оборудование и программное обеспечение

Испытания подвергалась партия тестовых резистивных микросборок, тонкопленочные резисторы которых изготовлялись из сплава РС 3170 [1]. Количество резисторов на подложке -20 шт. Эскиз топология подложки приведен на рис. 1.

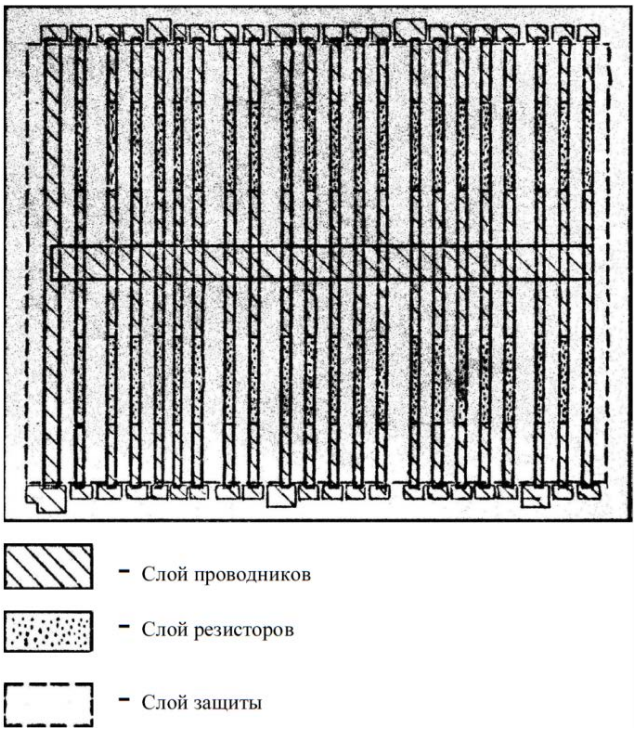


Рисунок 1 – Эскиз топология подложки тестовой резистивной микросборки.

Подложки устанавливались в корпуса типа 158.29-1, внешний вид которого приведен на рис. 2.

Рисунок 2 – Корпус тестовой резистивной микросборки.

Для обработки результатов испытаний использовался универсальный математический пакет MathCad [2].

Описание решения

На рис. 3 показано несколько типичных реализаций временных зависимостей относительных погрешностей сопротивлений резисторов и поле их относительных изменений.

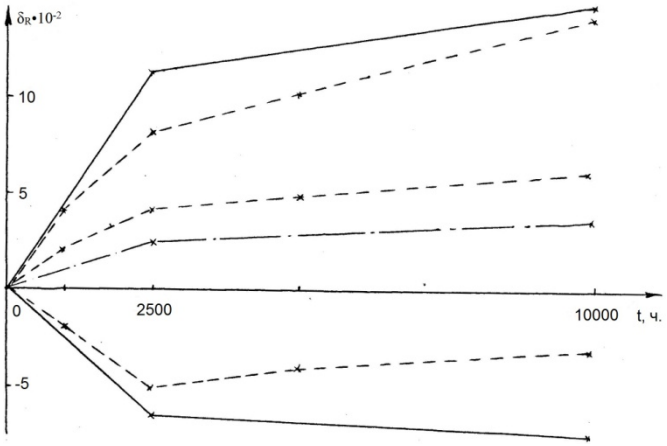


Рисунок 3 – Поле относительных изменений сопротивлений резисторов при старении.

Как видно из рис. 3, временные зависимости относительных погрешностей сопротивлений резисторов в двух областях, соответствующих временным интервалам [0, 2500] и [2500, 10000] ч. носят линейный характер. При этом, как показали результаты статистической обработки результатов испытаний, средние значения относительных погрешностей сопротивлений для значений 2500 и 10000 ч. значительно отличаются друг от друга и имеют незначительную статистическую зависимость (см. табл. 1).

Таблица 1

Числовые характеристики относительных временных погрешностей

№ п.п.	Моменты		Значение
	Наименование	Обозначение	
1	2	3	4
1	Математическое ожидание	m(δR,t=2500)	2,4•10-3
2	Математическое ожидание	m(δR,t=10000)	3,67•10-3

3	Среднеквадратичное отклонение	σ(δR,t=2500)	2,94•10-3
4	Среднеквадратичное отклонение	σ(δR,t=10000)	3,38•10-3
5	Коэффициент корреляции	k(δR,t=2500, δR,t=10000)	0,325

На рис. 4 показана типичная реализация температурной зависимости относительной погрешности сопротивления резистора и поле их относительных изменений.

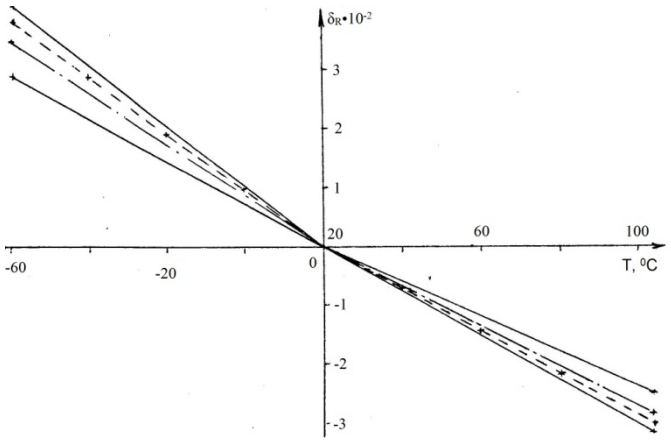


Рисунок 4 – Поле относительных температурных изменений сопротивлений резисторов.

Как видно из рис. 4, температурные зависимости относительных погрешностей сопротивлений резисторов в двух областях, соответствующих интервалам температуры [-60, +20] и [20, 105] ^{0}C, носят линейный характер. При этом, как показали результаты статистической обработки результатов испытаний, средние значения относительных погрешностей сопротивлений для значений -60 и 105 ^{0}C значительно отличаются друг от друга и имеют незначительную статистическую зависимость (см. табл. 2).

Таблица 2

Числовые характеристики относительных температурных погрешностей

№ п.п.	Моменты		Значение
	Наименование	Обозначение	
1	2	3	4
1	Математическое ожидание	m(δR,T=-60)	3,28•10-2
2	Математическое ожидание	m(δR,T=105)	-2,87•10-2
3	Среднеквадратичное отклонение	σ(δR,T=-60)	1,96•10-3
4	Среднеквадратичное отклонение	σ(δR,T=105)	9,59•10-4
5	Коэффициент корреляции	k(δR,T=-60, δR,T=105)	-0,2

Внедрение и его перспективы

Приведенные выше результаты хотя и укладываются в допуски, приведенные в [1], но существенно отличаются от них. Поэтому при расчетной оценке стабильности МЭА [3, 4] необходимо проводить испытания МСБ, в частности, с использованием оборудования National Instruments.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00422).

Список литературы

1. ГОСТ 22025-76. Сплавы кремниевые резистивные. Технические условия.
2. Дьяконов, В.П. MathCad 8-12 для студентов. / В.П. Дьяконов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 632 с.
3. Жаднов, В.В. Методы расчета допусков на температуры корпусов электрорадиоэлементов. / В.В. Жаднов. // Качество. Инновации. Образование. - 2014. - № 10. - с. 35-41.
4. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств. / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 464 с.

УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП К ОБОРУДОВАНИЮ NATIONAL INSTRUMENTS УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО ЦЕНТРА ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА

Кульмамиров С. А., Саутбеков С. С., Жилкибаева А. Б.
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева
vtkulma@mail.ru, sautbekov@enu.kz, aekamedka@mail.ru

Рассмотрен инновационный аппаратно-программный инструментарий действующего учебно-лабораторного центра физико-технического профиля ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, описаны пути использования инструментария в качестве инфотелекоммуникационной среды для проведения эффективного интерактивного обучения обучающихся по образовательным программам бакалавриата технического направления.

Ключевые слова: инновация учебного процесса, учебная лаборатория, среда графического программирования LabVIEW, удаленный доступ к цифровому устройству, виртуальные инструменты.

REMOTE ACCESS TO THE EQUIPMENT NATIONAL INSTRUMENTS OF THE EDUCATIONAL AND LABORATORY CENTER OF THE EUROASIAN NATIONAL UNIVERSITY OF L. N. GUMILEV

Kulmamirov S., Sautbekov S., Zhilkibaeva A.
The Euroasian national university of L. N. Gumilev
vtkulma@mail.ru, sautbekov@enu.kz, aekamedka@mail.ru

The innovative hardware-software tools of the operating educational and laboratory center of the ENU physics and technology profile of L. N. Gumilev are considered, ways of use of tools as info - the telecommunication environment for carrying out effective interactive training trained on educational programs of a bachelor degree of the technical direction are described.

Keywords: Innovation of educational process, educational laboratory, environment of graphic programming of LabVIEW, remote access to the digital device, virtual tools.

В этом учебном году в Евразийском национальном университете им. Л. Н. Гумилева (Республика Казахстан, г. Астана) создан учебно-лабораторный центр, который объединяет учебные лаборатории по проведению услуг аккредитованных образовательных программ бакалавриата следующих кафедр физико-технического факультета: «Радиотехника, электроника и телекоммуникаций»; «Космические техники и технологий», «Ядерная физика и новые материалы»; «Техническая физика»; «Общая и теоретическая физика».

Основная цель создания и внедрения в учебный процесс нового формата учебного подразделения – это внедрение инновации по эффективному использованию в учебном процессе поставляемого брэнд оборудования на междисциплинарном уровне всех кафедр университета. В итоге укрепляется материально-техническая база, выделяемая для предоставления условий аккредитации всех образовательных программ физико-технического направления. Такой подход позволяет обеспечить рост деятельности учебных лабораторий до уровня международного центра с организацией тесной связи с национальными предприятиями казахстанской промышленности или зарубежных компании.

В ЕНУ им. Л. Н. Гумилева с 2014 года действуют самостоятельные учебные лабораторий и центры с поставкой учебного оборудования двух известных компаний: National Instruments (США) и PHYWE (Германия). С заинтересованными компаниями заключены меморандумы и договора сотрудничества по своевременному обновлению состава поставляемого оборудования и версии программных обеспечений (например, NI ELVIS, NI LabVIEW 2014, Multisim, Altium Designer, PHYWE Cobra 4, PHYWE Hi-Tec и т.д.).

По такому инновационному подходу также заключены меморандумы с казахстанскими министерствами и крупными холдинговыми компаниями по внедрению отечественной техники и новых технологий. Ожидаемое сотрудничество должны обеспечить связь внедрения инновационного производства и новой техники в учебный процесс, особенно на уровне бакалавриата. Это создает почву для дальнейшего развития уровня и содержания высшего образования, т.е. для успешного функционирования магистратуры и докторантуры физико-технических наук.

В настоящее время университетским кафедрам, аккредитованным по своим образовательным программам (ОП), в первую очередь предоставляются учебные площади по организации лабораторных занятий по дисциплинам ОП. В УЛЦ значительная часть аудиторного фонда предоставлена для размещения учебного оборудования компании PHYWE.

В таких же количествах аудиторий размещено оборудование американской компании National Instruments. Персонал центра уже завершает выпуск новых учебно-методических материалов по использованию действующего оборудования и проведению современных лабораторных работ (экспериментов). С родственных кафедр университета поступают заявки на проведение в учебных аудиториях УЛЦ целые циклы лабораторных работ по дисциплинам ОП на новый учебный год.

Дисциплина «Физика» со всевозможной различной формулировкой в рабочих учебных программах преподается почти на всех специальностях университета, нагрузка еженедельного посещения УЛЦ обучающимися бакалавра более 3000 человек. В итоге сформированы 4 направления учебных лабораторий: механика, электричество и магнетизм, термодинамика и оптика.

Хорошо налажены лабораторные работы по направлению радиотехники, электроники, телекоммуникаций, микропроцессорной техники, цифровым устройствам, теплотехники, робототехники, альтернативной энергетики. Здесь основная доля

оборудования принадлежит компании National Instruments. Используемые учебные стенды отличаются компактностью, легким усвоением навыка проведения экспериментов, наличием программных приложений для обработки данных эксперимента (Multisim и LabVIEW).

Важным этапом эффективного образовательного процесса является физический эксперимент, стимулирующий активную познавательную деятельность обучающегося и творческий подход к получению знаний. При традиционных формах образовательного процесса такая возможность реализуется в ходе выполнения необходимого комплекса лабораторных работ или практических занятий.

Сейчас в деятельности УЛЦ существует проблема ограниченности доступа обучающихся к наиболее интересному и уникальному оборудованию, техническим объектам, научным и технологическим экспериментам, которые подчас представляют наибольший интерес и стимулируют получение знаний. Такая проблема возникает появлением массового доступа к уникальному учебному (особенно брэнд) оборудованию. Одним из путей решения данной проблемы может стать возможность активного дистанционного проведения эксперимента в единой информационно-коммуникационной обучающей среде (типа реализация вебинаров в учебном процессе).

Ключевой особенностью, отличающей физический эксперимент от других способов получения знаний, является процесс получения и обработки экспериментальных данных – регистрация характеристик реальных физических величин, определяющих поведение исследуемого объекта, процесса или явления, подтверждающих или опровергающих сформулированные целевые функции проведения эксперимента.

Как разновидность физического эксперимента, в лабораторных работах учебных лабораторий УЛЦ, можно выделить физический эксперимент, ставящий своей целью отработку основных приемов и технологий планирования и проведения эксперимента по этапам: формулировка цели работы; реализация задач исследований; освоение порядка выполнения работы; определение способов и методов достижения цели; особенности используемого доступного оборудования и устройств цифровой технологии.

В условиях дистанционного обучения традиционные формы лабораторного практикума дополняются виртуальной лабораторией, использующей технологию имитационного моделирования физического эксперимента с привлечением аппаратно-программных (технических) средств, компьютерной графики и анимации для достижения эффективного интерактивного взаимодействия пользователя (обучаемого или экспериментатора) со средой моделирования. В этом направлении ощутимых результатов достигла компания NI с комплексом совместимого учебного оборудования и ПО LabVIEW.

Составной частью понятия «виртуальная лаборатория» является распространенное техническое понятие виртуального инструмента – набора аппаратных и программных средств, добавленных к обычному компьютеру таким образом, что пользователь получает возможность взаимодействовать с компьютером как со специально разработанным для него обычным электронным прибором. Существенная часть виртуального инструмента и виртуальной лаборатории – эффективный графический интерфейс пользователя, то есть программный инструментарий с развитой системой графического меню в виде наглядных графических образов привычной предметной области пользователя. Он обеспечивает удобный интерактивный режим его взаимодействия с компьютером. Работая с виртуальным инструментом через графический интерфейс, пользователь на экране

монитора видит привычную лицевую панель, имитирующую панель управления реального прибора.

Для создания лабораторных практикумов удаленного доступа требуется обеспечить удаленный мониторинг и супервизорное управление, используя локальные сети или Интернет. Для экспериментатора также важно, чтобы такое расширение не приводило к значительному увеличению объема работ по программированию или стоимости создаваемого цифрового устройства. Реализовать такую функцию можно, используя технологию преобразования управляющих приложений в HTML документы. В этом случае компьютер, подключенный к аппаратуре ввода/вывода, становится сервером данных, а удаленные компьютеры играют роль клиентов. При этом, специализированное программное обеспечение исполняется только на серверной платформе, а клиенты используют офисные средства [2].

Таким образом, виртуальная лаборатория и входящие в нее лабораторные работы удаленного доступа могут играть роль аппаратно-программного инструментария учебно-лабораторного центра физико-технического профиля. Согласно стратегии развития нашего университета этот инновационный инструментарий будет использован в виде объектно-ориентированной информационной среды для эффективного интерактивного обучения обучающихся по образовательным программам бакалавриата технического направления.

Использование учебных стендов компании National Instruments и технологий NI LabVIEW в УЛЦ для разработки лабораторных практикумов удаленного доступа позволяет претенденту бакалавра, расположенному на любом расстоянии от исследуемого объекта, в интерактивном режиме оперативно управлять реальным (или виртуальным) оборудованием через веб-браузер, наблюдать и ставить эксперименты.

Важными преимуществами применения реализованной в УЛЦ ЕНУ им. Л. Н. Гумилева технологий NI LabVIEW являются: возможность наглядной имитации реального физического эксперимента путем использования, наряду с классическими изображениями приборов, не только имитационных моделей реальных сигналов, но также и полученных ранее реальных экспериментальных данных, а также возможность управления практически любым реальным прибором.

Список литературы

1. Виртуальный лабораторный практикум [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.distance-learning.ru/db/el/EB77D06B14773B11C3256C5B0057C877/do c.html.

2. Патрахин В.А. Технология публикации приложений LabVIEW в Internet // Пикад. – 2004. – № 3. – С. 28–30.

ОБРАБОТКА АКУСТИЧЕСКИХ ЭХО-СИГНАЛОВ МЕТОДАМИ АДАПТИВНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Козлов Н.П.

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет»

kaf-eivt@yandex.ru

Статья посвящена вопросам адаптивной обработки акустических сигналов в условиях высокой степени их искажений вариативными типами помех и/или шумов, в

частности, особое внимание уделено решению проблеме эхо-компенсации в замкнутом пространстве комнат.

Ключевые слова: акустический сигнал, адаптивный фильтр, анализ сигнала, эхо-сигнал, распространение звука, эхо-компенсация, базы данных, система подавления помех.

PROCESSING ACOUSTIG ECHO-SIGNALS ADAPTIVE COMPENSATION TECHNIQUES IN A CONFINED SPACE

Kozlov N.P.

Murom Institute of Vladimir State University

The article deals with the adaptive processing of acoustic signals in a high degree of variability of distortion types of interference and/or noise, in particular, it focuses on solving the problem of echo cancellation in a confined space rooms.

Keywords: Acoustic signal, adaptive filter, signal analysis, echo-signal, propagation of sound, echo cancellation, database, system noise.

Передаваемые акустическими сигналами данные на практике имеют разную степень качества, что обусловлено их загрязнением, интенсивность искажений возможна вплоть до полной потери информативности полезного сигнала, в точке его фиксации. Это связано с вариативностью акустических помех и трактов связи. Поэтому целесообразно рассматривать комплексно звуковой сигнал, как носитель информации, а также помехи и шума.

Актуальными методами подавления акустических помех и эхо-сигналов, в условиях нестационарности тракта приема (передачи) данных и многолучевого распространения, являются адаптивные фильтры на основе алгоритма расчета импульсных характеристик канала от источника к датчикам приема и алгоритма определения многоканальной временной задержки. В работах [2, 3] была рассмотрена разработка системы адаптивной компенсации аддитивных шумов, как основного источника искажения полезного сигнала. Но распространение звука в замкнутом пространстве осложняется множеством препятствий, способствующих как поглощению звуковой волны, так и образованию эхо-сигналов, за счет отражения излученного акустического сигнала от различного рода объектов (стен, пола потолка, мебели), то есть имеется зависимость от среды, на которой производится связь.

В случае, когда прямое следование сигнала ограниченно или не возможно, его распространение складывается из альтернативных путей, образуя дополнительные образы сигнала. Наиболее оптимальную длину прямого пути должен определять приемник, отсеивая все остальные сигналы. В противном случае полезность сигнала будет нарушаться эффектом множественного отражения и возникнет потребность в компенсации эхо-сигналов [2, 4]. Эхо-компенсация представляет собой процесс удаления паразитного эхо-сигнала из полезной звуковой волны. Модель множественных отражений без учета реверберации [1] можно задать с помощью следующего выражения

$$x(t) = \sum_{k=0}^{r} a_k x_0(t - \tau_k) = \sum_{k=0}^{r} a_k x_0(t - D_k T_0).$$

Задача при этом заключается в определении затуханий $a_k(\theta)$, зависящих от ориентации θ микрофона, и задержек $\tau_k = D_k T_0$ в $r+1$ каналах эха.

Для подавления отражений в комнатных средах, с учетом эффекта реверберации [1], применим адаптивный алгоритм нахождения собственно значения, в работе которого рассчитываются импульсные характеристики канала от источника сигнала к

его приемнику [4]. Оценка задержки в этом случае определяется путем нахождения прямого пути из двух, измеренными импульсными откликами. Модель с двумя датчиками выглядит следующим образом

$$x_0[k] * h_1 = s[k] * h_0 * h_1 = x_1[k] * h_0 .$$

В векторно-матричном виде это соотношение, в момент времени k, можно представить

$$x^T[k]u = x_0^T[k]h_1 - x_1^T[k]h_0 = 0,$$

где $x_n[k] = \left[[x_n[k], x_n[k-1],..., x_n[k-L+1]\right]^T$, $x[k] = \left[x_0^T[k], x_1^T[k]\right]^T$, $u = \left[h_1^T \; -h_0^T\right]^T$.

Масштаб и общие задержки неясности «слепой» идентификации на работу алгоритма не влияют. В случае, когда импульсная характеристика канала из источника к приемнику может быть очень длинной, в зависимости от состояния реверберации, рассмотренный выше алгоритм не является приемлемым (некоторые нули двух каналов близки), тогда возможно использование нескольких каналов в системе, адаптивный алгоритм определения многоканальной временной задержки, когда число датчиков является большим.

С учетом модели реверберации [1], функция, среди всех N, в момент времени k+1 имеет вид [4]

$$J[k+1] = \sum_{i=0}^{N-2} \sum_{j=i+1}^{N-1} e_{ij}^2[k+1],$$

где $e_{ij}[k+1] = \dfrac{x_i^T[k+1]\hat{h}_j[k] - x_i^T[k+1]\hat{h}_i[k]}{\left\|\hat{h}[k]\right\|}$, $i, j = 0,1,..., N-1$ – сигнал ошибки между

датчиками i и приемниками j в момент времени k+1, $\hat{h}_n[k]$ – моделирование фильтра $h_j[k]$ и $\hat{h}_j[k]$, $\hat{h}[k] = \left[\hat{h}_0^T[k], \hat{h}_1^T[k],..., \hat{h}_{N-1}^T[k]\right]^T$.

Отсюда следует, что различные адаптивные алгоритмы могут использоваться для достижения оценки $\hat{h}_j[k]$ путем сведения к минимуму $J[k+1]$.

В ходе фиксации сигнала, производится его преобразование в электрические импульсы, которые претерпевают обработку [3]. На рис. 1 приведена структурная схема обработки сигнала с применением хранилища повторных (однотипных) помех и шумов, что способствует сокращению времени на компенсацию помех в обрабатываемом сигнале.

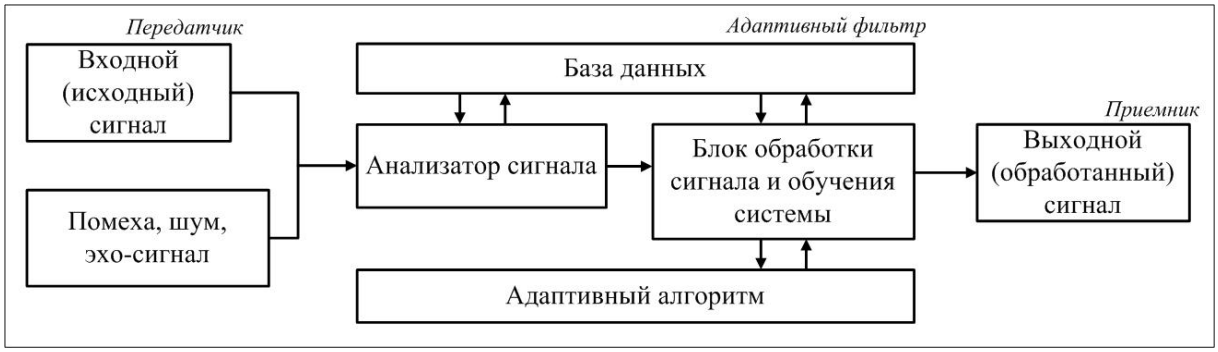


Рисунок 1 – Структурная схема обработки сигнала

После выполнения достаточно числа итераций обучения системы, качество фильтрации сигналов будет возрастать, независимо от сложности его загрязнения [3]. На рис. 2 представлен исходный (зашумленный) речевой сигнал (а) и его отфильтрованный речевой эквивалент (б).

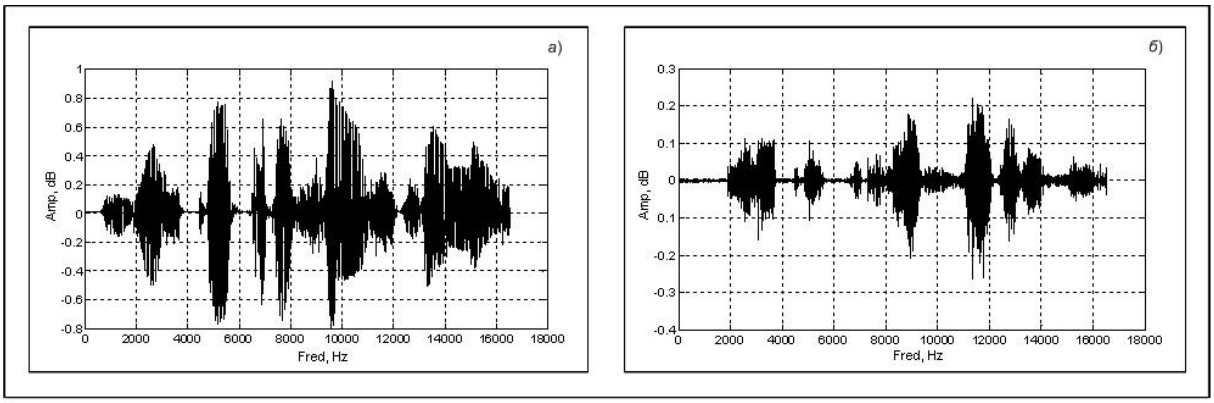


Рисунок 2 – Исходный (зашумленный) речевой сигнал (а),
отфильтрованный речевой сигнал (б)

Адаптивные компенсаторы помех позволяют значительно улучшить качество зашумленных сигналов – на несколько десятков децибел, но требуют наличия опорного сигнала, что существенно сужает область их применения [2]. В рассматриваемой модели адаптивный фильтр представляет собой устройство (составную часть), которое интегрировано в систему.

Список литературы

1. Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Методы анализа сигналов в информационно-управляющих системах / Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013 г. 196 с.

2. Козлов Н.П. Адаптивная компенсация помех / Козлов Н.П. // Материалы четвертой научно-технической всероссийской конференции "Зворыкинские чтения", 2012. - С. 125 - 126.

3. Козлов Н.П. Разработка обучаемой системы подавления помех в акустических сигналах / Козлов Н.П., Проскуряков А.Ю. // Материалы пятой международной научно-практической конференции "Наука в современном обществе", 2015. - С. 164 - 166.

4. Jingdong Chen, Jacob Benesty, Yiteng (Arden) Huang. Time Delay Estimation in Room Acoustic Environments: An Overview. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Volume 2006, Article ID 26503, Pages 1–19 DOI 10.1155/ASP/2006/26503.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Работа выполнена в плане реализации государственного задания РФ №2.1228.2014К в сфере научной деятельности

Козлов Н.П., Проскуряков А.Ю.
Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет»
kaf-eivt@yandex.ru

В данной работе рассмотрены модели распределения акустического сигнала, применимые к решению задачи адаптивной эхо-компенсации, в средах с многолучевым распространением и множественным отражением.

Ключевые слова: акустический сигнал, распространение звука, анализ сигнала, эхо-сигнал, эхо-компенсация.

INVESTIGATION OF SIGNAL PROPAGATION MODELS IN A CLOSED SPACE

The work is done in terms of implementation of the state task
RF №2.1228.2014K in scientific research

Kozlov N.P., Proskuryakov A.Y.
Murom Institute of Vladimir State University

In this paper the distribution model of the acoustic signal applicable to the problem of adaptive echo-cancellation, in environments with multipath and multiple reflection.

Keywords: acoustic signal, propagation of sound, signal analysis, echo-signal, echo-cancellation.

В замкнутом пространстве распространение сигналов сталкивается с проблемой его отражения от различных преград (стен, пола, потолка, мебели), имеющихся на пути следования волны от источника к получателю (рис. 1). В случае, когда прямой путь сигнала ограничен или невозможен, его распространение складывается из альтернативных траекторий следования, образуя многолучевое распространение сигнала в среде, так называемом канале связи. Из-за этого изменяется как длина волны, так и время ее прибытия, следовательно, и качество доставляемого сигнала. Скорость распространения зависит от того, как быстро перемещаются объекты в среде передачи. Медленные объекты дают меньшие изменения на канал.

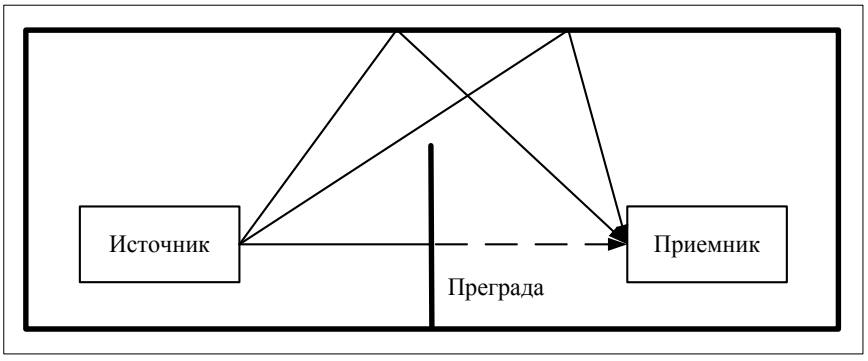


Рисунок 1 – Пример многолучевого распространения сигнала

Изменения в замкнутом пространстве происходят более медленно, чем каналы в открытом пространстве и представляет собой время когеренции. Сигналы, имеющие широкую полосу пропускания, меньше подвержены данному эффекту. Частота, на которой можно бороться с этим эффектом, является задержкой распространения, и связана с разницей по времени между первым и последним путем прибытия.

Многолучевая модель распространения сигнала, учитывает копии задержек и ослаблений сигнала из-за отражений от волнового фронта и отражений основного звука от стен, пола, потолка и иных препятствий. Они претерпевают одно отражение, создавая дополнительные «образы», большой амплитуды прямого звука, что делает их наиболее важными, оказывающими основное влияние на качество исходного сигнала. Многолучевая модель распространения сигнала имеет следующий вид [5, 6]

$$x_n[k] = \sum_{m=1}^{M} \alpha_{nm} s[k - t - \tau_{nm}] + w_n[k],\ n = 0,1,2,..., N-1,$$

где α_{nm} – коэффициент затухания от неизвестного источника, t – время распространения от источника сигнала к приемнику 0 для пути m с $\tau_{01} = 0$, M – число различных путей, $w_n[k]$ – стационарный Гауссовский шум и предполагается, что он коррелирует как с источником сигнала, так и шумовыми сигналами, наблюдаемыми на других датчиках.

В средах с многолучевым распространением, наиболее оптимальную длину прямого пути должен определять приемник, отсеивая все остальные сигналы. В противном случае, если приемник не способен выявлять отдельные пути, то полезность сигнала будет нарушаться эффектом множественного отражения и возникнет потребность в компенсации эхо-сигналов [4, 6]. Они взаимодействуют с прямым звуком, исходящим непосредственно от источника и достигающего приемника кратчайшим путем, что кардинально влияет на качество принимаемого сигнала.

Задача эхо-компенсации в данном случае осложняется необходимостью учета реверберации. Реверберацию можно охарактеризовать непрерывным распределением исходного сигнала по задержке, представив ее с помощью следующего выражения [1]

$$x(t) = \int_{\Theta} \int_{0}^{t} h(\tau, \theta) x_0(t - \tau) d\tau d\theta,$$

где $x_0(t)$ – исходный сигнал, $x(t)$ – сигнал с учетом реверберации, $h(t, \theta)$ – импульсная функция акустического канала с задержкой θ, Θ – множество значений задержки.

В этой модели каждый датчик получает большое количество эхо-сигналов [4], они являются результатом многократных переотражений основного звука от поверхностей стен, пола и потолка помещения. Эти сигналы достигают приемника сложными, длинными путями и поэтому имеют низкую амплитуду [2, 3]. Отражения могут, происходит несколько раз, прежде чем сигнал достигнет приемника (рис. 2)

$$x_n[k] = h_n * s[k] + w_n[k],$$

где * обозначает свертку, h_n – импульсная характеристика между источником и датчиком, предполагается, что $s[n]$ является достаточно широкополосный доступ и $w_n[k]$ не коррелирует с $s[k]$ и с шумовыми сигналами в других датчиках. В векторно-матричной форме модель выглядит следующим образом

$$x_n[k] = \mathrm{h}_n^T \mathrm{s[k]} + w_n[k],\ n = 0,1,2,..., N-1,$$

где $h_n = [h_{n,0}, h_{n,1}, ..., h_{n,L-1}]^T$, $s[k] = [s[k], s[k-1], ..., s[k-L+1]]^T$, L – длина самого длинного импульсного ответа.

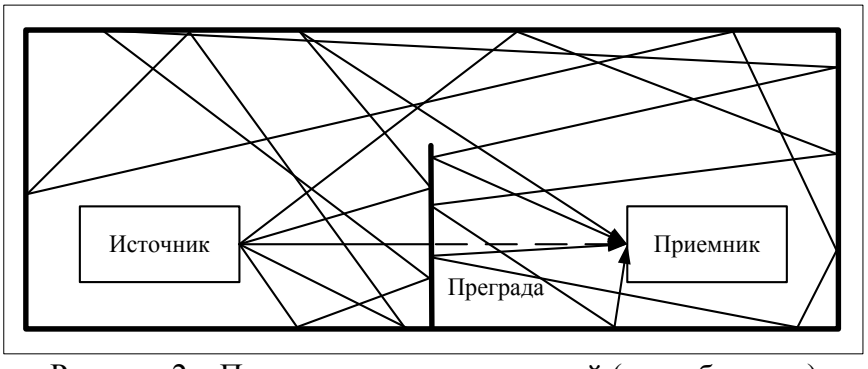


Рисунок 2 – Пример поздних отражений (реверберация)

Решение с помощью модели реверберации часто заключается в два этапа. На первом этапе происходит оценивание *N* импульсных ответов, затем получают путем идентификации два прямых пути от канала источника к приемнику, ответы оцениваются «слепым методом».

Список литературы

1. Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Методы анализа сигналов в информационно-управляющих системах / Ермолаев В.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013 г. 196 с.
2. Козлов Н.П. Адаптивная компенсация помех / Козлов Н.П. // Материалы четвертой научно-технической всероссийской конференции "Зворыкинские чтения", 2012. - С. 125 - 126.
3. Козлов Н.П. Разработка обучаемой системы подавления помех в акустических сигналах / Козлов Н.П., Проскуряков А.Ю. // Материалы пятой международной научно-практической конференции "Наука в современном обществе", 2015. - С. 164 - 166.
4. Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. Исследование параметров акустических эхо-сигналов методом корреляционного оценивания / Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. // Proceedings of 20 th International Crimean Conference "Microwave & Telekommunication Technology". Sevastopol, Ukraine. 2010. – V.1. – P.422-423. IEEE Catalog Number CFP10788 ISBN 978-966-335-329-6.
5. Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. О моделировании акустических сигналов и электроакустической аналогии // Проектирование и технологии электронных средств, 2011, №1, с. 28-51.
6. Jingdong Chen, Jacob Benesty, Yiteng (Arden) Huang. Time Delay Estimation in Room Acoustic Environments: An Overview. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Volume 2006, Article ID 26503, Pages 1–19 DOI 10.1155/ASP/2006/26503.

РАЗРАБОТКА ОТЛАДОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Королев П.С., *Иванов И.А., *Богачев К.А., *Увайсов С.У.
НИУ ВШЭ
*pskorolev_1@edu.hse.ru, *i.ivanov@hse.ru, *kbogachyov@hse.ru, *s.uvaysov@hse.ru*

В данной работе описан процесс разработки усилителя мощности, предназначенного для демонстрации работы автоматизированного комплекса диагностирования по электрическим характеристикам. Отличительная особенность устройства заключается в возможности внесения различных неисправностей типа «обрыв» и «короткое замыкание» путем выбора соответствующего режима работы.

Ключевые слова: техническая диагностика, техническое состояние, комплекс диагностирования.

TITLE OF THE ARTICLE

Korolev P.S., *Ivanov I.A., *Bogachyov K.A., *Uvaysov S.U.
*HSE, *National Research University of Electronic Technology*

This article describes the development process a power amplifier designed to showcase the work of the automated complex of diagnosis electrical characteristics. A distinctive feature of the device is the ability to make different types of defect "open" and

"short-circuit" by selecting the appropriate mode.

Keywords: technical diagnosis, technical position, complex diagnosis.

С целью проверки и отладки диагностического комплекса [1] необходима разработка устройства, позволяющего имитировать различные неисправности. В качестве требуемого устройства был выбран усилитель малой мощности низкой частоты с общим эмиттером. Обоснованием данного выбора является распространенность такого вида электронных средств в сфере инфокоммуникаций и устойчивость к искусственно-вносимым неисправностям.

На рис.1 показана принципиальная электрическая схема усилителя малой мощности низкой частоты с общим эмиттером.

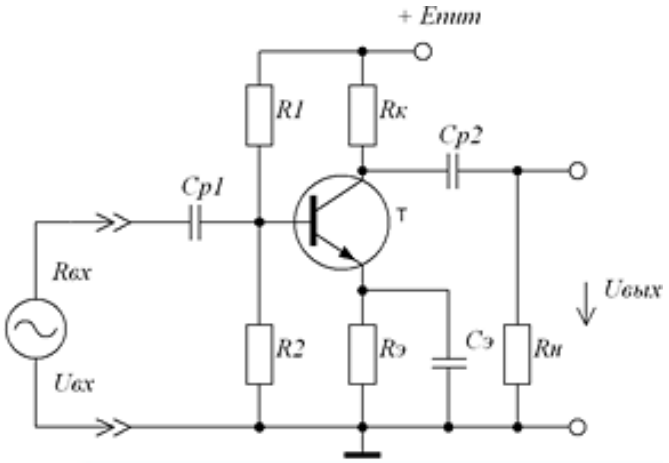


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема усилителя малой мощности низкой частоты с общим эмиттером

Моделирование данной схемы осуществлялось в программном комплексе MicroCap (рис. 2), где были получены значения напряжений в узлах, а также входные и выходные осциллограммы.

Собрана макетная плата этого устройства, сняты реальные показания потенциалов узлов и вид входного и выходного сигналов [2].

Проанализировав данный усилитель малой мощности низкой частоты, можно выделить несколько типов неисправностей, а именно: обрыв, короткое замыкание (КЗ), уход напряжения питания, уход сопротивления резисторов и уход емкости конденсаторов. Исходя из этого, следующей подзадачей является разработка принципиальной электрической схемы с учетом возможных неисправностей, в частности (рис. 2):

- обрыв: R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, C_1, C_2, C_3, вывода базы, вывода, коллектора, вывода эмиттера;
- короткое замыкание: R1, R2, R3, R4, R5, R6, C1, C2, C3;
- изменение номиналов: R1, R2, R3, R4, R5, R6, C1, C2, C3.

Данные неисправности можно вносить в схему как в одиночном варианте, так и одновременно использовать несколько режимов. При этом схема не выйдет из строя.

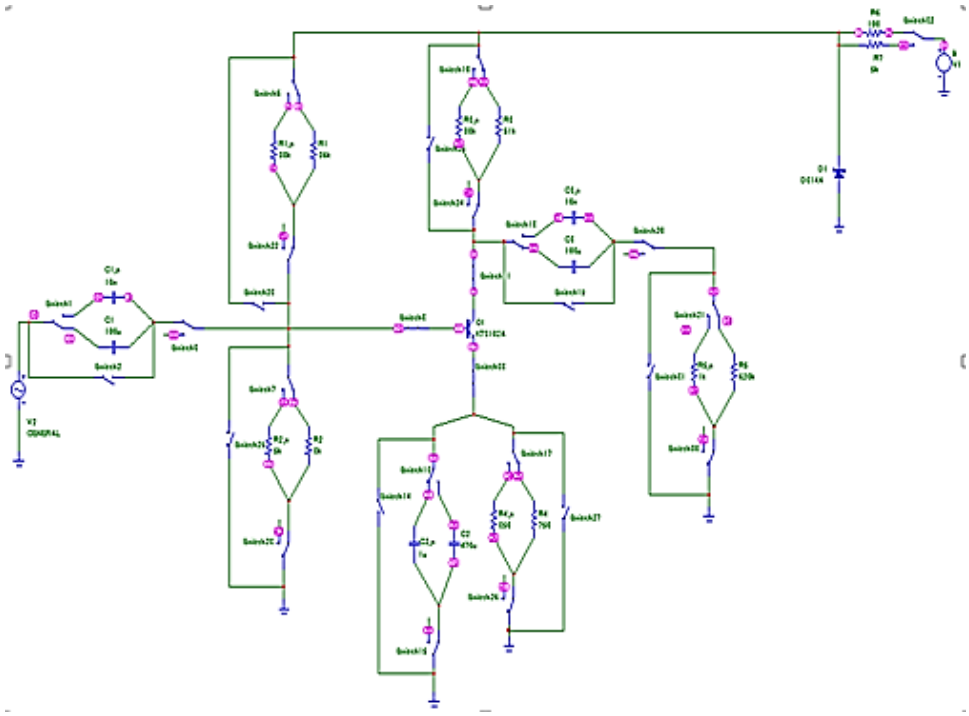


Рисунок 2 - Принципиальная электрическая схема усилителя малой мощности низкой частоты с общим эмиттером с учетом всех возможных искусственно-вносимых неисправностей

Для сборки печатного узла усилителя мощности (рис. 3) преимущественно использовались SMD-элементы. Выбор режима, имитирующего определенные неисправности, осуществляется с помощью DIP-переключателей. С целью подачи тестовых воздействий и снятия характеристик используются стандартные аудио разъемы.

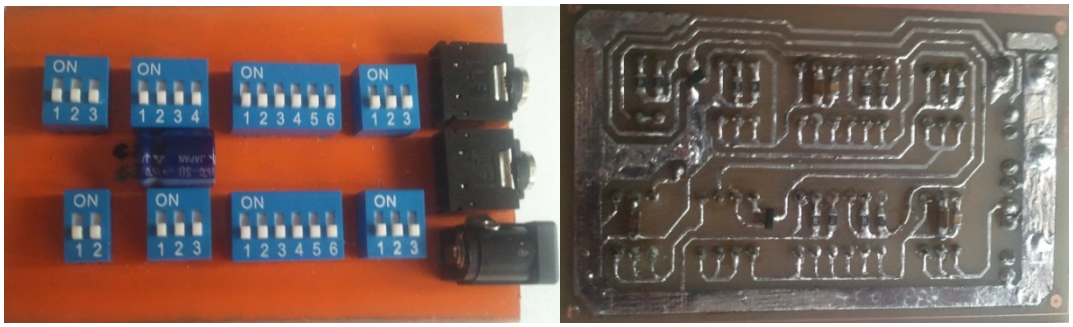


Рисунок 3 – Печатный узел усилителя малой мощности низкой частоты с общим эмиттером с учетом всех возможных искусственно-вносимых неисправностей с лицевой стороны и с обратной

Заключение

Разработан усилитель малой мощности низкой частоты с общим эмиттером, позволяющий искусственно вносить в схему дефекты с целью проверки работы автоматизированного универсального комплекса диагностирования электронных средств на основе MyRIO.

Список литературы

1. Королев П. С. Структура диагностического комплекса для РЭС на основе MyRio // В кн.: Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых

специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015. С. 225-226.

2. Увайсов С. У., Иванов И. А., Богачев К. А., Королев П. С. Лабораторный стенд для диагностирования радиоэлектронных устройств на примере усилителя с общим эмиттером // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции, 2014 / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов; науч. ред.: А. Н. Тихонов. М.: НИУ ВШЭ, 2014. С. 342-346.

3. Увайсов С. У., Иванов И. А., Журков А. П., Кошелев Н. А. Анализ состояния проблемы обеспечения контролепригодности радиоэлектронных средств на стадии проектирования // Вестник Сургутского государственного университета. 2013. № 2(2). С. 39-41.

4. Увайсов С. У., Иванов И. А., Журков А. П., Кошелев Н. А., Бушмелева К. И. Методика диагностирования бортовых радиотехнических устройств, учитывающая конструктивные особенности объекта // Вестник Сургутского государственного университета. 2013. № 2(2). С. 32-38.

5. Лышов С. М., Иванов И. А., Увайсов С. У. Неразрушающий контроль целостности конструкции бортовой аппаратуры // В кн.: Надежность и качество - 2013: труды Международного симпозиума Т. 2. Пенза : Издательство ПГУ, 2013. С. 386-387.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ SIC-ДИОДОВ

Князьков Д.С., Логунов М.В., Пьянзин Д.В., Спирин А.В.
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва 430005, г. Саранск
logunov@mrsu.ru

В статье представлена установка, разработанная для автоматизированного измерения статических вольтамперных характеристик силовых диодов в диапазоне температур от -70°С до +180°С с применением программного обеспечения LabView.

Ключевые слова: силовые диоды, вольтамперная характеристика, диапазон рабочих температур, автоматизация

AUTOMATED SYSTEM FOR MEASUREMENT OF STATIC CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF POWER SiC-DIODES

Knyazkov D.S., Logunov M.V., Pyanzin D.V., Spirin A.V.
Ogarev Mordovia State University, Russia

The article presents the system, designed for automated measurement of static current-voltage characteristics of power diodes in the temperature range from -70 °C to + 180 °C with the using of LabView software.

Keywords: power diodes, current-voltage characteristic, operating temperature range, automation

Постановка задачи

Приборы на основе перспективного широкозонного полупроводникового материала – карбида кремния разрабатываются для применения в силовой электронике, телевизионных спутниковых системах, базовых станциях сотовых систем связи [1, 2]. Приборы на базе широкозонных полупроводников гораздо более требовательны к

параметрам измерительной техники, чем представленные на рынке кремниевые аналоги. Основные их особенности: расширенный диапазон рабочих температур, повышение на 1 – 2 порядка частотно-временного диапазона измерений параметров приборов.

Работа посвящена разработке программного обеспечения в среде LabView для установки для автоматизированного измерения статических вольтамперных характеристик (ВАХ) силовых SiC-диодов в диапазоне температур от -70°*C* до +180°*C*. Указанный диапазон температур включает предельные рабочие температуры представленных на рынке силовых SiC-диодов.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Программное обеспечение для решения поставленной задачи разработано в среде программирования NI LabVIEW [3]. Для реализации установки использованы измерительные приборы с интерфейсами для внешнего управления и регистрации параметров.

Описание решения

Структурная схема разработанной автоматизированной установки приведена на рис. 1.

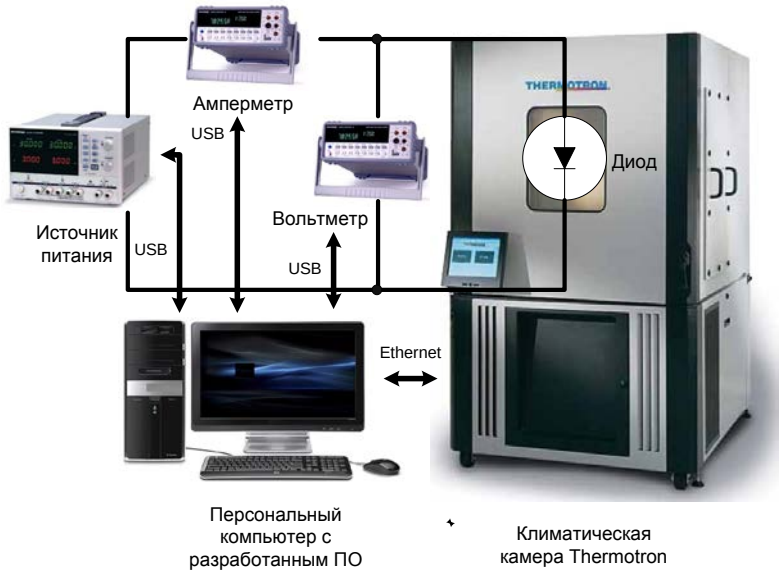


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной установки

Исследуемый силовой диод размещается в климатической камере *Thermotron* (модель *SE-300*), обеспечивающей диапазон рабочих температур от -70°*C* до +180°*C*. В качестве источника питания используется источник питания постоянного тока, показания тока и напряжения фиксируются с применением амперметра и вольтметра соответственно. Управление источником питания и измерительными приборами выполняется по *USB* интерфейсу, климатической камерой – по Ethernet с помощью разработанного в среде *LABVIEW* виртуального прибора, объединяющего все компоненты установки в единое целое. Интерфейс виртуального прибора приведен на рис. 2.

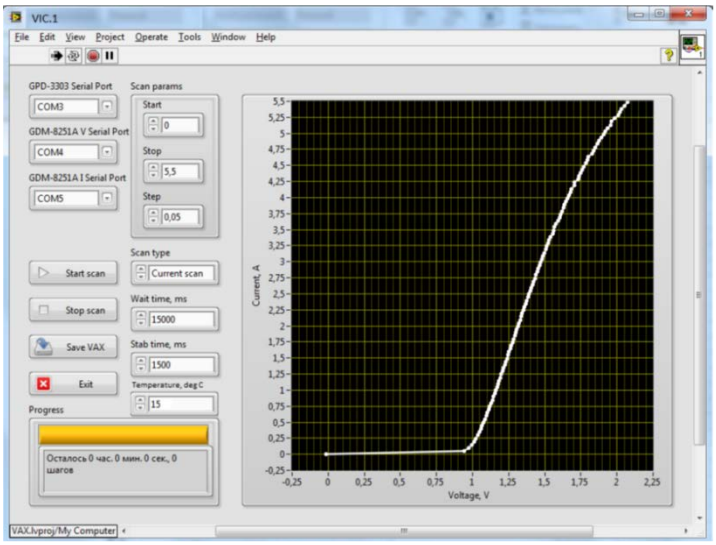


Рисунок 2 – Интерфейс виртуального прибора

Виртуальный прибор включает в себя панель управления и рабочее поле, на котором отображаются точки вольтамперной характеристики исследуемого диода.

На панели управления виртуального прибора задаются следующие параметры:

1. Порты компьютера, к которым подключается источник питания и универсальные вольтметры.
2. Тип сканирования – по току или напряжению. Методика измерения с применением разработанного виртуального прибора позволяет измерять ток через диод, меняя напряжение на нем или наоборот, изменяя ток снимать падение напряжение.
3. Параметры сканирования – начальное и конечное значение, а также шаг сканирования.
4. Интервал времени между измерениями точек характеристики.
5. Интервал времени, после которого выполняется измерение точки характеристики, при подаче от блока питания сигнала.

Учитывая, что большинство источников питания и контрольно-измерительного оборудования управляются по интерфейсу *USB*, при изменении состава приборов установки не требуется существенной корректировке программного обеспечения, зачастую достаточным является изменения команд управления приборами, основной управления алгоритм при этом не претерпевает изменений.

Методика измерения с применением разработанного виртуального прибора позволяет измерять ток через диод, меняя напряжение на нем или наоборот, изменяя ток, регистрировать падение напряжение. Минимальный шаг сканирования зависит от применённых физических приборов. Предусмотрена возможность программного задания параметров шага сканирования: интервала времени, отводимого на измерение тока (напряжения), и интервала ожидания, когда ток через диод не идет. Такой режим измерений важен для снижения фактора нагрева исследуемого прибора при регистрации ВАХ силовых диодов в области больших токов.

После включения выполняется инициализация измерительной установки, т.е. программное обеспечение проверяет наличие подключения необходимого оборудования. В случае отсутствия необходимых приборов пользователю выдается сообщение об ошибки. При правильном подключении приборов, программа запускает процесс измерения с параметрами, заданными пользователем. На первом этапе с помощью климатической камеры достигается требуемая рабочая температура, после

чего непосредственно снимается ВАХ диода. Результаты измерений сохраняются в файл формата *.xls*.

Программное обеспечение представляет собой ряд связанных между собой подпрограмм:

1. Подпрограмма инициализации приборов установки и начало измерений.
2. Подпрограмма измерения вольтамперной характеристики диода и отображения результатов в виде графика зависимости.
3. Подпрограмма сохранения результатов измерений в файл.

Внедрение и его перспективы

Разработана измерительная установка, позволяющая в автоматизированном режиме с заданным шагом сканирования по току, напряжению, температуре регистрировать электрические характеристики силовых приборов. Параметры установки зависят от применённых физических приборов. Разработанная автоматизированная установка успешно внедрена в Мордовском государственном университете им. Н.П. Огарёва. Выполнена апробация разработанного программного обеспечения и автоматизированной установки при регистрации статических характеристик *SiC*-диодов Шоттки компании *CREE* [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания, проект № 2980 «Синтез и обработка монокристаллов карбида кремния для создания приборов силовой электроники на его основе».

Список литературы

1. Лучинин В., Таиров Ю. Карбид кремния – алмазоподобный материал с управляемыми наноструктурно-зависимыми свойствами // Наноиндустрия. 2010. Вып. 1. С. 36 – 40.
2. Майкл О'Нейл. Устройства на основе карбида кремния повышают КПД систем преобразования солнечной энергии // Силовая электроника. 2009. № 1.
3. Загидуллин Р.Ш. LabVIEW в исследованиях и разработках. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 352 с.
4. Официальный сайт компании Cree. URL*: http://cree.com.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИПОЛЯРНЫХ И МОП ТРАНЗИСТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АППАРАТУРЕ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАДИАЦИИ

Петросянц К. О.[1,2], Харитонов И. А.[1,3], Самбурский Л. М.[1,2], Кожухов М. В.[1]
[1]МИЭМ НИУ ВШЭ, [2]ИППМ РАН, [3]НИИ ПМТ
eande@miem.edu.ru

Описана специфика проведения измерений электрических характеристик биполярных и МОП-транзисторов, подвергнутых воздействию различных видов радиации. Для измерений разработана автоматизированная система, состоящая из контрольно-измерительных приборов, управляемых компьютером. Для каждого из типов транзисторов представлен набор характеристик, необходимых для оценки их радиационной стойкости и экстракции параметров для SPICE схемотехнического моделирования. Использование предложенной автоматизированной системы позволило сократить время измерений на 30–40% и существенно снизить трудоемкость.

Ключевые слова: биполярные и МОП-транзисторы, воздействие радиации, гамма-излучение, нейтроны, электроны, измерение электрических характеристик,

автоматизация измерений.

AUTOMATION OF MEASUREMENT OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF BJTs AND MOSFETs USED IN ELECTRONIC EQUIPMENT EXPOSED TO VARIOUS TYPES OF RADIATION

K. O. Petrosyants[1,2], I. A. Kharitonov[1,3], L. M. Sambursky[1,2], M. V. Kozhukhov[1]
[1]MIEM HSE, [2]IPPM RAS, [3]NIIPMT

In this paper a general approach to measurement of electrical characteristics of bipolar and MOS transistors before and after exposure to various types of radiation is presented. In the course of measurement an automated system comprising instrumentation and a computer with specialized software is used. For each transistor type a set of characteristics needed to estimate radiation tolerance of the transistors and to extract parameters for SPICE circuit simulation programs is specified.

Keywords: BJTs, MOSFETs, radiation influence, gamma rays, neutrons, electrons, measurement of characteristics, automation of measurements.

Введение

В настоящее время биполярные и МОП-транзисторы широко используются в электронной аппаратуре аэрокосмических, телекоммуникационных, специальных робототехнических систем, а также в измерительных установках физического эксперимента, военных и других специальных системах. Измерение электрических характеристик до, в процессе и после радиационного воздействия имеет ярко выраженную специфику по сравнению с традиционным измерением характеристик необлученных транзисторов. При испытаниях по определению радиационной стойкости количество измерений ВАХ и параметров транзисторов увеличивается пропорционально количеству уровней доз или потоков, для которых производится оценка радиационной стойкости. Как следствие необходимо создание автоматизированной системы измерений [5, 8].

Описание процесса измерения

На рис. 1 представлена блок-схема, на которой проиллюстрирован общий подход к измерению электрических характеристик биполярных и МОП-транзисторов до, в процессе и после радиационного воздействия.

На начальном этапе выбирается вид радиационного излучения и контрольные значения уровней воздействующих факторов. Для определения радиационной стойкости и экстракции параметров SPICE-моделей биполярных транзисторов для схемотехнического моделирования используют нейтронное и электронное, либо эквивалентное гамма-излучение, для МОП-транзисторов обычно используют только гамма-излучение.

В исследованиях характеристик биполярных и МОП-транзисторов для облучения гамма-квантами используются установки ГОИС-5 (Cs^{137}) с энергией гамма-квантов 0,661 МэВ и мощностью дозы $D\gamma = 42$ рад/с и ГУ-200 (Co^{60}) с энергией 1,25 МэВ и мощностью дозы не более $D\gamma < 180$ Р/с. Для обеих установок погрешность дозиметрии не превышает 15%. Облучение электронами проводится на линейном ускорителе ЛЭУТ-10-10ТМ с энергией электронов 7,5-8-8,5 МэВ (погрешность измерения дозы De не превышает 20%), а для облучения нейтронами используется импульсный ядерный реактор БАРС-4 с энергией нейтронов менее 19 МэВ (погрешность измерения потока нейтронов Ф составляет не более 15%).

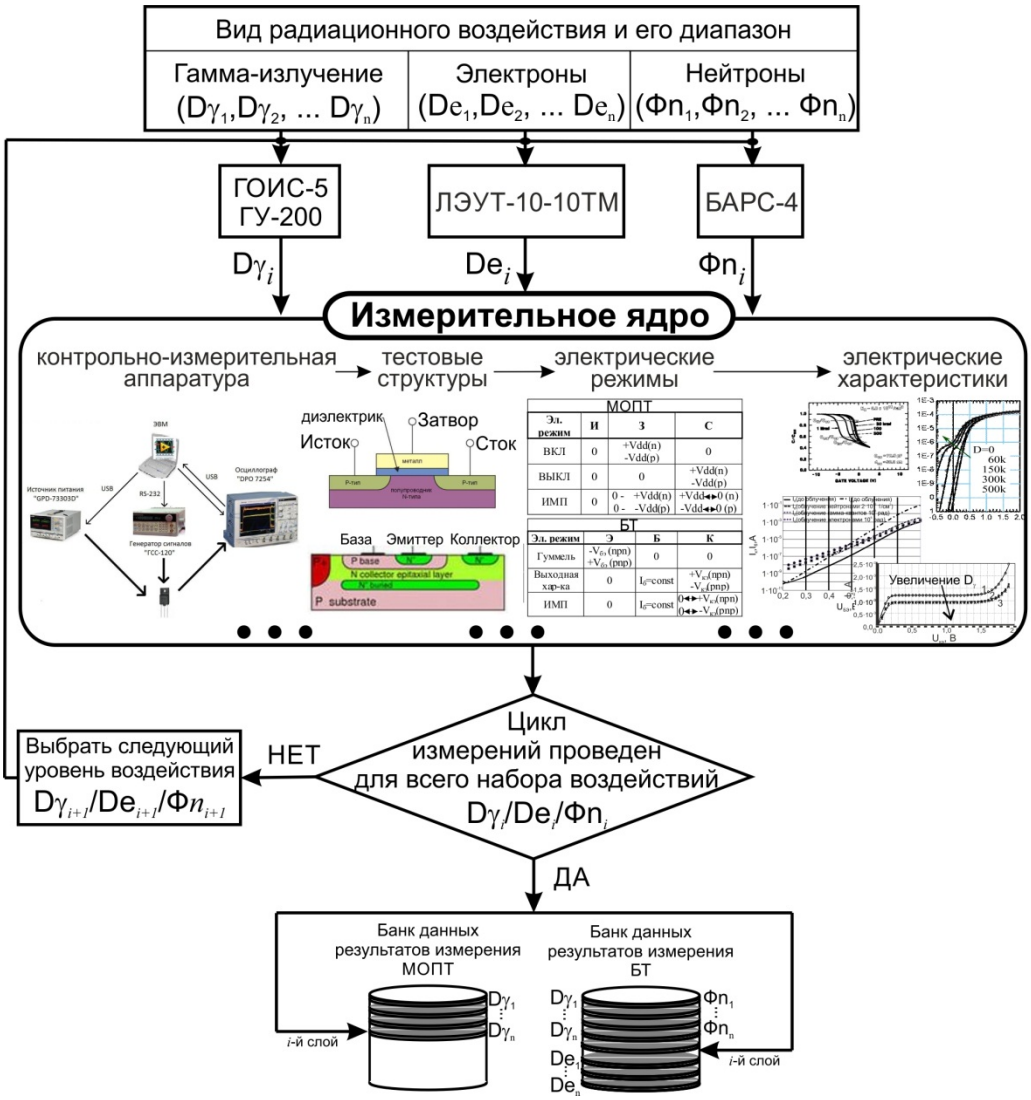


Рисунок 1 – Блок-схема автоматизированных измерений электрических характеристик биполярных и МОП транзисторов до, в процессе и после радиационного воздействия

На выбранной установке последовательно производится облучение тестовых элементов до каждого из заданных контрольных значений $D\gamma_i/De_i/\Phi n_i$ и измерение необходимого набора электрических характеристик транзисторов в рамках измерительного ядра: для биполярных транзисторов измеряются прямые и обратные входные и выходные характеристики, сопротивления эмиттера и коллектора методом flyback, ёмкостные характеристики, для СВЧ транзисторов кроме того измеряются максимальная и граничная частоты. Для МОП транзисторов измеряются сток-затворная и выходная характеристики, токи утечки, ёмкостные характеристики, импульсные характеристики и др. При этом для измерения характеристик всех типов предпочтительно используется четырёхпроводный метод, при котором подача и измерение напряжения производятся по отдельным парам проводов [6]. Результаты измерений сводятся в банк данных.

Автоматизация процесса измерения

В связи с тем, что для облученных транзисторов объем измерений их характеристик резко увеличивается, была разработана автоматизированная измерительная система, позволяющая снизить трудоёмкость и длительность измерений. Она состоит из набора контрольно-измерительных приборов (КИП), работающих под управлением ПО компьютера (управляющей среды LabView и отдельных макросов).

Начальными данными для работы системы, задаваемыми оператором, являются тип тестовой структуры, а также максимально допустимые значения тока, напряжения, мощности. Набор КИП, подключаемых к ЭВМ по стандартным интерфейсам (GPIB, USB, RS-232), содержит: Keithley 2602 для измерения статических характеристик малой и средней мощности, осциллограф Tektronix DPO 7254, генератор ГСС-120, а также отдельные источники и мультиметры для измерения импульсных характеристик средней и большой мощности, измеритель иммитанса Е7-12 для измерения ёмкостных характеристик.

Автоматизация используется на двух уровнях: 1) на уровне измерительного ядра, где без участия оператора происходит измерение необходимого набора характеристик тестового элемента в имеющихся условиях; 2) на «внешнем» уровне, где возможно централизованное управление облучающей установкой [1], осуществление циклического запуска измерительного ядра для различных уровней радиационного воздействия, сбор, сведение и анализ данных с каждой итерации.

Использование автоматизированной системы измерения позволяет сократить время измерений на 30–40%, уменьшить вероятность ошибки оператора, связанной с переподключением выводов тестовой структуры, обработкой результатов измерения.

Автоматизированная система эффективно использовалась при исследовании КНС МОПТ для п/п узлов специализированной электроники с повышенной радиационной стойкостью [2], мощных БТ и МОПТ для вторичных источников питания аппаратуры спец. назначения [3], КНИ МОПТ для семейства радиационно-стойких цифро-аналоговых БМК для микромеханических систем [4]; тестовых структур npn- и pnp-транзисторов для ОУ для приёмников и передатчиков систем связи, эпитаксиально-планарных npn-транзисторов для телеметрических систем [7].

Список литературы

1 Никифоров А.Ю., Телец В.А., Чумаков А.И. Радиационные эффекты в КМОП интегральных схемах. М.: Радио и связь, 1994. - 180 с.

2 Петросянц К. О. и др. // Тезисы докладов Отраслевой НТК приборостроительных организаций Роскосмоса. – сент. 2012. г. Королёв. – С. 54–56;

3 Петросянц К.О. и др. // Труды семинара по САПР РЭА КМЭ при секции № 1 НТС ЯОК Госкорпорации «РОСАТОМ», окт. 2011;

4 Петросянц К. О. и др. // Сб. науч. тр. МЭС-2012. – С. 413-418;

5 Li M., et al., IEEE Trans. Nucl. Sc., 2011, vol. 58, no. 6, pp. 2876-2882.

6 Petrosyants K. et al. // Advanced Materials Research, 2014, Vol.1083, pp 185-189;

7 Petrosyants K. et al. // Proc. of IEEE EWDTS Symp., 2011, pp. 267-270.

8 Simoen E., et al. // ECS Trans., 2010, vol. 31, no. 1, pp. 43-50;

ТЕПЛОВАЯ АВТОМОДУЛЯЦИЯ КОЛЕБАНИЙ ГЕНЕРАТОРА С ИНЕРЦИОННОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

Серов Ю.М., Новиков Ю.Н.
СПбПУ
serovjurij@mail.ru, yurniknovikov@gmail.com

В ряде электронных устройств для улучшения формы колебаний реализуют инерционную реакцию на изменение интенсивности процесса. Известный пример: *RC*-генератор, в цепь которого включают элемент, зависящий от температуры. Развитие автоколебаний и переход к стационарному состоянию, как обнаружилось,

сопровождается автомодуляцией. На примере *RC*-генератора исследована природа этого явления. Предложена и реализована методика моделирования терморезисторов, дающая теоретически ожидаемые результаты, подтвержденные экспериментами.

Ключевые слова: Тепловая автомодуляция, терморезистор, RC-генератор.

THERMAL MODULATION OF OSCILLATOR WITH INERTIAL NONLINEARITY

Serov Yu. M., Novikov Yu. N.
SPbSTU

In various simulation programs, including NI Multisim, it is not possible to modeling thermistors, because of their rarely using. But in some circuits it is important to use the thermistor, therefore the simulation of it can be necessary. One of those circuit is RC-oscillators. In case of using a thermistor in it, there is interesting effect – modulation of signal. So was developed the method of thermistor's simulation, which was used to Wien bridge oscillator. Created simulation program give the results, coinciding with experimental data.

Keywords: Modulation of oscillation, thermistor, Wien bridge oscillator.

Явление тепловой автомодуляции генерируемых колебаний

Известно, что форма автоколебаний RC-генераторов на операционных усилителях (ОУ) из-за низкой избирательности пассивных фильтров сильно отличается от синусоиды (рис. 1). Чтобы приблизить форму к синусоиде, в цепь обратной связи включают нелинейный элемент - так, чтобы коэффициент усиления неинвертирующего усилителя (НУ) на ОУ автоматически регулировался выходным напряжением, не давая колебаниям раскачиваться до уровней, приводящим к искажениям. Эффективное решение - встроить в обратную связь НУ миниатюрную лампочку накаливания, по сути - терморезистор (рис. 2). Температура лампочки, а значит, и ее сопротивление, зависит от тока. Следовательно, коэффициентом усиления НУ можно управлять.

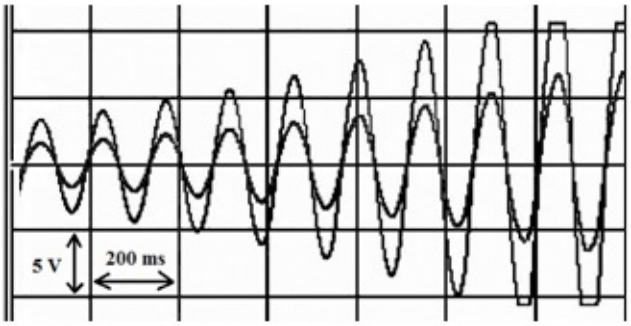


Рисунок 1 – Развития колебаний при нарушении устойчивости активного RC-фильтра

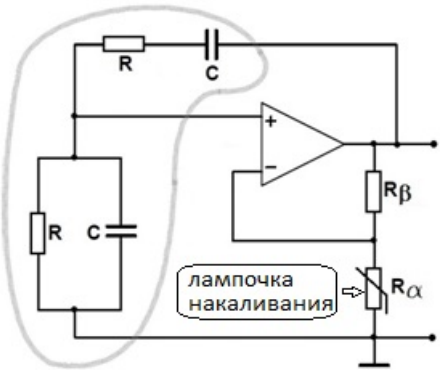


Рисунок 2 – RC-автогенератор с лампочкой накаливания

При изучении процесса развития автоколебаний и перехода к стационарному состоянию было обнаружено квазипериодическое изменение амплитуды выходного напряжения. Назовем этот эффект: тепловая автомодуляция генерируемых колебаний. Объясняем причину его возникновения инерцией нагрева и остывания терморезистора. При увеличении амплитуды нагрев идет с некоторым отставанием, и рост амплитуды подавляется с инерцией. Но после уменьшения амплитуды терморезистор некоторое время все еще «избыточно» нагрет, и амплитуда снова начинает расти, но с запаздыванием. В результате наблюдаем тепловые колебания - тепловую модуляцию - амплитуды. Как показали эксперименты, поставленные на установке NI ELVIS [1], эти

«теплоколебания» могут затухать (рис. 3), но могут быть и периодическими (рис. 4). Вид теплового эффекта должен зависеть от параметров терморезистора и схемы.

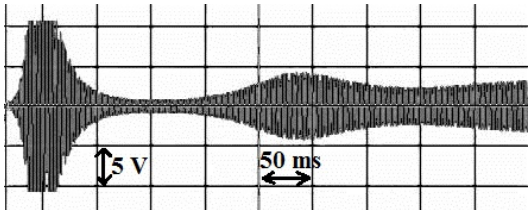


Рисунок 3 – Развитие колебаний с затухающей тепловой модуляцией.

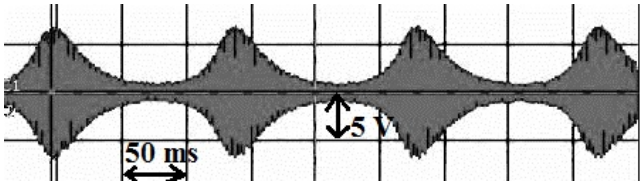


Рисунок 4 – Установившиеся колебания с периодической тепловой модуляцией.

Принципы моделирования инерционного терморезистора

Для выявления закономерностей процесса тепловой модуляции резонно воспользоваться моделированием. Однако инерционный термоэлемент в базе компонентов NI-Multisim обнаружить не удалось, и поэтому было решено разработать программу, моделирующую терморезистор в составе RC-генератора (см. рис. 2). Моделирование терморезистора сводится к численному решению по методу Эйлера [3] описывающих его уравнений. Для описания терморезистора помимо компонентного соотношения $U = iR_2$ необходимо ввести зависимость сопротивления от температуры. Полагаем, что для нити накаливания зависимость сопротивления от температуры в первом приближении линейна, поэтому $R_\alpha = R_к \cdot (1 + a \cdot T)$. Здесь T - разность температуры лампочки и среды, а R_k и a – задаваемые параметры. Необходимо также ввести дополнительные параметры: теплоёмкость лампочки C и коэффициент теплообмена K. Лампа нагревается током, мощность нагрева $R_2 i^2$. Остывает лампа из-за теплообмена со средой. Считаем, что мощность теплообмена пропорциональна с коэффициентом пропорциональности K разности температур T. В совокупности, за малое время dt имеем приращение температуры: $dT = (R_2 i^2 - KT)dt \cdot (1/C)$.

Ход вычислений: в программе задаются параметры цепи, после чего дискретно, с регулируемым малым шагом dt (пико-, наносекунды) рассчитывается развитие процессов. Полагаем, что за dt параметры системы не меняются. Внешнее воздействие формируем особым образом - имитируем естественные флуктуации электрических величин в цепи посредством генератора ЭДС теплового шума (случайного сигнала). Интенсивность шума будет постоянной на шаге dt, однако ее значение формирует генератор случайных чисел. Спектр такого процесса равномерно распределен по частоте, и генератор всегда «найдет» частоту, амплитуда гармоники которой будет экспоненциально расти [2]. Дальнейшее развитие колебаний определяется только параметрами цепи. Такой шум малой интенсивности допустимо использовать для моделирования RC-автогенераторов.

Результаты моделирования, сопоставление с опытами

Компьютерные эксперименты показали: разработанная программа адекватно моделирует цепь в режиме активного фильтра с постоянным резистором R_α. Был получен ожидаемый по теоретическим расчетам отклик как на гармонический, так и на прямоугольный входной сигнал. Основной интерес однако представляют результаты моделирования инерционного терморезистора в составе автогенератора и сопоставление моделей процессов с лабораторными экспериментами, в частности, с опытом, осциллограмма которого показана на рис. 3.

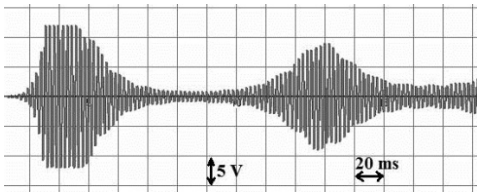


Рисунок 5 – Модель осциллограммы колебаний RC-автогенератора

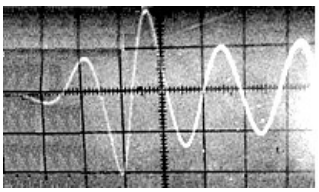


Рисунок 6 – Осциллограмма развития автоколебаний

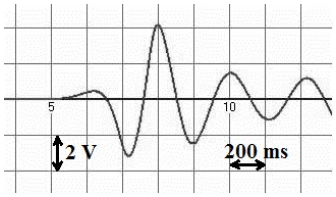


Рисунок 7 – Модель развития низкочастотных колебаний

В реальном эксперименте использовалась лампочка известного номинала $R_л$. Подбирая остальные параметры терморезистора, можно смоделировать осциллограмму с подобным характером поведения. И в опыте (см. рис. 3), и в модели процесса (рис.5) видим тепловую модуляцию, причем одинакового периода. Отличаются только уровни напряжения. Полагаем, что это отличие вызвано нелинейностью теплообмена.

То, что компьютерная программа реально моделирует явление тепловой модуляции автоколебаний, подтверждено лабораторными опытами на низкочастотном (2,5 Гц) RC-генераторе с другой лампочкой. Сопоставление осциллограммы, полученной на осциллографе С1-83 (рис. 6), и осциллограммы, вычисленной на компьютере (рис. 7), демонстрирует одинаковый характер развития колебаний.

Выводы

Разработана программа моделирования инерционного терморезистора и процессов в RC-автогенераторе. Компьютерное моделирование адекватно отражает экспериментально обнаруженное физическое явление - тепловую модуляцию колебаний автогенератора. Программа позволяет всесторонне изучать этот эффект, моделируя процессы в цепях с разными параметрами и при разных условиях опытов. Описанный метод моделирования можно применять и для анализа процессов в других устройствах, в частности, в RC-автогенераторах, построенных на основе пассивных RC-фильтров разного вида. В настоящее время исследования фокусируются на моделировании незатухающей автомодуляции, которую удалось обнаружить в опытах вывода из равновесия активного ФНЧ второго порядка [4], но которая пока не проявилась в компьютерных экспериментах. Нужно отметить, что для RC-автогенератора на мосте Вина периодическую автомодуляцию (рис. 4) пока не удалось получить и экспериментально. Исследования в этом направлении будут продолжены.

Список литературы

1. NI Multisim User Manual. - http://www.ni.com/pdf/manuals/374483d.pdf.- 2013/
2. Новиков Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях. Учеб. Пособие. СПб.: Лань, 2011.
3. Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004 – 215 с.
4. Дмитриев А. А., Новиков Ю. Н. Виртуальная Multisim-лаборатория: анализ свойств электронных цепей в координатах времени. - В кн.: «Инженерные и научные приложения на базе технологий National Instruments- NI NIDays-2014: Сборник трудов XIII Междунар. научно-практич. конференции, М, 2014 г. -М.: ДМК Пресс, 2014. – 542 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СИГНАЛЬНО-КОДОВЫХ КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Жиляков Е.Г., Урсол Д.В.[1]
1. *ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, ursoldenis@mail.ru*

В статье рассматривается алгоритм реализации метода кодирования передаваемой информации в сигнально-кодовые конструкции с минимальным «просачиванием» энергии за пределы заданной частотной полосы и максимальной помехоустойчивостью. Оценка аппаратно-программного комплекса по формированию канального сигнала, разработанного с использованием программируемой логической интегральной схемы NI Single Board RIO 9641 в программной среде LabView.

Ключевые слова: NI sbRIO 9641, FPGA LabView, модуляция, беспроводные системы связи, оптимальные канальные сигналы

IMPLEMENTATION OF THE OPTIMAL SIGNAL-CODE STRUCTURES USING LOGIC INTEGRATED CIRCUITS

Zhilyakov E.G., Ursol D.V.[1]
1. Belgorod State National Research University, Belgorod

The article discusses the algorithm implementation method codding of the transmitted information to the transmitted signal-code structures with minimal “leakage” of energy beyond the specified frequency band. Evalution Hardware-software system developed on the basis of the programmable logic integrated circuit NI SB RIO 9641 and the software environment of LabView.

Ключевые слова: NI sbRIO 9641, FPGA LabView, modulation, Wireless Systems, optimal channel signals

Постановка задачи

Сигнально-кодовые конструкции конечной длительности с максимальной концентрацией энергии в заданной частотной полосе является одной из самых важных проблем передачи информации в режиме частотного уплотнения. Эта задача особенно актуальна в системах цифровой радиосвязи, мобильной и космической связи где жесткие ограничения на лицензируемый частотный ресурс Известные в настоящее время методы кодирования в системах мобильной связи и радиодоступа не являются оптимальными в смысле частотного уплотнения, так как в основе их используется принцип обеспечения, прежде всего определённого уровня верности передачи. Используемые при этом сигнально-кодовые конструкции занимают слишком большую ширину полосы, это не позволяет реализовывать потенциально достижимую скорость передачи. Новый метод реализации сигнально-кодовых конструкций для передачи информации основан на полученных в [1] результатах. Метод дает значительные преимущества в спектральной эффективности и высоком уровне устойчивости к воздействию помех. Например, это позволяет увеличить дальность передачи информации в цифровых радиостанциях, оставаясь в заданном диапазоне и полосе частот и обеспечивая требуемую скорость передачи.

Работа посвящена созданию макета приемопередающего оборудования нового метода формирования и восстановления оптимальных сигналов и проведении первичных испытаний с использованием платформы RIO фирмы National Instruments.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW с модулями NI LabVIEW Real Time и NI LabVIEW FPGA. Для реализации системы была использована платформа National Instruments Single Board RIO-9641.

Описание решения

В данной работе рассматривается аппаратно-программная реализация процедуры кодирования информации для получения оптимального канального сигнала. Функциональная схема кодирующего оборудования представлена на рис. 1. Аппаратно-программная поддержка передающего оборудования описана в работе [2]. В данной работе не рассматривается случай переноса сигнально-кодовой конструкции на несущую частоту с помощью амплитудной модуляции. Реализовано прямое проводное подключение ЦАП устройства к АЦП, на одной плате, имитируя проводную линию связи.

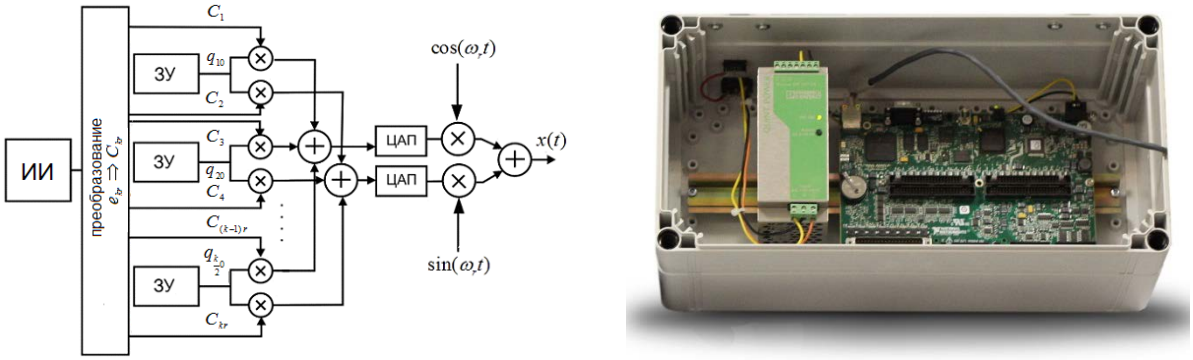


Рисунок 1 – Функциональная схема передающего оборудования и FPGA sbRIO 9641

На рис. 1 представлены: ИИ - источник информации; ЗУ - запоминающее устройство; ЦАП- цифро-аналоговый преобразователь; q – огибающая соответствующего собственного вектора; С – передаваемый информационный элемент.

Расчет огибающих производился в системе MatLab, результаты были записаны в память схемы. Поскольку для кодирования и декодирования передаваемой информации применяются аналогичные собственные вектора, то они используют и загружаются в одно запоминающее устройство. Более подробный результат загрузки в память платы можно ознакомиться в работе [2]. Для одной пары огибающих потребовалось 8*160 = 1280 бит памяти. В текущей модификации использовалось 4 пары огибающих, поэтому всего было занято 5120 бит памяти. На рис. 2 изображены огибающие четырех собственных векторов.

Значения вектора поэлементно считываются из запоминающего устройства и применяются в дальнейшем декодировании передаваемой информации. Скорость считывания всех значений (в данной модели 160) не должна быть меньше скорости поступления сигнала из канала связи. На рис. 3 представлен вид передаваемой и принятой сигнально-кодовой конструкции.

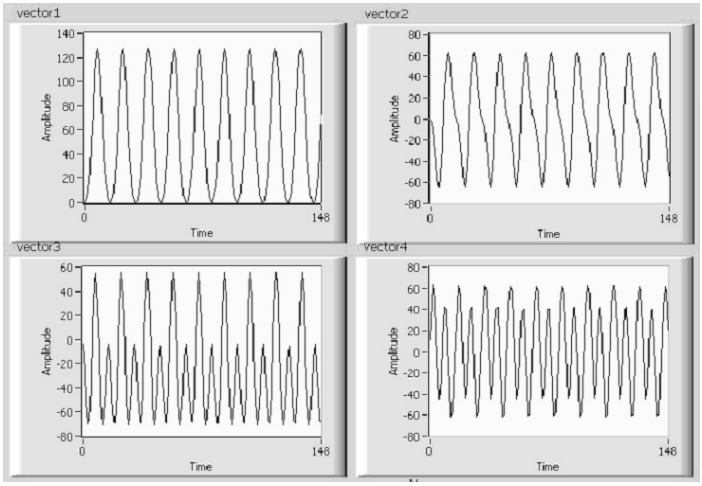


Рисунок 2 – Огибающие собственных векторов в памяти платы, используемых при кодировании

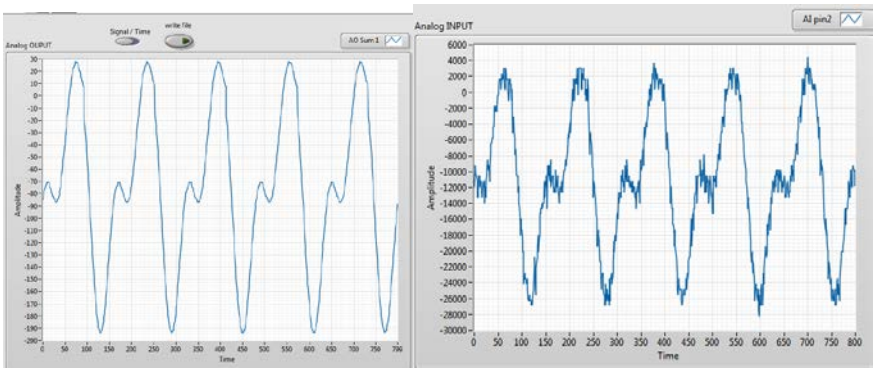


Рисунок 3 – Передаваемая и принятая сигнально-кодовая конструкция

Как видно из рис. 3 разрядность принятого сигнала не оказывает влияние на получаемый результат, при этом сохраняется форма сигнала. Разрядность принятого сигнала влияет только на скорость выполнения операции декодирования. При передаче возникают искажения в проводном канале связи. Уровень этих искажений зависит от напряжения на передающей стороне.

Для восстановления передаваемой информации необходимо выполнение условия ортогональности собственных векторов. Результат оценки ортогональности используемого базиса приводится в [2]. Возникающие искажение в проводном канале связи не оказывает влияние на достоверность передаваемой информации. При изменении уровня сигнала (0,1-10) передаваемой информации вероятность декодирования сигнально-кодовой конструкции составляет 100% при передаче 80e7 бит информации.

Таким образом, можно отметить, что разработанный метод возможно реализовать в реальных приемо-передающих устройствах. Частоты процессора в 266 МГц достаточно для осуществления необходимых вычислений для кодирования и декодирования, что позволит в свою очередь реализовать новый оптимальный метод передачи на мобильных устройствах и устройствах малых размеров, например, микроконтроллерах. Полученные результаты вычислительного эксперимента показывают, что ортогональность базиса позволяет однозначно декодировать переданную информацию, при этом сохраняется помехоустойчивость. Используемые огибающие, хранящиеся в памяти схемы, обладают основными свойствами, поэтому

полученная сигнально-кодовая конструкция обладает всеми преимуществами по спектральной эффективности и помехоустойчивости.

Внедрение и его перспективы

Разработанная приемопередающая система используется для оценки основных показателей канального сигнала, при различных исходных параметрах. Разработанный аппаратно-программный комплекс показывает возможность реализации сигнально-кодовых конструкций на реальном оборудовании. Дальнейшая работа будет заключаться в реализации метода кодирования и декодирования передаваемой информации на микроконтроллере STM32 и использование платформы как измерительного и отладочного стенда.

Список литературы

1. Жиляков, Е.Г. Оптимальные канальные сигналы при цифровой передаче с частотным уплотнением [Текст] / Е.Г. Жиляков, С.П. Белов, Д.В. Урсол // Научные ведомости БелГУ Серия: Информатика, Белгород: Изд-во БелГУ, № 7(62), Вып. 10/1 2009. - с.166 – 172.

2. Жиляков Е.Г. Плис как средство реализации оптимальной обработки канальных сигналов [текст]/Е.Г. Жиляков, Д.В. Урсол, В.В. Красильников //Журнал Вопросы радиоэлектроники, серия Электронная вычислительная техника (ЭВТ). Выпуск №1. Москва 2013. с. 102-109

ПРОЦЕССЫ В АКТИВНЫХ ФИЛЬТРАХ НА ГРАНИЦЕ УСТОЙЧИВОСТИ

Новиков Ю.Н., Харфуш Х.А., Чайкин Е.А.
СПбПУ
yurniknovikov@gmail.com, hasanooo@mail.ru, bowowo@mail.ru

Представлены результаты изучения процессов в активных фильтрах на границе устойчивости. Исследования выполнены с использованием технологий National Instruments – в среде компьютерного моделирования NI Multisim. Исследовались явления экстремально высокой избирательности фильтра и развития автоколебаний при самовозбуждении. Выявлено и объяснено существенное отличие процессов выхода из равновесия активных фильтров с дуальными свойствами.

Ключевые слова: технологии National Instruments, Multisim, активный фильтр полосовой, режекторный, граница устойчивости, имитация флуктуаций.

PROCESSES IN ACTIVE FILTERS ON THE STABILITY BOUNDARY

Novikov Yu. N., Harfush H. A., Chaykin E. A.
SPbPU

The processes occurring in the active band-pass filter on the stability boundary have been analyzed in the computer modeling environment NI Multisim. The effects of selectivity increase of the active filter and its self-excitation under the influence of a thermal noise source are demonstrated. There was found a significant difference in the way active filters with «inverse» (dual) properties go out of balance.

Keywords: National Instruments, Multisim active band-pass filter, stability boundary.

Постановка задачи

Требуется исследовать процессы, протекающие в полосовых активных фильтрах (АФ), параметры которых варьируются вблизи границы нарушения устойчивости.

Объекты исследования - известные устройства: полосовой активный *RC*-фильтр (рис. 1) и режекторный фильтр. Методика исследования: моделирование в среде NI Multisim [1] функционирования активных фильтров на границе выхода из состояния равновесия.

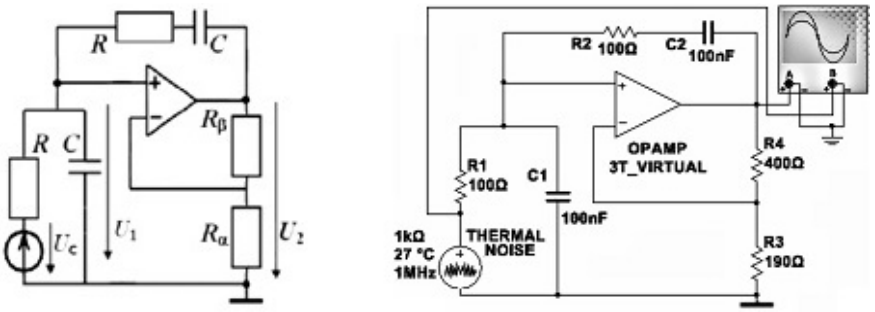


Рисунок 1 – Полосовой активный фильтр (слева), Multisim-модель (справа)

Моделирование частотной фильтрации колебаний на границе устойчивости

Известно [2], что модуль передаточной функции (частотной характеристики) полосового активного *RC* -фильтра максимален на частоте (резонансной) $\omega_0 = 1/(RC)$ и равен $(k\sqrt{2})/(3-k)$, где $k = 1 + R_\beta/R_\alpha$ - коэффициент усиления неинвертирующего усилителя [3] на операционном усилителе (ОУ). Граница устойчивости: $k = 3$. Для исследования поведения АФ при подходе к границе слева (при $k < 3$) построена Multisim-модель (см. рис. 1), в которой использован виртуальный операционный Multisim-усилитель. Был применен нетривиальный способ анализа эволюции избирательных свойств активного фильтра: на вход подавались хаотические колебания генератора ЭДС теплового шума THERMAL_NOISE [1] и анализировались осциллограммы выходного напряжения при широком варьировании значений k. Приведенные на рис. 2 графики демонстрируют: чем ближе k к 3, тем в большей мере выходные колебания подобны синусоиде. Объяснение таково. - При возрастании k эквивалентная добротность фильтра – она пропорциональна $1/(3-k)$ – растет, и полоса пропускания сужается. Спектр теплового шума – сплошной, и равномерен в полосе частот. При увеличении добротности всё меньше частотных составляющих попадают в полосу фильтра, и следует ожидать подобие формы выходного сигнала синусоиде. Именно это явление и отражают осциллограммы на рис. 2.

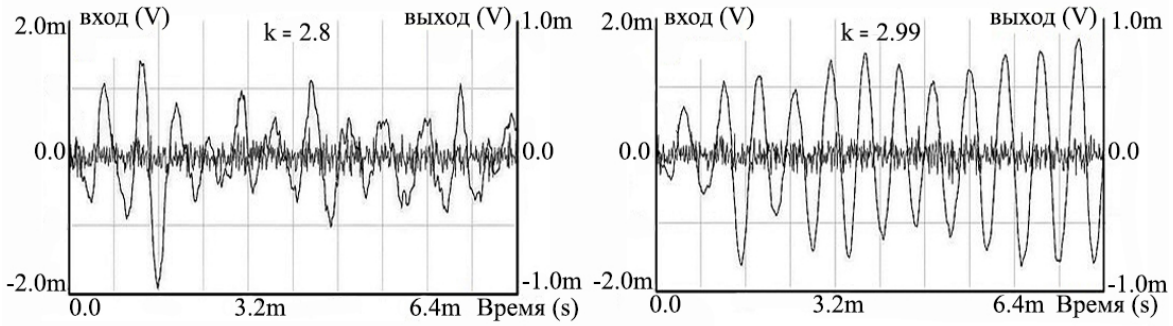


Рисунок 2 – Осциллограммы на входе и выходе АФ, слева: $k = 2{,}8$, справа: $k = 2{,}99$

Моделирование самовозбуждения полосового активного фильтра

При k > 3 полосовой АФ за счёт обратной связи выходит из равновесия и самовозбуждается [3]. Возникают колебания с нарастающей амплитудой (рис. 3). Выходное напряжение пропорционально $e^{-\delta t}\cos\left(\sqrt{{\omega_0}^2-\delta^2}t\right)$, где $\delta=(3-k)/(2RC)$.

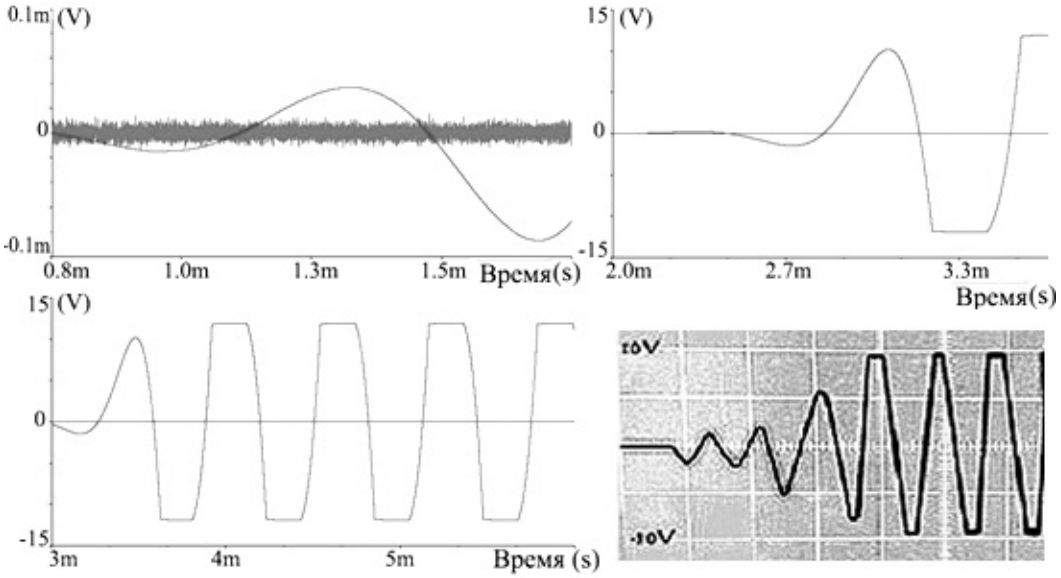


Рисунок 3 – Развитие автоколебаний при нарушении равновесия в Multisim-модели фильтра (сверху, снизу слева), снизу справа – лабораторный эксперимент

В реальном устройстве возникновение самопроизвольной генерации обусловлено флуктуациями напряжений на элементах цепи и флуктуациями тока в проводах. В Multisim-моделях элементы и провода идеализированы, и флуктуации отсутствуют. Предложено такое решение: имитировать естественные флуктуационные шумы Multisim-генератором ЭДС теплового шума THERMAL_NOISE. Интенсивность шума можно задавать близкой к реальным физическим значениям для тепловых флуктуаций. Подключение к входу Multisim-модели генератора теплового шума выявило нарушение равновесия системы при $k>3$, позволило увидеть картину развития колебаний и переход в стационарное состояние.

Смоделированный Multisim-процесс адекватно воспроизвёл осциллограмму развития колебаний (рис. 3, справа внизу), снятую в лаборатории на активном *RC*-фильтре, построенном на ОУ 153УД5 и настроенном на частоту 1,5 Гц. Сопротивления резисторов R_α и R_β обеспечивали выполнение условия самовозбуждения $k>3$: при R_α=393 Ом, R_β=188 Ом имеем $k=3{,}09$.

Сопоставление выхода из равновесия полосового и режекторного фильтров

Инструментальные средства Multisim позволили обнаружить существенное отличие процессов выхода из равновесия активных фильтров с «инверсными» свойствами. На рис. 4 показано развитие автоколебаний при нарушении условий устойчивости в режекторном фильтре. Кривые построены Multisim-анализатором переходных процессов Transient Analysis. Обнаруживаем разный вид процессов: в полосовом АФ из равномерного спектра флуктуаций («белый шум») выделяется тонкая кривая с частотой близкой резонансной (см. рис. 3), а в режекторном АФ наблюдаем «раскачивание» всего флуктуационного процесса - «толстый хвост». Объяснение этого находим, анализируя АЧХ режекторного фильтра на границе возбуждения.

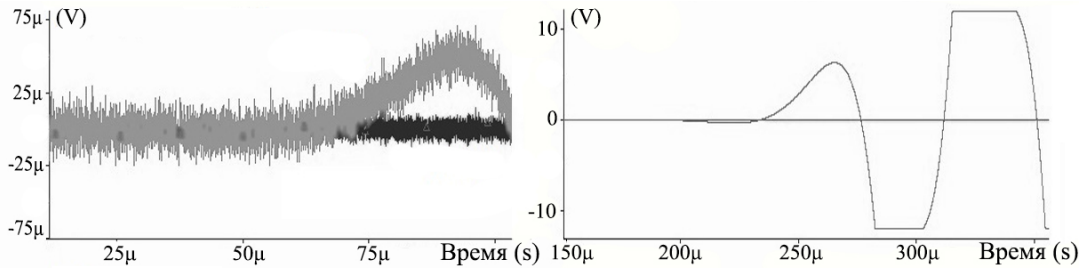


Рисунок 4 – Развитие автоколебаний в активном режекторном фильтре

Выводы

В среде NI Multisim всесторонне исследованы свойства полосовых активных фильтров: моделировались явления, происходящие на границе устойчивости. Задача имитации естественных флуктуаций в опытах эволюции избирательности и при моделировании самопроизвольного развития колебаний была решена посредством Multisim-источника ЭДС теплового шума. Выявлено существенное отличие процессов выхода из равновесия активных фильтров с «инверсными» свойствами: полосового и режекторного. Результаты перспективны для внедрения в программы дисциплин электронной тематики университетов и колледжей по разделам фильтрация сигналов активными фильтрами, устойчивость электронных устройств.

Список литературы

1. NI Multisim User Manual. - http://www.ni.com/pdf/manuals/374483d.pdf.
2. Новиков Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях. Учеб. Пособие. СПб.: Лань, 2011.
3. У. Титце, К. Шенк Полупроводниковая схемотехника: Учебник-справочник-энциклопедия. 12-е издание. Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 942 с.

Секция 4
ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРАКТИКУМЫ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

ТЕХНОЛОГИИ NATIONAL INSTRUMENTS: ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Медведев А.В., Новиков Ю.Н., Иванов С.И., Майзель А.В.*
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
**ООО «Нэшнл Инструментс Рус»*
medvedev@rphf.spbstu.ru, yurniknovikov@gmail.com, serg.i.ivanov@mail.ru,
**amayzel@ni.com*

Основа материала – опыт реализации образовательной программы компании National Instruments в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого. В ноябре 2014 года на XIII международной научно-практической конференции "Инженерные приложения на базе технологий NI - NIDays 2014 лучшим образовательным центром технологий National Instruments в России и СНГ был признан Научно-образовательный центр «National Instruments – Политехник» (далее - Центр). Хотя деятельность Центра осуществляется на базе одного учебного заведения, опыт реализации образовательной программы особого рода, а именно, сфокусированной на отдельной технологии, имеет характерные черты общего значения. Построенная Центром система обучения может быть интересна как преподавателям учебных заведений, так и сотрудникам предприятий.

Ключевые слова: Научно-образовательный центр, National Instruments, автоматизация, измерения, NI-компетенции, NI-технологии.

Информация о центре.

Научно-образовательный центр «National Instruments – Политехник» функционирует в Институте физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (далее – СПбПУ). Электронная почта ni@spbstu.ru, сайт http://ni.spbstu.ru.

Направления работы Центра представлены на рисунке 1.

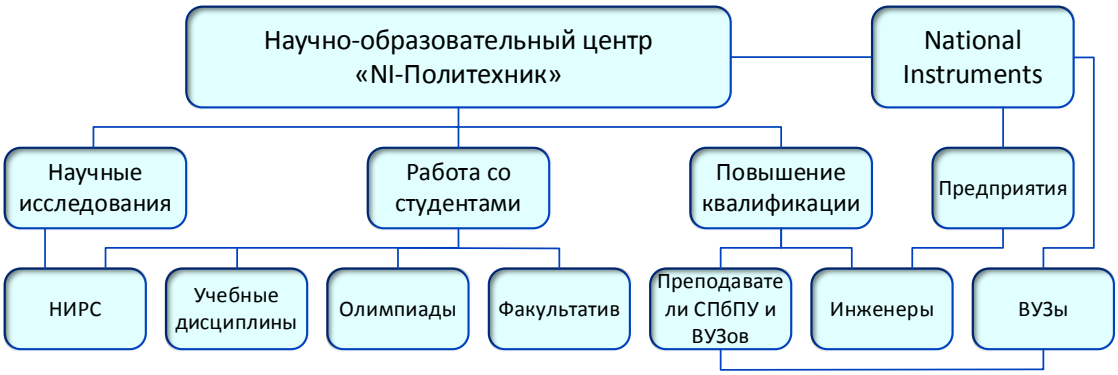
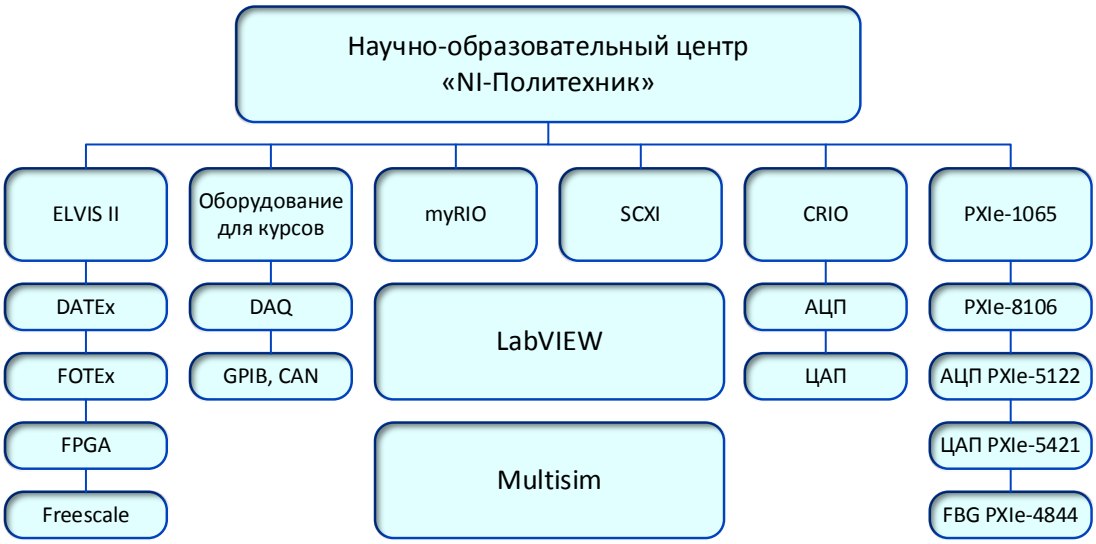


Рисунок 1 – Направления работы Центра.

Сегодня Центр укомплектован современным высокотехнологичным оборудованием и компьютерными программами (рисунок 2), аккумулирующими передовые решения компании National Instruments (далее NI). В двух учебных классах на 15 и 10 рабочих мест размещены пятнадцать лабораторных комплексов со стендами

NI ELVIS, платами тематических лабораторных работ, стендами и установками систем сбора данных. На всех компьютерах, обеспечивающих лабораторные исследования, установлено лицензионное программное обеспечение. Учебные классы оборудованы электронной доской и проекторами. Студенческие и преподавательские компьютеры подключены к Интернету и связаны внутренней сетью, что позволяет оперативно обмениваться данными во время занятий. Службою IT-сервиса СПбПУ организованы компьютерные лаборатории виртуальных машин (VDI-сервис), на которых дистанционно поддерживается разработка приложений в программных средах LabVIEW и Multisim.



Рисинок 2 – Техническое оснащение Центра

Об истоках и корневых предпосылках сотрудничества.

Успешная реализация совместной образовательной программы компании National Instruments и Политехнического университета во многом обусловлена корневыми предпосылками, способствующими взаимовыгодному взаимодействию партнеров. Речь идет об органичном сочетании, с одной стороны, принципов политехнического образования, и с другой стороны, многообразия научных, инженерных задач, свойственного технологиям National Instruments (NI-технологиям). Политехнический университет Петра Великого – известная, авторитетная в широких учебных и научных кругах школа политехнического образования. Политехнизация - идейная основа создания, формирования, всей истории, и сегодняшней деятельности Политехнического университета. В ряду образовательных программ СПбПУ представлены разные сферы науки и техники: физика и нанотехнологии, радиоэлектроника и телекоммуникации, автоматика и приборостроение, мощная электроэнергетика и строительство (перечень далеко неполный). Важная особенность университетского политехнического образования: разные направления подготовки реализуются не разрозненно, а взаимодействуя, взаимно обогащаясь. И какова бы ни была будущая профессия, неоспорима актуальность внедрения в академическую деятельность технологий, базирующихся на новейших аппаратно-программных системах. Тут важен правильный выбор – необходимо фокусироваться на решениях, которые проверены широкой практикой и имеют непосредственное отношение к образовательным программам политехнического университета. Собственный опыт исследований с использованием автоматизированных экспериментальных комплексов, а также анализ применяемых в мировой практике экспериментальных методов исследований побудили политехников обратиться к разработкам компании National

Instruments. Технологии National Instruments приобрели сегодня статус «стандарта-де-факто» при автоматизации научных исследований. На слуху исследователей и разработчиков продукты компании NI: LabVIEW - программная среда создания измерительных, управляющих комплексов, Multisim – средство моделирования процессов в электронных цепях.

Налицо существенные предпосылки, благодатная почва для развития взаимовыгодного сотрудничества СПбПУ - образцового представителя системы университетского политехнического образования - и компании NI, распространяющей свои решения на многоцветный спектр задач разных областей науки и техники. Но чтобы намерения стали явью, необходимы политическая (в смысле академической политики) воля руководства, материальная основа, и нужны кадры, способные разработать и реализовывать эффективную программу обучения. Необходима также востребованность результатов совместной деятельности – должна быть потребность в компетентных NI-специалистах. А она сегодня ощущается повсеместно во всех сферах, где разрабатывают и используют высокотехнологичное оборудование.

Создание и развитие Центра «National Instruments – Политехник».

NI-технологии попали в сферу интересов политехников еще в начале двухтысячных. Привлекали и возможности программ и аппаратуры, и авторитет компании, подтвержденный удачными решениями задач автоматизации экспериментов, управления процессами. Известно, что «вживление» новых дисциплин в систему высшего образования – небыстрый и подчас болезненный процесс. Долгое время на отдельных кафедрах шли попытки выстраивания действенных форм взаимодействия в образовательной сфере, апробировались разные формы сотрудничества. Но, как правило, усилия ограничивались узко специализированными разработками. В итоге стало ясно: нужно искать «политехническое» (интересующее многих) решение, развивать комплексный подход, не сосредотачиваясь только на сугубо специальных задачах.

Энергию качественному скачку поступательного до поры движения дало присвоение СПбГПУ в мае 2010 года категории «Национальный исследовательский университет» и финансирование в рамках *Программы развития «Санкт-Петербургского государственного политехнического университета»* (срок реализации: 2010-2019 годы). Коллектив энтузиастов во главе с деканом радиофизического факультета СПбПУ профессором В. М. Петровым и доцентом кафедры «Радиофизика» А. В. Медведевым, ощущая насущную потребность отражения в учебных дисциплинах современных высокотехнологичных решений, разработал стратегическую программу взаимодействия с компанией NI в образовательной сфере и внедрения базовых основ NI-технологий в учебные программы бакалавров и магистров. Основополагающие документы декларировали базовый принцип - интеграция учебной, научной и инновационной деятельности. В основу закладывалась широкая трактовка формирования компетенций – не только аудиторные занятия, но и постановка студенческих НИР, выполнение выпускных квалификационных работ на NI-оборудовании, в том числе, новейшем. Конкурс заявок внутри университета был выигран, и мероприятие по созданию Центра явилось существенным разделом программы «Санкт-Петербургский политехнический университет – Национальный исследовательский университет России». В 2010 году Центр был образован и завязались плотные деловые контакты университета и компании NI. Были выделены средства, помещения, было поставлено оборудование, установлены программные продукты, началось выстраивание и, сразу же, развертывание системы обучения [1].

Подготовка преподавательских кадров Центра, образовательные программы Центра.

Для формирования компетенций в сфере NI-технологий, высококачественной подготовки NI-специалистов необходима кадровая основа. Первоочередной задачей Центра была организация подготовки преподавателей, способных обучать NI-технологиям и студентов, и поствузовский контингент, а также преподавателей по программам повышения квалификации. На первом этапе это явилось главным разделом деятельности Центра в образовательной сфере. Политехники оперативно включились в систему обучения NI-технологиям, выстроенную компанией NI, и в 2011 году первая группа преподавателей-политехников, обученных NI-специалистами, получили сертификаты компании National Instruments (рисунок 3).

Рисунок 3 – Практикум для преподавателей в учебной лаборатории Центра.

В настоящее время в Центре сформирован коллектив квалифицированных преподавателей, которые обучают сотрудников предприятий по программам компании National Instruments. Обучение идет в лабораториях Центра, на оборудовании, поставленном компанией. Выпускники Центра наряду с удостоверениями о повышении квалификации в объеме 72 часов получают сертификаты компании о прохождении курсов «LabVIEW Core 1», «LabVIEW Core 2», «Системы сбора данных» (рисунок 4).

Рисинок 4 – Учебные программы Центра.

По мере накопления опыта формирования NI-компетенций Центром была разработана и внедрена эксклюзивная программа подготовки NI-специалистов для промышленности «Программная среда LabVIEW и технологии National Instruments в задачах проектирования устройств обработки сигналов телекоммуникационных и информационных систем». В 2012 году этот проект выиграл престижный всероссийский конкурс в рамках президентской программы повышения квалификации инженерных кадров.

Важный раздел деятельности Центра - повышение квалификации преподавателей СПбПУ и других вузов, которое проводится по программе «Программная среда LabVIEW и технологии National Instruments в научных и учебных задачах», специально созданной для этого формата обучения (рисунок 4). В ее основе - авторские курсы преподавателей Центра, такие как: «Базовые основы LabVIEW-программирования», «Основы разработки виртуальных приборов в среде LabVIEW», «LabVIEW — программная среда создания измерительных, управляющих систем», «Методика разработки лабораторных практикумов на основе NI-платформ», «Multisim-моделирование электронных устройств и процессов в цепях», «Технологические средства National Instruments для измерений и автоматизации», «NI-платформы, системы сбора данных». Длительность обучения – один семестр. В потоке обучаются примерно 20 человек. Всего Центром подготовлено за 4 года около двухсот преподавателей. Важно, что они представляют практически весь спектр направлений университетского политехнического образования.

Формирование NI-компетенций в структуре основных образовательных программ.

Реальная ситуация последних лет: выпускники университетов, попадая в исследовательские центры, в передовые лаборатории, все чаще обнаруживают, что ученые, технологи, инженеры автоматизируют исследования и строят измерительные комплексы на основе оборудования National Instruments. Очевидна актуальность обучения студентов основам этих технологий. Приобретенные в университете компетенции в этой области (уместен термин NI-компетенции), с одной стороны, помогут выпускникам эффективно включаться в реальную исследовательскую, инженерную работу, а с другой стороны, будут способствовать внедрению технологий National Instruments там, где таковые прежде не использовались. Таким образом, включение в основные образовательные программы политехнических университетов данной тематики - насущная задача настоящего времени. Центр интенсивно ее решает, в том числе, готовя преподавателей, способных обучать NI-технологиям.

Сегодня NI-тематика включена в разделы ряда учебных дисциплин образовательных программ подготовки и бакалавров, и магистров. Нужно отметить, что NI-технологии представлены в образовательном процессе в разных ипостасях: или же непосредственно формируются NI-компетенции (здесь изучение NI технологий - основное направление усилий), или же NI-технологии являются важным образовательным средством формирования компетенций, не связанных напрямую с брендом NI. Первый аспект иллюстрируют дисциплины «Современные методы автоматизации эксперимента», «Экспериментальные методы исследований», «Системы сбора и обработки данных», «Теория аппаратно-программных вычислительных систем». Второй аспект иллюстрируют лабораторные практикумы на платформах NI ELVIS II (рисунок 5) и тематических платах: Emona DATEx, Emona FOTEx, программирование ПЛИС, программирование микроконтроллеров. Студенты выполняют лабораторные исследования на этих платформах, выбирая для измерений подходящие LabVIEW-приборы из обширного парка, представленного на компьютере. Вот некоторые названия дисциплин, практикумы которых реализованы в учебных

лабораториях Центра на стендах с «NI-поддержкой»: «Аналоговая и цифровая схемотехника», «Оптоэлектронные устройства», «Волоконно-оптические системы», «Специальные радиотехнические и телекоммуникационные устройства».

Интенсивно внедряется в изучение дисциплин электронной тематики программа Multisim. Приобретение университетом лицензии на этот продукт позволило по-новому строить изучение принципов работы электронных устройств и явлений в цепях - опираясь на компьютерное моделирование схем устройств и процессов в них инструментальными средствами Multisim.

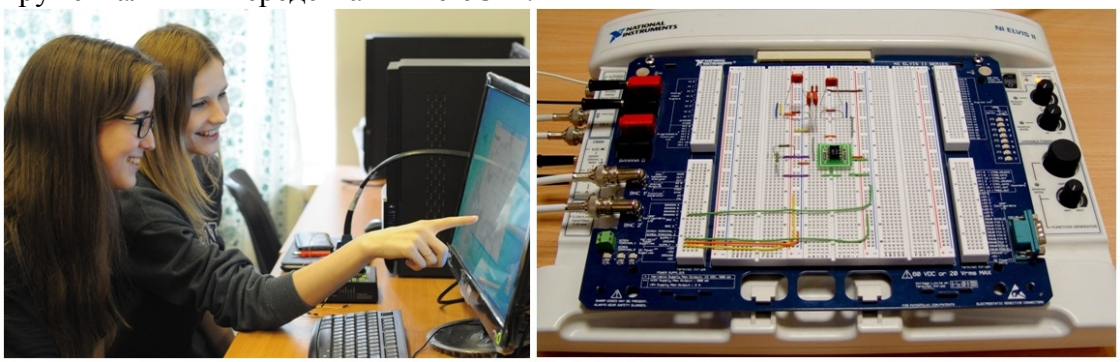


Рисунок 5 – Исследование активного фильтра на стенде ELVIS II.

Обеспечение Центром научно-исследовательской работы студентов (НИРС) и выпускных квалификационных работ.

Важным компонентом деятельности Центра является поддержка учебных занятий по программам НИР студентов и обеспечение выпускных квалификационных работ, выполняемых соискателями степеней бакалавров и магистров. Используя технологии NI, студенты создают информационно-измерительные и управляющие системы для проведения необходимых экспериментальных и теоретических исследований. Центр предоставляет для решения научных задач аппаратные средства NI на базе платформ PXI, CompactRIO и myRIO, многофункциональные устройства сбора данных (DAQ) и оборудование для программирования и отладки интегральных микросхем ПЛИС. На компьютерах Центра студенты строят программные коды в среде LabVIEW в удобном для анализа формате блок-диаграмм. Преподаватели Центра консультируют студентов, у которых НИР и квалификационные работы выполняются в программных средах LabVIEW и Multisim.

Показательны примеры, иллюстрирующие эффективность НИРС, проводимой под патронажем Центра. Результаты научных исследований, выполненных при участии студентов и аспирантов, опубликованы в научных изданиях и трудах международных конференций (более 20 работ за четыре года). Студенты получают гранты Правительства Санкт-Петербурга, становятся лауреатами Всероссийского конкурса НИРС. Есть примеры внедрения результатов выпускных работ в действующие системы.

Участие в Программе «5-100-2020».

Деятельность Центра способствует реализации Программы «5-100-2020» в политехническом университете, стратегическая цель которой – повышение рейтинга российских вузов в международной системе высшего образования. В одно из мероприятий генерального документа Программы «5-100-2020» СПбПУ – «Дорожную карту» - включен раздел Подготовка и участие студентов в рейтинговых олимпиадах. Здесь рассчитывают на активное участие Центра, и основания для этого имеются. В «олимпийское движение» Центр активно включился в 2011 году. И с той поры ежегодно в LabVIEW-олимпиадах, проводимых компанией National Instruments для России, стран Балтии и СНГ, принимают участие две-три команды, сформированные и

подготовленные Центром. Опыт участия позволяет констатировать: LabVIEW-олимпиады - эффективная форма привлечения студентов к освоению перспективных технологий. Олимпиады способствуют развитию творческого мышления, приобретению профессиональных знаний, навыков в LabVIEW-программировании. Весьма важно, что студенты, решая единым коллективом, командой оригинальные «олимпийские» задачи, разрабатывая совместно нетривиальные программы, приобретают ценный опыт коллективного взаимодействия. Как правило, команды складываются из студентов младших и старших курсов, и «старшие» естественным образом, ненавязчиво передают свой опыт «младшим». Таким образом, LabVIEW-олимпиады в дополнение к регулярным учебным занятиям эффективно способствуют формированию компетенций в сфере технологий National Instruments.

Нужно отметить, что тренеры (преподаватели Центра) и студенты-участники олимпиад, обсуждая ход их проведения, итоги, отдавая должное организаторам этого многотрудного мероприятия, видят пути его совершенствования. Порядок формирования команд следует строже регламентировать. Желательна ориентация на студенческую молодежь. Возможность включения в команды профессиональных программистов снижает шансы, а значит, и мотивацию студентов. На сайте олимпиады следует оперативно отражать все этапы: от начального – какие команды зарегистрированы, и до конечного – кто победил и какие решения, находки определили победный результат. Желательно привлечение на последнем, решающем этапе наблюдателей и экспертов из числа преподавателей ведущих образовательных центров NI.

Координация деятельности Центра "NI-Политехник" компанией National Instruments.

Развитие центров технологий National Instruments в России сформировало особые тренды взаимодействия компании National Instruments с такими структурами. Центр NI-Политехник является удачным примером плодотворного сотрудничества такого рода, что подтверждено статусом: «Лучший образовательный центр технологий National Instruments 2013-2014 гг.».

Основная целеполагающая функция центров технологий NI, создаваемых на базе вузов – образовательная. Создание и оснащение лабораторий, обучение студентов и повышение квалификации, НИОКР, публикационная деятельность и международное взаимодействие – эти и другие направления являются важными составляющими партнёрской работы. Деятельность Центра, организованного в Политехническом университете, ощутимо сказывается на пополнении научных и промышленных организаций кадрами NI-специалистов. Классическое политехническое образование, традиционно строящееся на мультидисциплинарном подходе, органично дополняется изучением приёмов, средств и инструментов для построения современных автоматизированных исследовательских установок, измерительных и тестирующих комплексов. Передовые NI-технологии изучают в Центре и студенты (разделами специальных учебных дисциплин), и преподаватели, и специалисты, повышающие квалификацию. Компания National Instruments регулярно направляет сотрудников предприятий-партнёров на специализированные курсы в Центр «NI-Политехник». Растет популярность и востребованность программ переподготовки, реализуемых в Центре: в последнее время сюда приходят слушатели не только по направлению NI, но и по собственной инициативе, без референций компании. Поступают запросы от предприятий на расширение тематики курсов Центра, пожелания изучать в учебных лабораториях Центра необходимые им платформы National Instruments, новейшие изделия. И здесь особую пользу приносят методические разработки преподавателей

Центра, помогающие осваивать, изучать новые продукты, передаваемые компанией для включения в образовательный процесс.

Завершение государственного финансирования по программе развития национальных исследовательских университетов сместило акценты применения технологий National Instruments с создания учебных лабораторий на поставки оборудования для НИР, ОКР для промышленных заказчиков. И в этой связи заслугой Центра стоит считать расширение применения открытых измерительных систем National Instruments на тех кафедрах, на которых традиционно ориентировались на закрытые метрологические платформы. Следует констатировать, что выбор в пользу решений NI сделан преподавателями этих кафедр после обучения по программам повышения квалификации в Центре.

Заключение.

Результаты сотрудничества компании National Instruments и Центра «NI-Политехник» обе стороны признают эффективными, плодотворными и взаимно полезными. Совместная деятельность компании и Центра, направленная на обучение студентов, переподготовку преподавательских и инженерных кадров, НИОКР, публикации, доклады на симпозиумах, организация мастер-классов и многое другое дает массу полезного каждой из сторон и эффективно способствует пополнению отечественных предприятий и научных организаций компетентными специалистами.

Список литературы

1. Медведев А.В., Новиков Ю.Н., Патракеев Н.В., Петров В.М. Технологии National Instruments в образовательных программах Национального исследовательского университета: совместный проект компании National Instruments и Политехнического университета (Санкт-Петербург). - В кн.: «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах»: Сборник докладов XIX Международной научно-методической конференции. Т.1. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – С. 162–166.

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ELVIS-II И NI LABVIEW RIO EVALUATION KIT

Белянин И.В., Забелин М.А.
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Н.Новгород
1@ivbel.ru

В статье рассмотрены создания и эксплуатации лабораторного комплекса для студентов направления «Электроника и наноэлектроника» по дисциплине «Программируемые элементы цифровых устройств»

Ключевые слова: Elvis-II, Real Time, FPGA, CompactRIO

LABORATORY COMPLEX PROGRAMMABLE ELEMENTS OF DIGITAL DEVICES ON BASIS ELVIS-II And NI LABVIEW RIO EVALUATION KIT

Belyanin I.V., Zabelin M.A.
The Nizhny Novgorod state technical university of R. E. Alekseev

In article questions of creation and maintenance of a laboratory complex for students of the Electronics and Nanoelectronics direction on discipline "Programmable elements of digital devices" are considered

Keywords: Elvis-II, Real Time, FPGA, CompactRIO

Постановка задачи

При подготовке специалистов по направлениям бакалавриата и магистратуры остро стоят задачи обучения прикладному программированию систем управления силовых преобразовательных устройств. Языки программирования могут быть разными и они выбираются исходя из поставленных задач по созданию того или иного устройства. Участие в научно-технических разработках кафедры «Электроэнергетика электроснабжение и силовая электроника» являются непременным атрибутом подготовки специалистов, но допуск к проектированию сложных устройств невозможен без освоения простых операций. Именно поэтому возникла задача разработки лабораторного комплекса, для освоения задач прикладного программирования устройств работающих под Real Time OS и имеющих в своем составе программируемые логичекие интегральные схемы FPGA.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 2011 и эксплуатируется на аппаратно-программном комплексе Elvis-II с FPGA board и NI LabVIEW RIO evaluation kit.

Описание решения

Для освоения дисциплины «Программируемые элементы цифровых устройств» лабораторный комплекс включает в себя следующие работы:

- Простейшие логические элементы;
- Триггеры;
- Простые счетчики;
- Сложные счетчики;
- Мультиплексоры;
- Шифраторы и дешифраторы;
- Устройство RealTime;
- Система управления на FPGA;
- Система синхронизации с сетью;
- Система управления однофазным тиристорно-трансформаторным модулем.

При выполнении лабораторной работы №1 студенты уже знакомые с логическими цифровыми элементами осваивают особенности программирования простых логических операций на языке LabVIEW.

Работа №2 предназначена для освоения путей решения построения триггеров RS и D как средствами LabVIEW так и языка VHDL при реализации на FPGA.

При выполнении лабораторной работы №3 студенты овладевают навыками реализации простых цифровых счетчиков для работы в бинарном коде.

Работа №4 позволяет усложнить задачу проектирования счетчиков с переключаемыми диапазонами счета и переводами в различные системы исчисления.

Во время выполнения работы №5 студенты на примере Case структур знакомятся с работой мультиплексоров.

Работа №6 позволяет показать как составление логических уравнений помогает решать вопросы шифрации и дешифрации логических функций.

Прежде чем допустить будущих специалистов к программированию контроллеров работающих в системах реального времени в работе №7 осваиваются

начальные навыки такого программирования с апробацией на отладчном комплексе NI LabVIEW RIO evaluation kit. Фактически это первый шаг к освоению более сложных комплексов CompactRIO.

Работа №8 логически связана с предыдущей работой, но в ней ставится задача обработки сигналов полученных с измерительных модулей и принятия мгновенных решений с распараллеливанием процессов.

В работе №9 перед студентами ставится задача построения одного из основных узлов систем импульсно-фазового управления (СИФУ) повсеместно применяемых при разработке управляемых выпрямителей.

Система управления однофазным тиристорно-трансформаторным модулем – работа №10. Это готовый проект, который показывает студентам то, что они должны получить при реализации собственного курсового проекта.

Внедрение и его перспективы

В настоящий момент все перечисленные лабораторные работы реализованы и применяются в учебном процессе. Выполнение работ предполагает использование компьютерного класса. Для подготовки студентов заочного отделения идут разработки с возможность выполнения работ через Интернет. Кроме того в Центре дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева снимаются о и обрабатываются учебные фильмы на уровне скринкастов, а также готовятся электронные книги с методическими рекомендациями по выполнению этих лабораторных работ [1].

Список литературы

1. Белянин И.В. Методы формирования фонда электронной библиотеки вуза. Материалы XI международной научно-методической конференции «Новые образовательные технологии в вузе». стр.160-166 Екатеринбург. 2014

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Лысенков А. Е.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье представлен аппаратно-программный лабораторный комплекс, выполненный на базе технологий компании National Instruments и позволяющий исследовать основные схемы включения операционных усилителей. Приведено обоснование выбора исследуемых схем. Представлены результаты исследования наиболее распространённых в электронике схем включения операционных усилителей. Полученные зависимости и характеристики отображаются на лицевой панели программы, написанной в среде LabVIEW.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, операционный усилитель, схема включения, коэффициент усиления, амплитудная характеристика.

HARDWARE-SOFTWARE LABORATORY COMPLEX, BASED ON NATIONAL INSTRUMENTS TECHNOLOGY, FOR RESEARCH OF BASIC CIRCUITS OF OPERATIONAL AMPLIFIER

Bespalov N. N., Ilyin M. V., Kapitonov S. S., Lysenkov A. E.
National Research Ogarev Mordovia State University

The paper presents the hardware-software laboratory complex, based on National Instruments technology and allows us to study the basic scheme include operational amplifiers. Justification of the choice of the test circuit is shown. The results of the study are presented in the most common electronic circuits include operational amplifiers. The obtained dependences and features displayed on the front panel of a program written in an environment LabVIEW.

Key words: laboratory complex, operational amplifier, circuit switching, gain, amplitude characteristic.

Технологии компании National Instruments используются в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа их данных и последующего управления приборами и исследуемыми объектами. Наряду с созданием сложных приборов и инструментов комплекс аппаратных средств компании National Instruments совместно с программой LabView можно использовать и для общеобразовательных целей, например, для выполнения лабораторных работ, причем сфера их применения непрерывно расширяется. Подобные технологии нашли широкое применение при создании лабораторных практикумов по электротехнике, механике, физике, метрологии, электрическим машинам. Одним из примеров внедрения продуктов National Instruments в образовательную деятельность является разработанный нами аппаратно-программный лабораторный комплекс для исследования основных схем включения операционных усилителей (ОУ) [1].

Принцип создания лабораторного комплекса основан на том, чтобы создать максимально простой лабораторный комплекс, в котором решение поставленных учебных задач выполняется за счет технологий компании National Instruments [2].

Разработанный лабораторный комплекс позволяет исследовать входные и выходные временные сигналы различных форм, амплитудные и амплитудно-частотные характеристики основных схем включения ОУ при различных коэффициентах усиления.

На рисунке 1 представлен внешний вид разработанного комплекса.

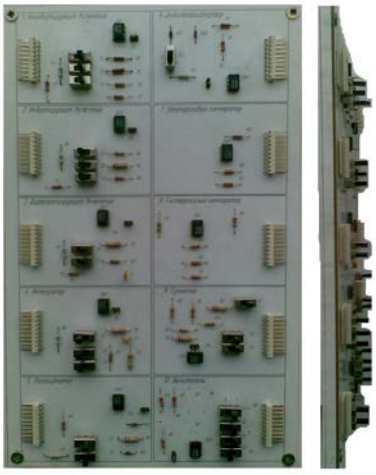


Рисунок 1 – Внешний вид лабораторного комплекса

Разработанный комплекс позволяет проводить следующие лабораторные работы:

1) исследование инвертирующего и неинвертирующего включения ОУ;
2) исследование дифференциатора и интегратора на ОУ;
3) исследование логарифматора и антилогарифматора на ОУ;
4) исследование однопорогового и гистерезисного компараторов на ОУ;
5) исследование сумматора и вычитателя на ОУ.

Программная часть комплекса представляет собой ряд виртуальных приборов (ВП) для каждой из исследуемых схем.

Разработанный аппаратно-программный лабораторный комплекс позволяет:

– изучать входные и выходные временные сигналы различных форм;

– исследовать амплитудные характеристики (АХ) при различных схемах включения ОУ при различных коэффициентах усиления;

– исследовать амплитудно-частотные характеристики (АЧХ).

На рисунке 2 представлены ВП для исследования сигналов различных форм.

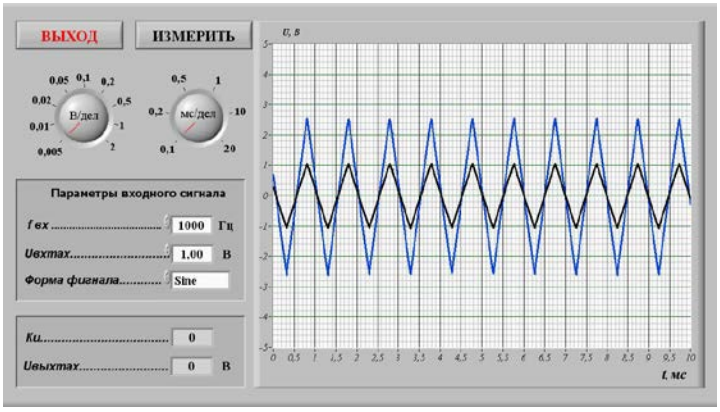


Рисунок 2 – ВП для исследования входных и выходных сигналов неинвертирующего включения ОУ во времени

Рисунок 3 демонстрирует ВП для исследования АХ неинвертирующего включения ОУ.

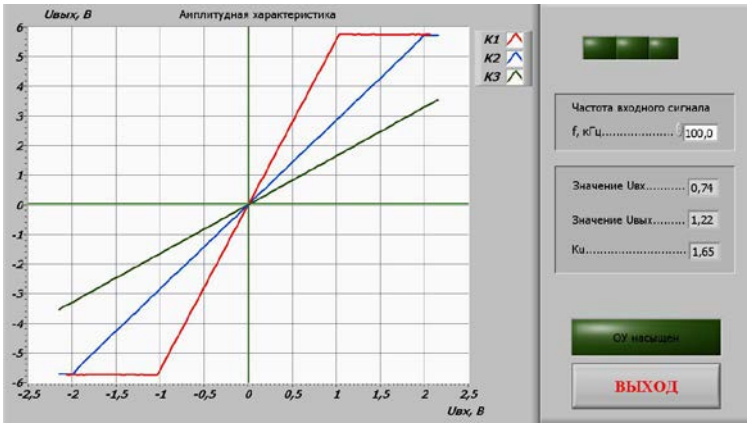


Рисунок 3 – ВП для исследования АХ неинвертирующего включения ОУ

На рисунке 4 изображена АЧХ в ВП неинвертирующего включения ОУ.

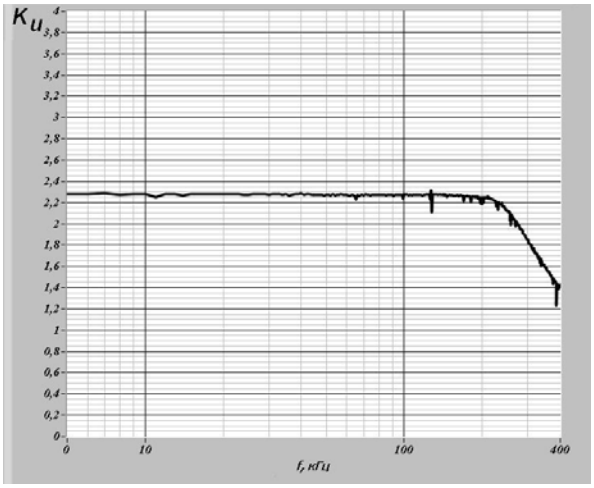


Рисунок 4 – Пример представления АЧХ в ВП неинвертирующего включения ОУ

Применение оборудования компании National Instruments при разработке лабораторных работ, позволяет создать универсальные и легко перенастраиваемые учебные комплексы. Выполняя лабораторные работы на оборудовании такого типа, студенты получают значительно больше информации о параметрах и характеристиках исследуемых схем, чем при использовании стандартного измерительного оборудования.

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. Лабораторный комплекс для исследования характеристик полупроводниковых диодов и схем вторичных источников питания на их основе / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabView и технологии National Instruments: сборник трудов VIII научно-практической конференции. – М. : РУДН, 2009. – С. 368-370.

2. Беспалов Н. Н. Программно-аппаратный лабораторный комплекс по электронным цепям и микросхемотехнике на базе продукции компании National Instruments / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Электроника и информационные технологии. – 2010 выпуск 1 (8) – 2010. – http://fetmag.mrsu.ru/2010-1/pdf/Laboratory_complex.pdf. – 0421000067/0004.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ»

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье приводится описание разработанного учебного лабораторного стенда, предназначенного для изучения схемотехники усилителей низкой частоты. Данный стенд позволяет изучать схемы и характеристики как усилителя в целом, так и его отдельных усилительных каскадов. Лабораторный стенд имеет собственное программное обеспечение, на котором отображаются временные и частотные диаграммы, а так же имеются управляющие инструменты. Лабораторный стенд используется совместно с универсальным стендом NI ELVIS.

Ключевые слова: усилитель низкой частоты, лабораторный стенд, программа.

LABORATORY BENCH «LOW-FREQUENCY AMPLIFIER»

Bespalov N. N., Ilyin M. V., Kapitonov S. S.
National Research Ogarev Mordovia State University

The article describes the developed training laboratory stand designed for the study of low-frequency amplifiers circuitry. This stand allows to study the characteristics of the circuit and the amplifier as a whole and its individual amplifying cascades. Laboratory bench has its own software, which displays the time and frequency charts, as well as management tools are available. Laboratory bench is used in conjunction with a universal stand NI ELVIS.

Keywords: low-frequency amplifier, laboratory bench, the program.

Изучение принципов работы и проектирования усилителей низкой частоты (УНЧ) на основе биполярных транзисторов является важной задачей при подготовке специалистов в области электронной техники. Схемы, применяемые при создании каскадов УНЧ, являются базовыми схемами включения биполярных транзисторов. При организации обучения одной из важных задач является сочетание ознакомления с теоретическим материалом и работой реальных схем на конкретных примерах.

Предлагаемое решение лабораторного стенда включает в себя плату, с собранной на ней схемой усилителя и программу, разработанную в среде программирования LabVIEW. Внешний вид платы показан на рис. 1.

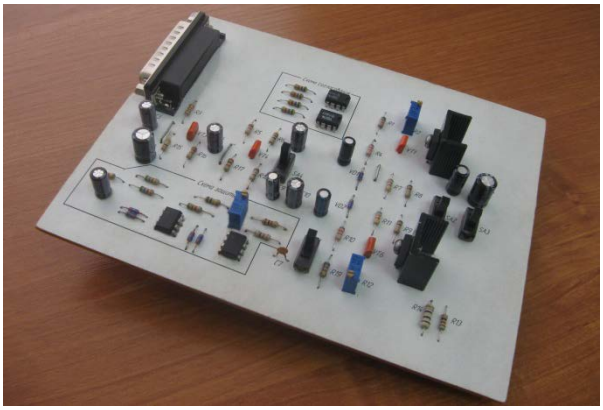


Рисунок 1 – Внешний вид платы разработанного стенда

Разработанное схемное решение лабораторного стенда включает в себя схему трехкаскадного УНЧ, схему защиты от перенапряжений на входе, и разъем, на который выведены сигналы с различных точек схемы. На разъём выведены сигналы позволяющие отследить основные процессы, происходящие в каскадах УНЧ. Схема усилителя включает часто встречающиеся в схемотехнике УНЧ каскады: эмиттерный повторитель, резисторный каскад и двухтактный каскад мощного усиления. На плате имеется ряд переключателей позволяющих подключать нагрузку различного номинала, а также определить величину разделительных конденсаторов, и конденсаторов частотной коррекции. Плата УНЧ подсоединяется к NI ElVIS, к выводам АЦП, источнику питания и генератору входного сигнала.

Управляющая программа имеет два режима работы: «Осциллограф» и «АЧХ и ФЧХ». Вид программы в режиме работы «Осциллограф» показан на рис. 2.

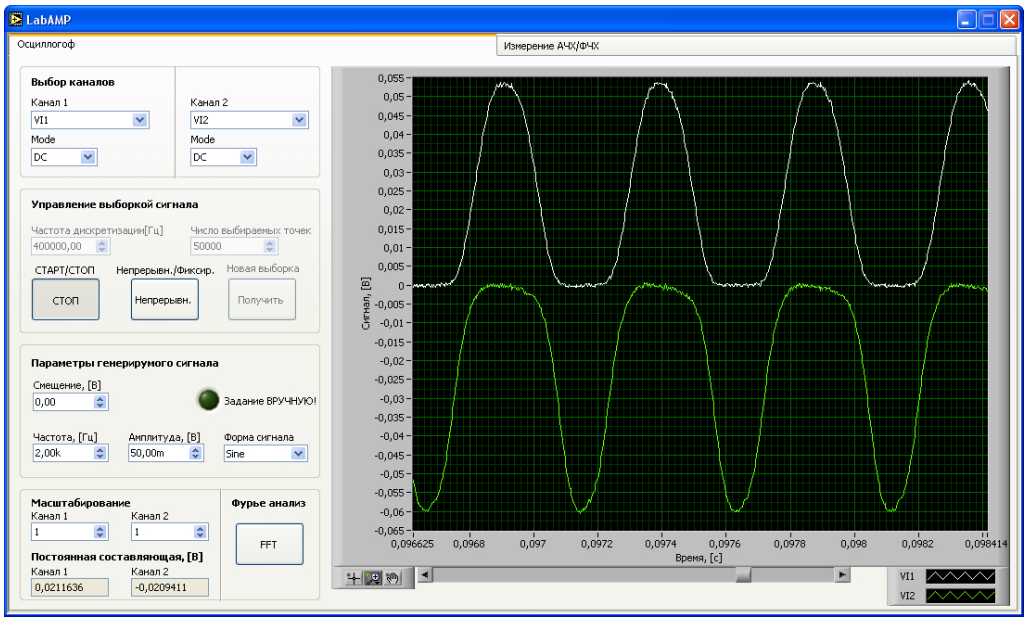


Рисунок 2 – Окно программы в режиме работы «Осциллограф»

Этот режим дает возможность наблюдать форму сигналов в различных точках схемы. Существует возможность отображать сигнал, как в виде функции времени, так и виде функции частоты, для изучения его спектра. Выбор измеряемого сигнала осуществляется пользователем с лицевой панели программы. Сигналом может быть либо напряжение в какой-либо точке схемы относительно общей точки, либо ток в проводнике. Имеется возможность изучить входные и выходные сигналы как всего УНЧ, так и отдельных его каскадов, а также токи через плечи двухтактного каскада мощного усиления. Для повышения удобства восприятия информации, в случае одновременного отображения сигналов сильно различающихся по величине существует возможность управлять масштабом отображаемого сигнала. Кроме того, есть возможность отфильтровать постоянную составляющую из отображаемого сигнала. При этом программа постоянно отображает уровень постоянной составляющей в сигнале на соответствующих индикаторах.

При работе режиме «Осциллограф» имеется возможность задавать программно режим работы генератора Function Generator прибора NI ElVIS и управлять таким образом входным сигналом схемы для наблюдения отклика УНЧ.

Программа позволяет пользователю снять такие характеристики исследуемого усилителя как амплитудная (АЧХ) и фазовая (ФЧХ) частотные характеристики. Элементы управления программой при работе этом режиме сосредоточены на закладке «Измерение АЧХ/ФЧХ». Вид программы в режиме определения характеристик показан на рис. 3.

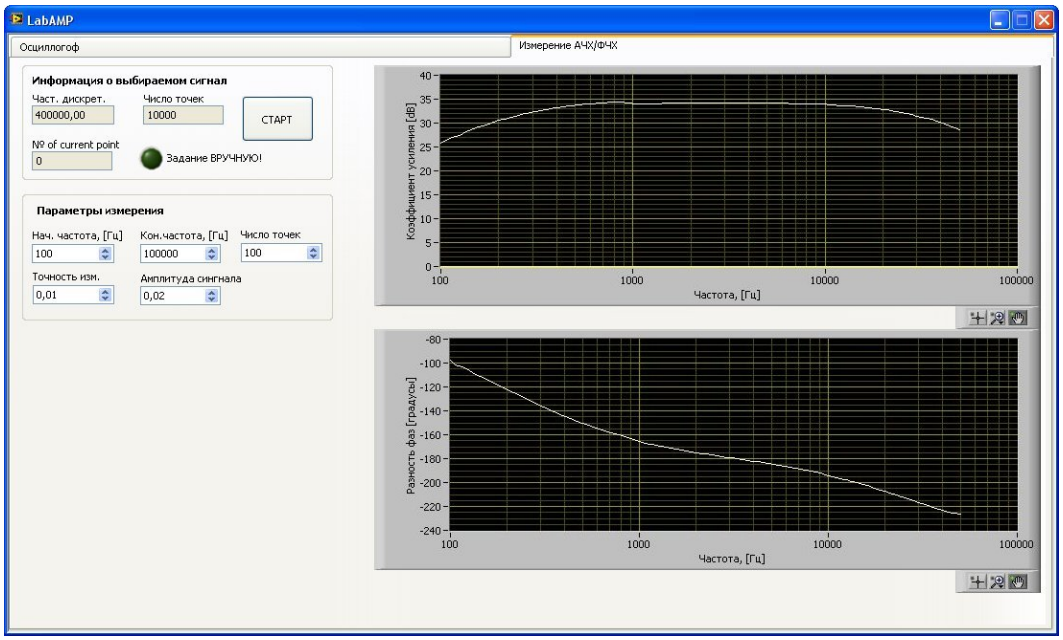


Рисунок 3 – Окно программы в режиме измерения АЧХ и ФЧХ усилителя.

Определение АЧХ и ФЧХ осуществляется в указываемом пользователем диапазоне частот. Пользователь также определяет количество точек, которыми аппроксимируются характеристики и амплитуду входного сигнала. Для определения этих характеристик программа последовательно устанавливает значение частоты генератора синусоидального входного сигнала в заданном диапазоне частот. При этом измеряются входной и выходной сигналы схемы. Затем при помощи Фурье преобразования определяются амплитудные и фазовые характеристики входного и выходного сигнала.

Таким образом, разработанный лабораторный стенд позволяет осуществить изучение работы реальной схемы УНЧ, отследить процессы, происходящие в схеме, при различных параметрах входного сигнала, определить АЧХ, ФЧХ предлагаемого УНЧ, а так же влияние на эти характеристики параметров элементов схемы. Кроме того, из измерительного оборудования стенд требует только NI ELVIS, который легко может быть применен для организации других лабораторных работ.

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. Лабораторный комплекс для исследования характеристик полупроводниковых диодов и схем вторичных источников питания на их основе / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabView и технологии National Instruments: сборник трудов VIII научно-практической конференции. – М. : РУДН, 2009. – С. 368-370.

2. Беспалов Н. Н. Программно-аппаратный лабораторный комплекс по электронным цепям и микросхемотехнике на базе продукции компании National Instruments / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Электроника и информационные технологии. – 2010 выпуск 1 (8) – 2010. – http://fetmag.mrsu.ru/2010-1/pdf/Laboratory_complex.pdf. – 0421000067/0004.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье представлен аппаратно-программный лабораторный комплекс, выполненный на базе технологий компании National Instruments и позволяющий исследовать основные схемы вторичных источников питания. Рассмотрена функциональная схема измерения. Представлены результаты исследования вольт-амперной характеристики полупроводникового диода, схем выпрямления переменного напряжения и стабилизаторов постоянного напряжения. Полученные данные отображаются на лицевой панели программы, написанной в среде LabVIEW.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, источник питания, полупроводниковый диод, выпрямление, стабилизация.

HARDWARE-SOFTWARE LABORATORY COMPLEX, BASED ON NATIONAL INSTRUMENTS TECHNOLOGY, FOR RESEARCH OF SECONDARY POWER SOURCES SCHEMES

Bespalov N. N., Ilyin M. V., Kapitonov S. S.
National Research Ogarev Mordovia State University

The paper presents the hardware-software laboratory complex, based on National Instruments technology and allows us to study the basic scheme of secondary sources of supply. Functional diagram of the measurement is considered. Results of the study shows the current-voltage characteristics of semiconductor diode, rectification circuit AC and DC voltage stabilizers. The resulting data is displayed on the front panel of a program written in LabVIEW.

Key words: laboratory complex, power supply, semiconductor diode, rectification, stabilization.

Технология проектирования информационно-измерительных систем на основе виртуальных приборов открыла широкие возможности по созданию многофункциональных и универсальных измерительных устройств. Применение данной технологии при создании лабораторных работ, позволяет создать универсальные и легко перенастраиваемые учебные комплексы. Выполняя лабораторные работы на оборудовании такого типа, студенты получают значительно больше информации о параметрах и характеристиках исследуемых схем, чем при использовании стандартного измерительного оборудования [1]. Данная работа посвящена разработке лабораторного комплекса на основе виртуальных приборов для исследования схем, являющихся базовыми при обучении студентов электротехнических специальностей. Выбор комплекса аппаратных и программных средств National Instruments был сделан с целью универсализации измерительного оборудования [2,3].

Разработанный лабораторный комплекс позволяет исследовать:

– свойства и характеристики полупроводникового диода;

– основные схемы выпрямления переменного напряжения;

– стабилизаторы постоянного напряжения.

На рисунке 1 представлен внешний вид лабораторного комплекса.

Рисунок 1 – Внешний вид лабораторного комплекса

В данной работе проводилось определение вольт-амперных характеристик (ВАХ) полупроводникового диода в состоянии высокой и низкой проводимости. На рисунке 2 представлена функциональная схема, предназначенная для определения ВАХ диода. С помощью ключей *S*1 и *S*2 выбирается, в состоянии высокой или низкой проводимости исследуется диод. С помощью шунтов *Rs*1 и *Rs*2 определяется ток, протекающий через диод.

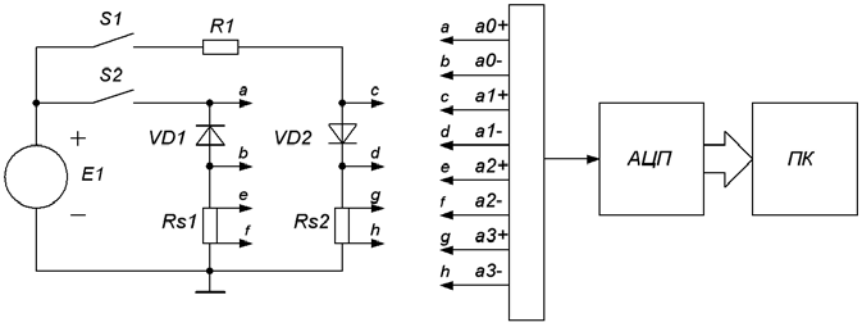


Рисунок 2 – Функциональная схема для определения ВАХ диода

ВАХ диода в состоянии низкой проводимости представлена на рис. 4.

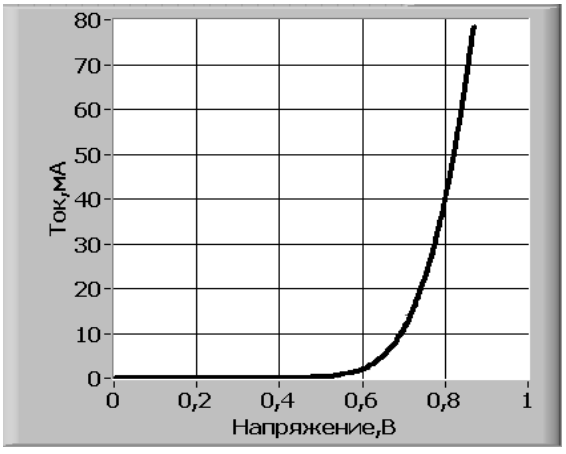


Рисунок 3 – ВАХ диода в состоянии высокой проводимости

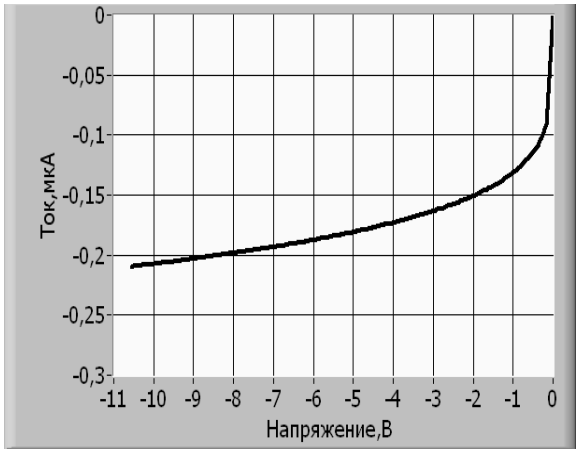


Рисунок 4 – ВАХ диода в состоянии низкой проводимости

Лабораторный комплекс позволяет проводить исследование однофазной

однополупериодной, двухфазной и однофазной мостовой схем выпрямления.

С помощью разработанного комплекса возможно осуществлять исследование параметрического и однокаскадного стабилизаторов напряжения, а также компенсационных стабилизаторов с биполярным транзистором и операционным усилителем в цепи управления.

На рисунке 5 представлены осциллограммы тока и напряжения, определенные в среде LabVIEW для двухфазной схемы, работающей на *RL*-нагрузку. Рисунок 6 показывает зависимость выходного напряжения компенсационного стабилизатора с биполярным транзистором в цепи управления от величины входного напряжения.

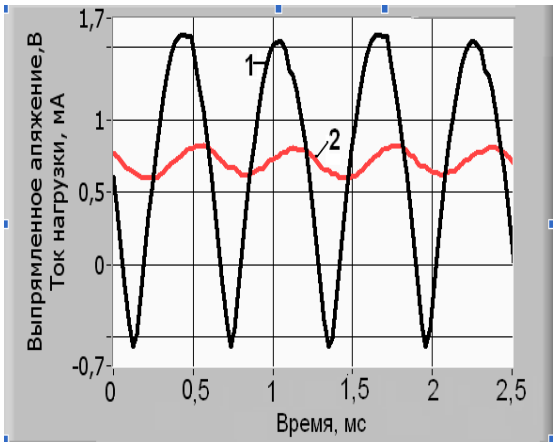


Рисунок 5 – Осциллограммы выпрямленного напряжения (кривая 1) и тока нагрузки (кривая 2)

Рисунок 6 – Зависимость выходного напряжения стабилизатора от величины входного напряжения

Лабораторный комплекс внедрен в учебные курсы студентов кафедры электроники и наноэлектроники МГУ им. Н. П. Огарёва, обучающихся по направлениям «Электроника и наноэлектроника» и «Приборостроение». В дальнейшем предполагается мелкосерийный выпуск стенда в ООО «Научно-инженерный Центр «РЭТ – МГУ».

Список литературы

1. Беспалов Н. Н. Лабораторный комплекс для исследования характеристик полупроводниковых диодов и схем вторичных источников питания на их основе / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabView и технологии National Instruments: сборник трудов VIII научно-практической конференции. – М. : РУДН, 2009. – С. 368-370.

2. Беспалов Н. Н. Программно-аппаратный лабораторный комплекс по электронным цепям и микросхемотехнике на базе продукции компании National Instruments / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Электроника и информационные технологии. – 2010 выпуск 1 (8) – 2010. – http://fetmag.mrsu.ru/2010-1/pdf/Laboratory_complex.pdf. – 0421000067/0004.

3. Беспалов Н. Н. Определение характеристик силовых полупроводниковых приборов в состоянии низкой проводимости с помощью программной среды LABVIEW / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологии National Instruments – 2012: сб. науч. тр. – Вып. XI. – Москва: Изд-во ДМК-пресс, 2012. С. 354-356.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ МДП-ТРАНЗИСТОРОВ

Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е., Ильин М. В., Капитонов С. С.
НИ МГУ им. Н. П. Огарёва
ka-mgu@mail.ru, 243705@mail.ru

В статье рассматривается аппаратно-программной комплекс, предназначенный для испытания силовых МДП-транзисторов. Представлены технические характеристики и рассмотрены возможности комплекса. Описан процесс определения электро- и теплофизических параметров транзисторов, а также порядок подбора приборов с заданными характеристиками. Предложен способ формирования групповых соединения МДП-транзисторов в преобразователях на основе предварительного расчёта их теплового режима.

Ключевые слова: МДП-транзистор, надежность, электротепловые параметры, испытательный комплекс, контроль, подбор, отбраковка.

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR POWER MOSFET TESTING

Bespalov N. N., Lysenkov A. E., Ilyin M. V., Kapitonov S. S.
National Research Ogarev Mordovia State University

The article discusses the hardware-software complex for power MOSFET testing. Presents technical capabilities of the complex. Describes process of determining the electrical and thermal MOSFET parameters, and order of devices with desired characteristics selection. Proposes method of MOSFET group connection forming in converters based on preliminary thermal mode calculation.

Keywords: MOSFET, reliability, electrothermal parameters, testing complex, control, selection, rejection

Надёжность преобразовательной техники напрямую зависит от температурных режимов эксплуатации входящих в её состав полупроводниковых приборов. Выбор оптимального режима — сложная инженерная задача, требующая комплексной оценки электро- и теплофизических параметров прибора. Наиболее перспективным способом подобной оценки является предварительный подбор приборов с заданными характеристиками и последующий поиск наиболее подходящих сочетаний приборов для требуемого схемного решения на основе электротеплового моделирования [1, 5]. В настоящее время отсутствуют технические средства, позволяющие автоматизировано осуществлять вышеуказанные процедуры.

С помощью модульных приборов, выпускаемых компанией National Instruments, разработан аппаратно-программный комплекс «АДИП-МДПТ», предназначенный для оперативной диагностики силовых МДПТ. Управление комплексом и сбор информации осуществляются персональным компьютером. Программная часть выполнена в среде графического программирования LabVIEW [4, 7]. Связь компьютера с аппаратной частью осуществляется с помощью универсальной платы сбора данных NI PCI-6251.

АДИП-МДПТ позволяет определять следующие параметры и характеристики транзисторов:

– вольтамперные характеристики затвора в диапазоне напряжений затвор-исток U_{GS} от 0 до 20 В и тока стока I_D от 0 до 50 А;

– вольтамперные характеристики стока в диапазоне напряжений сток-исток U_{DS} от 0 до 100 В и тока стока I_D от 0 до 50 А;

– сопротивление транзистора в открытом состоянии $r_{DS(on)}$;

– тепловое сопротивление R_{thjc};

– переходное тепловое сопротивление Z_{thjc};

– предельный постоянный ток $I_{D\max}$;

– максимально допустимую постоянную рассеиваемую мощность $P_{DS\max}$.

Внешний вид комплекса представлен на рис. 1.

Рисунок 1 – Аппаратно-программный комплекс «АДИП-МДПТ»

Процесс испытания осуществляется в несколько этапов. На первом этапе определяются электрофизические характеристики МДПТ. На втором этапе через прибор пропускается греющий ток, величина которого рассчитывается программой на основании данных о предельных значениях определяемых параметров. В дальнейшем этапы чередуются. На заключительном этапе определяются производные от информативных параметров параметры вольт-амперной характеристики МДПТ, а также их функциональные зависимости от температуры [2, 6], после чего рассчитываются теплофизические параметры [8, 9]. В результате формируется отчёт, который может быть сохранен пользователем в форме электронной таблицы MS Excel.

Для подбора транзисторов с требуемыми характеристиками в управляющей программе предусмотрена возможность последовательной сортировки группы транзисторов по следующим параметрам: сопротивление $r_{DS(on)}$, тепловое сопротивление R_{thjc} и ток $I_{D\max}$. Количество и порядок использования параметров при сортировке определяется пользователем. Информация о параметрах визуализируется посредством гистограмм.

Расчет теплового режима осуществляется с помощью разработанной авторами электротепловой модели МДПТ [3]. Исходными данными для модели служат R_{thjc} и Z_{thjc} в сочетании с электрофизическими характеристиками. С помощью модели возможно осуществлять подбор МДПТ для групповых соединений с задачей минимизации перегрева приборов.

Аппаратно-программный комплекс «АДИП-МДПТ» позволяет:

1) на стадии разработки и проектирования МДПТ — уточнять величины основных электротепловых параметров и характеристик разрабатываемых приборов;

2) при серийном выпуске МДПТ — осуществлять их сплошной контроль и вести отбраковку потенциально ненадёжных приборов;

3) при изготовлении преобразователей и их эксплуатации — контролировать и подбирать МДПТ и по электротепловым параметрам и характеристикам и отбраковывать потенциально ненадёжные.

Все эти меры позволят не только существенно повысить качество и эффективность применения силовых МДПТ, но и обеспечить снижение затрат на последующее обслуживание и ремонт преобразовательной техники.

Список литературы

1. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е. Влияние температуры на параметры мощных МДП-транзисторов // Хүрэлтогоот-2011: Эрдэм шинжилгээний бага хурлын эмхэтгэл. Улаанбаатар Хот: Стартлайн, 2011. С. 48–50.

2. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е., Лебедев С. В. Метод определения и расчета вольтамперных характеристик мощных МДП-транзисторов при различных температурных режимах // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – №2-3. – С. 48–50.

3. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е. Подход к созданию электротепловой модели силовых МДП-транзисторов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – №1. – С. 69–72.

4. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е. Программа обработки электрических и тепловых характеристик силовых полупроводниковых приборов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012615726. 2012. Бюл. RU ОБПТБ № 3 (80).

5. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е. Разброс величин электротепловых параметров мощных MOSFET // Электроника и информационные технологии – 2011 выпуск 1 (10). – 2011. URL: http://fetmag.mrsu.ru/2011-1/pdf/Electro_Thermal_Parameters_Of_Power_MOSFET.pdf (дата обращения 28.01.2015) – 0421100067/0004.

6. Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е. Сравнительный анализ термочувствительных параметров мощных МДП-транзисторов // Электроника и информационные технологии – 2011 выпуск 2 (11). – 2012. URL: http://fetmag.mrsu.ru/2011-2/pdf/thermosensitive_parameters.pdf (дата обращения 10.02.2015) — 04201100067/0028.

7. Лысенков А. Е., Беспалов Н. Н. Программа расчёта вольт-амперной характеристики полевого транзистора для произвольной температуры по электротепловым параметрам // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613247. 2013. Бюл. № 2.

8. Лысенков А. Е., Беспалов Н. Н. Методика определения теплового сопротивления силовых МДП-транзисторов с индуцированным каналом // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – №3. – С. 195–197.

9. Пат. 2516609 РФ, МПК G01R31/26. Способ определения теплового сопротивления переход-корпус транзисторов с полевым управлением / Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – 2012138818/28; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.05.2014. Бюл. №14. – 12 с.: ил.

КОГНИТИВНЫЕ ТЕСТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Богатырева Ю.И., Титкин Д.А.
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого

В статье рассматривается информационная система для оценивания познавательных и интеллектуальных особенностей студентов, а так же алгоритм работы и программная реализация. Целью информационной системы является диагностика памяти, мышления, внимания у студентов с помощью когнитивных тестов.

Ключевые слова: тестирование, информационная система, когнитивные тесты, когнитивные способности.

COGNITIVE TESTS AS A TOOL FOR COGNITIVE AND EVALUATION OF INTELLIGENT SPECIALLY TRAINED

Bogatyreva Y., Titkin D.
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University

The article discusses the information system for the evaluation of cognitive and mental abilities of students, as well as the algorithm and software implementation. The purpose of the information system is the diagnosis of memory, thinking, attention to the students with the help of cognitive tests.

Keywords: testing, information system, cognitive tests, cognitive ability.

Актуальность проблемы оценки уровня развития познавательных и интеллектуальных способностей обучающихся объясняется тем, что за последние десятилетия образование приобрело инновационный характер, что стало вызывать растущее беспокойство за эффективность образовательного процесса. Тестирование, как современное средство проверки знаний у обучающихся, имеет следующие особенности:

- оперативность получения оценки;
- возможность чаще проводить контроль знаний;
- наличие моментальной обратной связи;
- объективность оценки;
- массовость.

Когнитивным тестированием называют психодиагностический метод использования стандартизированных тестовых методик выявления и количественной оценки уровня развития познавательных и интеллектуальных особенностей обучающихся [1].

Когнитивные тесты обычно составляют для диагностики памяти, мышления, внимания. Как показал анализ, в школьной и вузовской программах для итогового или текущего контроля используются тесты знаний, при проведении аттестаций и т.п., когнитивные тесты в образовательных программах используются редко. В тоже время разные когнитивные тесты выявляют разные способности. Так, для выявления скорости психической реакции, способности к запоминанию большого объема информации, механических, логических или дедуктивных способностей применяются принципиально разные подходы. Этим и обусловлено изначальное многообразие когнитивных тестов.

В ходе проведенного анализа существующих систем (Thalento, Clues и др.) для тестирования когнитивных способностей было выяснено, что их функционал и особенности работы не позволяют применять их в учебном процессе вуза.

В 2014 году на базе Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н. Толстого Титкиным Д.А. была разработана информационная система для тестирования познавательных и интеллектуальных особенностей студентов с названием «Тестирование способностей».

Целью системы является диагностика памяти, мышления, внимания у студентов с помощью когнитивных тестов. В системе предлагается пройти конкретный тест, к которому у пользователя есть доступ, после истечения времени отведенного на прохождение заданий тест автоматически завершится.

Результаты, содержащие имя тестируемого, дату и оценку, сохраняются в отчет. Для тестов различной сложности предусмотрена настройка времени тестирования. Результаты тестов сохраняются в базу данных. Учитывая все цели и задачи системы, была спроектирована база данных представленная на рис. 1.

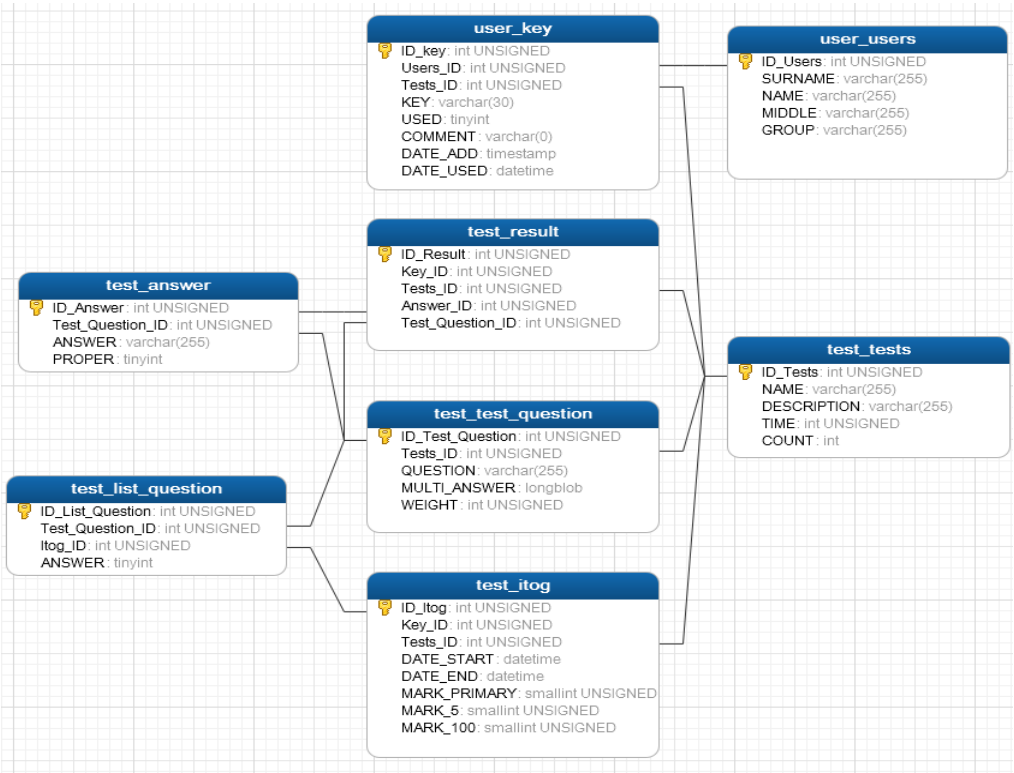


Рисунок 1 – Структура базы данных «Тестирование способностей»

Перед началом работы с системой для тестирования знаний на рабочем месте пользователю необходимо зайти на сайт программы http://titkin71.tmweb.ru/index.php (см. рис. 2).

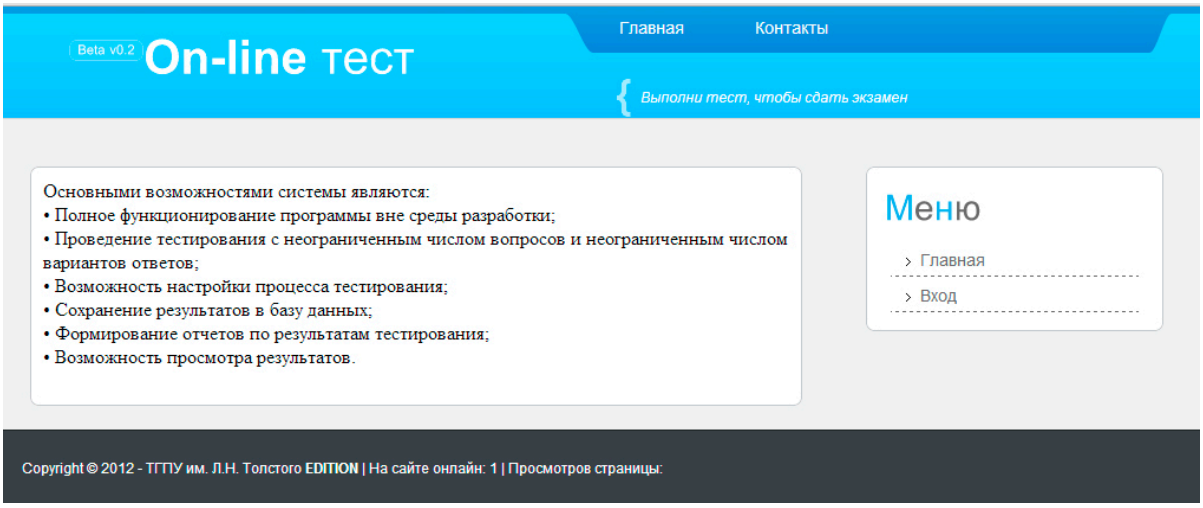


Рисунок 2 – Главная страница системы тестирования

В качестве СУБД была выбрана MySQL [2], для хранения данных использовалась система InnoDB и MyISAM. Языки программирования, на которых была решена поставленная задача - PHP, JavaScript. Основные таблицы в базе данных – таблицы тестов, ответов и вопросов на них, ключей пользователей для входа.

Вход пользователей организован с помощью одноразовых ключей для прохождения конкретного теста. Для одного и того же теста можно создавать ключи неограниченное количество раз.

Информационная система разделяется на административную и пользовательскую части. Администратор добавляет одноразовые пароли; создает, удаляет и изменяет тесты и вопросы; просматривает статистику. Пользователь проходит тестирование (рис. 3) и просматривает свои результаты.

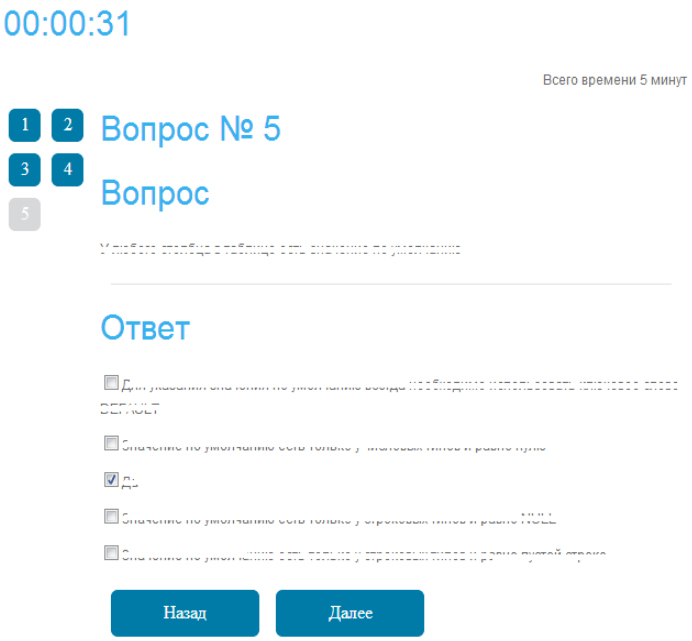


Рисунок 3 – Окно прохождения теста

Система одинаково пригодна как для когнитивного тестирования в учебных заведениях, так и для коммерческих организаций. Стоит отметить, что у разработанной

информационной системы интуитивно понятный интерфейс и с ней могут работать даже учащиеся средней и старшей школы.

Список литературы

1. Бершадский М.Е. Когнитивная образовательная технология [Электронный ресурс] URL: http://bershadskiy.ru/index/kognitivnaja_obrazovatelnaja (дата обращения 15.11.2014)
2. Веллинг, Л. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL [Текст] / Люк Веллинг, Лора Томсон. – М. : Вильямс, 2010. – 880 с.
3. Привалов, А.Н. Педагогическое сопровождение информационного самообразования будущего учителя в процессе профессиональной подготовки в вузе/ А.Н. Привалов, В.А. Романов// Информатика и образование, 2012, №1. -С.77-80.
4. Табаченко Т.С. Проблемы когнитивного обучения в педагогическом образовании [Текст] // СПО. – №2, 2007, с. 2-4.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЧЕБНОЙ ПЛАТФОРМЫ NI ELVIS II.

Богачёв К.А., Букреева Е.П.
НИУ ВШЭ
kbogachyov@hse.ru, bananklubnika@rambler.ru

В настоящее время для изучения возможностей микропроцессоров и микроконтроллеров широко используются специализированные лабораторные установки. Проектирование лабораторных стендов на основе учебной платформы NI ELVIS II позволит существенно расширить границы их функциональности.

Ключевые слова: лабораторный стенд, NI ELVIS II, микроконтроллер.

DEVELOPMENT OF LABORATORY UNIT TO EXPLORE THE MICROCONTROLLER'S POSSIBILITY BASED ON LEARNING PLATFORM NI ELVIS II

Bogachyov K.A., Bukreeva E.P.
HSE

Currently specialized laboratory units are widely used to explore the possibilities of microprocessors and microcontrollers. Designing of laboratory stands based on the learning platform NI ELVIS II will significantly expand the functionality this units.

Keywords: laboratory unit, NI ELVIS II, microcontroller.

В целях повышения качества учебного процесса широко используют различные лабораторные стенды. Основным преимуществом лабораторных стендов является наглядность. Также у студентов появляется возможность самостоятельного обучения, а также проведения учебных и научных экспериментов, построения микропроцессорной измерительной системы, проверки своих знаний на практике. Таким образом, учебные стенды позволяют повысить качество подготовки выпускников высших учебных заведений[1].

Лабораторные стенды для изучения микропроцессорной техники могут отличаться по своим функциональным возможностям. В их структуру могут входить различные средства отображения информации, в некоторых стендах присутствуют

дисплеи, иногда информация отображается при помощи световых индикаторов и т.д. Так же стенды могут различаться по способу введения данных, некоторым для работы требуются дополнительные устройства.

К особенностям подобных стендов можно отнести их функциональное оснащение «как есть», без или с минимальными возможностями модернизации или переоснащения.

Образовательная платформа ELVIS II, выпускаемая фирмой National Instruments, представляет собой универсальную прраратно-программную измерительную лабораторию, работающую под управлением программной оболочки LabVIEW.

Эта платформа удачно сочетает в себе:

- функциональный генератор сигналов;
- многоканальный цифровой осциллограф (до 16 каналов с возможностью записи сигнала);
- цифровой мультиметр;
- программируемый двухканальный источник питания;
- источники питания стандартных напряжений (+5В, +15В, -15В);
- цифровой порт ввода/вывода информации (24 бит);
- визуальный логический анализатор (8 бит);
- коммутационное поле (съемный модуль).

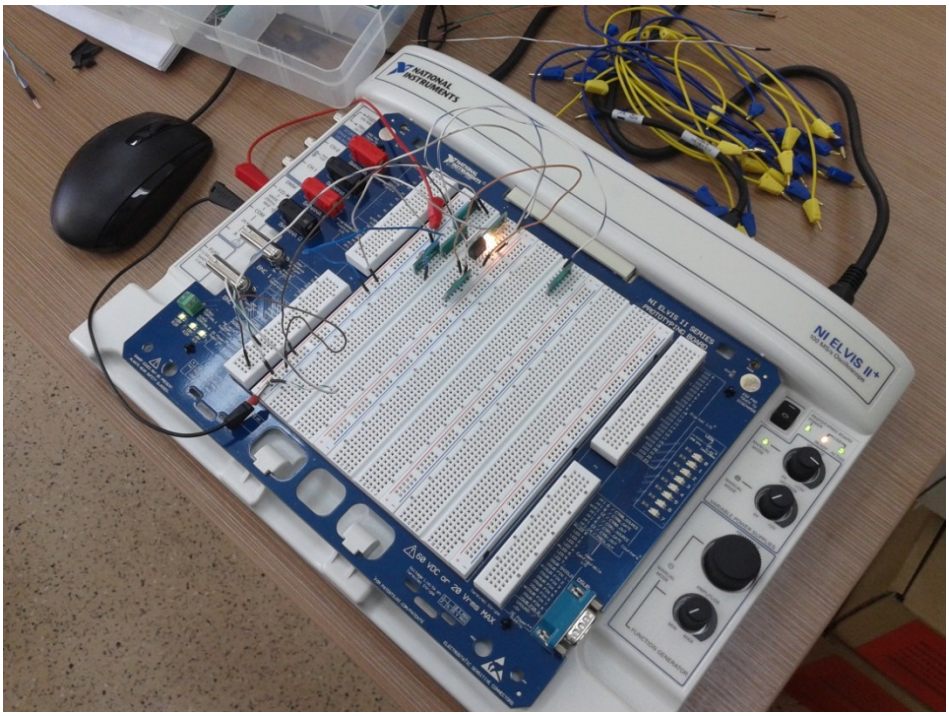


Рисунок 1 – Образовательная платформа NI ELVIS II

При разработке лабораторных стендов с использованием данной учебной платформы, необходимо только осуществить физическое и информационное согласование съемного лабораторного модуля-стенда с базовым блоком. В этом случае к стенду подключаются все вышеперечисленные устройства, которые могут использоваться в лабораторном практикуме.

Отдельного внимания заслуживает использование среды «виртуальных приборов» LabVIEW. При подключении сменного модуля (внешнего микроконтроллера) к управляющей платформе, становится возможным подключение необходимых виртуальных приборов к заданным шинам стенда. Таким образом

формируется схема лабораторной установки. В итоге создается программная управляющая оболочка лабораторной работы. К особенностям проектирования стендов для изучения микропроцессорной техники можно отнести возможность внешнего программирования микроконтроллера, установленного в макете. Для этого в сменном модуле может быть установлен внутрисхемный программатор с USB интерфейсом.

Таким образом, лабораторный стенд, разработанный с учетом указанных выше рекомендаций позволит проводить такие лабораторные работы как: разработка типовых программ обработки информации, программирование микроконтроллеров, исследование работы энергозависимой памяти, портов ввода/вывода и т.д.

Список литературы

1. Andreevskaya T. M., Bogachyov K. A. *Innovate information technologies. Prague,2014* Vol. 1. Part 1: Method of practical and laboratory studies of the circuit design disciplines using systems of mathematical and circuit simulation., 2014.

ВИРТУАЛЬНЫЙ MULTISIM-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ В КООРДИНАТАХ ВРЕМЕНИ

Дмитриев А.А., Новиков Ю.Н.
СПбПУ
denshion@mail.ru, yurniknovikov@gmail.com

Представлена методика анализа временных характеристик устройств в среде моделирования NI Multisim. Реализованы опыты, которые практически невозможно реализовать в условиях учебных лабораторий столь же наглядно и разнообразно, как в виртуальной среде – посредством Multisim-моделирования. Продемонстрирована эффективность использования NI Multisim для освоения учебного материала. Результаты могут быть внедрены как в лабораторных практикумах, так и на лекциях.

Ключевые слова: Временное описание цепей, переходная и импульсная характеристики, переходный процесс, виртуальный практикум, NI Multisim.

VIRTUAL MULTISIM-ANALYSIS OF ELECTRONIC CIRCUITS IN TIME DOMAIN

Dmitriev A. A., Novikov Yu. N.
SPbSTU

A method for analysis of electronic device time behavior in NI Multisim is introduced. Experiments, practically impossible to carry out using university equipment as clearly and variously as in Multisim virtual laboratory, are implemented. Effectiveness of using Multisim for explaining the teaching materials is demonstrated. Results are possible to embed into the laboratory workshop as well as into lectures for demonstration of circuit analysis methods.

Keywords: Circuit time behavior, step response, impulse response, NI Multisim.

Постановка задачи. Анализ свойств цепей во временной области

Изучение свойств электронных цепей во временной области посредством анализа переходных и импульсных характеристик – базовые основы теории цепей и практической электроники. Однако, изучая фильтры, главное внимание уделяют анализу свойств в частотной области, что обусловлено их назначением. Программы лабораторных практикумов обычно также ограничивают снятием только частотных характеристик. Но временное представление – полноценная альтернатива частотному, поэтому с позиций методики важно уделять соответствующее внимание анализу

временных характеристик цепей – переходных или импульсных. Это важно и с практических позиций: временные характеристики необходимы для применения интегралов Дюамеля, суперпозиции в задачах преобразования сигналов.

Ставится задача, опираясь на средства среды Multisim, предложить методику виртуального анализа фильтрующих цепей в координатах времени и выстроить практикум с более широкими возможностями по анализу процессов и варьированию параметров, нежели в обычной учебной лаборатории. Программа Multisim располагает инструментами временного анализа пригодными для моделирования аппаратурных измерений. Идейная связь виртуальных и реальных исследований важна при постановке университетских лабораторных практикумов.

В лаборатории осциллограмму переходной характеристики *h(t)* можно получить, действуя на цепь периодическим прямоугольным напряжением [1]. На выходе цепи получаем отклики на чередующиеся ступенчатые скачки. Импульсную характеристику цепи *k(t)* можно понимать как предел, к которому стремятся отклики цепи на входные импульсы единичной площади, когда их длительность стремится к нулю. Если в ходе измерений последовательно уменьшать длительность импульса, увеличивая при этом высоту, – так, чтобы площадь не менялась, – начиная с некоторого опыта, цепь перестанет реагировать на эволюцию параметров импульса. И тогда отклик цепи допустимо считать импульсной характеристикой [2].

Далее в качестве объекта исследования выбран активный фильтр нижних частот (АФНЧ) второго порядка с положительной обратной связью [2]. Роль активного элемента в нём выполняет управляемый источник ЭДС с параметром μ, при определённых значениях которого АЧХ имеет оптимизацию по Чебышеву [2]. Схема интересна тем, что коэффициент усиления можно изменять вплоть до вырождения фильтра нижних частот в полосовой.

Виртуальный анализ временных характеристик активного фильтра

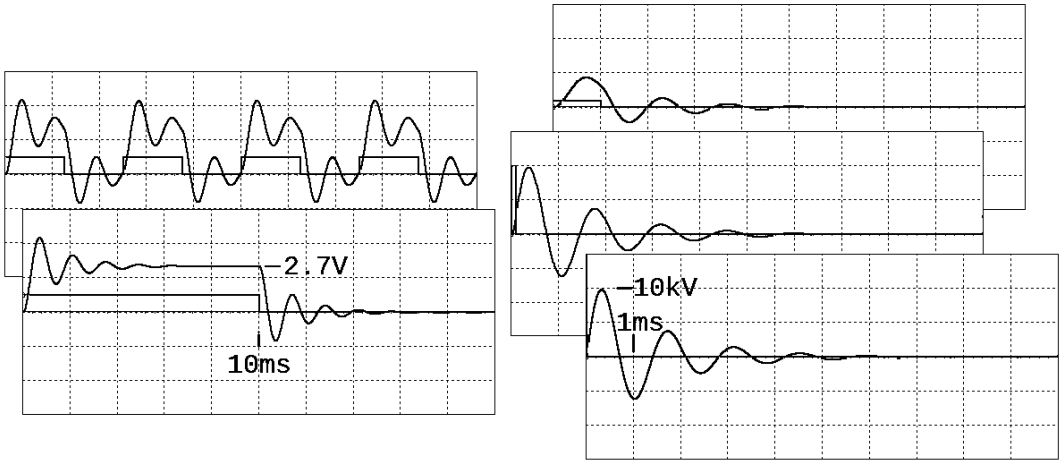
Формулу для переходной характеристики АФНЧ можно получить из системы дифференциальных уравнений для переменных системы. Решение, отвечающее реакции на функцию Хевисайда, даёт переходную характеристику. При $1 < \mu < 5$ она такова: $\boldsymbol{h(t) = \mu\left(1 - \exp(\omega_0 t \cdot (\mu-3)/2)\cos\left(\omega_0 t \cdot \sqrt{(\mu-1)(5-\mu)}/2\right)\right)}$.

Постановка виртуального Multisim-эксперимента сводилась к подаче на вход АФ с параметрами R = 2.2 кОм, C = 100 нФ, μ = 2.7 прямоугольного напряжения. Для наблюдений использовался осциллограф. Данные собирались в файле формата scp, который содержит отсчеты времени и значения уровней каналов A и B осциллографа [3]. Период колебаний изначально был выбран весьма малым (для наглядности), затем постепенно увеличивался. На рис. 1, а показаны осциллограммы первого и последнего опытов. Сравнивая результаты моделирования с теоретической кривой, можем констатировать: итогом наблюдений явилась именно переходная характеристика.

Импульсную характеристику АФНЧ находим дифференцированием *h(t)*:

$$\boldsymbol{k(t) = -\omega_0\mu\exp(\omega_0 t \cdot (\mu-3)/2)\cos(\omega_0 t \cdot \sqrt{(\mu-1)(5-\mu)}/2 + \arccos((\mu-3)/2))}$$

Чтобы увидеть импульсную характеристику, включим на входе АФ генератор последовательности узких прямоугольных импульсов. Изначально период колебаний установим таким же, как и ранее в последнем опыте, но ширину импульса τ зададим существенно меньшей периода. Далее последовательно уменьшаем τ на порядок и соответственно увеличиваем высоту импульса (как $1/\tau$).



а *б*

Рисунок 1 - Осциллограммы переходных (а) и импульсных (б) характеристик

На рис. 1, б показаны осциллограммы трех опытов для АФ с параметрами R = 2.2 кОм, C = 100 нФ, μ = 2.7. Период последовательности импульсов: 10 мс. Выполнив серию опытов, устанавливаем, что при $\tau \le 10$ мкс реакция цепи перестает отражать изменения длительности импульсов, и, как следствие, демонстрирует импульсную характеристику цепи. Это подтверждает детальный анализ – данные моделирования легли на теоретическую кривую импульсной характеристики.

Для цепи с иными параметрами «граничное» значение ширины импульса будет другим. Так для АФ с параметрами R = 1 кОм, C = 750 пФ, μ = 2.95 осциллограммы демонстрируют импульсную характеристику при $\tau \le 100$ нс.

Анализ импульсной характеристики инструментом Transient Analysis

Инструментальные возможности Multisim весьма разнообразны, и, формируя виртуальный лабораторный практикум, целесообразно включать в набор инструментов временного анализа Multisim-функцию Transient Analysis. Визуальная связь с реальными измерениями становится менее наглядной (отсутствует осциллограф), однако для подробного научного анализа Transient Analysis предпочтительней.

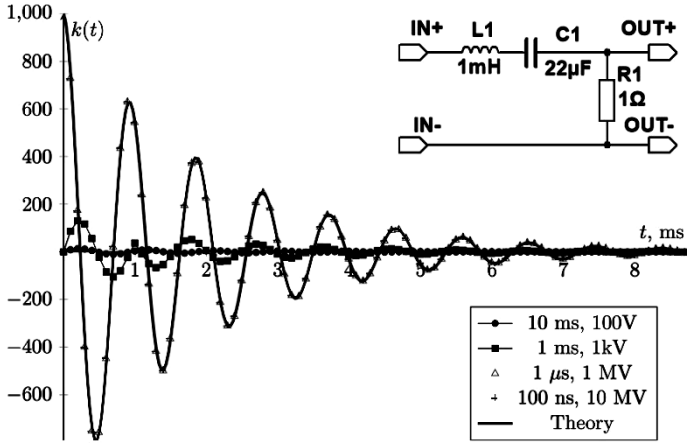


Рисунок 2 - Осциллограммы выходного напряжения для разных входных импульсов

Применение Transient Analysis для снятия импульсной характеристики колебательного контура иллюстрирует рис. 2. Анализируя результаты серии опытов, видим: графики напряжений последних опытов практически сливаются и ложатся на теоретическую кривую импульсной характеристики. Отметим: в последнем опыте имитировалась подача на вход контура импульса шириной 100 нс и амплитудой 10 МВ.

Заключение

Показано, что в среде Multisim удается адекватно моделировать опыты снятия переходных и импульсных характеристик цепей. Варьируя условия виртуальных опытов, можно подробно анализировать временные характеристики цепей в ситуациях, которые не всегда удается реализовать в лабораториях. Пример: импульсная характеристика АФ с параметрами R = 1 кОм, C = 750 пФ, μ = 2.95. Чтобы ее получить, пришлось бы подать на вход цепи импульс амплитудой 10 мегавольт.

Важно, что методику виртуального Multisim-практикума можно воспроизвести в учебной лаборатории. Тем самым повышается эффективность лабораторных занятий – к ним можно тщательно подготовиться, выполнив на компьютере серию опытов.

Список литературы

1. Ю. Н. Новиков. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях. Учеб. Пособие. СПб.: Лань, 2011.
2. У. Титце, К. Шенк Полупроводниковая схемотехника: Учебник-справочник-энциклопедия. 12-е издание. Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 942 с.
3. NI Multisim User Manual. – http://www.ni.com/pdf/manuals/374483d.pdf.

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКУМА ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

Жуков А.А.
Национальный исследовательский Томский государственный университет
gyk@mail.tsu.ru

Изложена структура электронного учебного курса «Радиоэлектроника. Практикум». Курс реализован в системе Moodle и используется в учебном процессе для организации аудиторной и самостоятельной работы студентов радиофизического факультета Томского государственного университета. Для технического обеспечения курса используется программно-аппаратная платформа NI ELVIS II+.

Ключевые слова: электронный учебный курс, Moodle, Multisim, NI ELVIS II+.

INFORMATION AND TECHNICAL SUPPORT PRACTICAL WORK ON LEARNING COOURSE "RADIOELECTRONICS"

Zhukov A.A.
National Research Tomsk State University

The structure of e-learning course "Radioelectronics. Practical work" is described. The course is used for training students of Radiophysics Faculty of Tomsk State University.

Keywords: e-learning course, Moodle, Multisim, NI ELVIS II+

Электронный учебный курс «Радиоэлектроника. Практикум» предназначен для информационной поддержки практических занятий по курсу «Радиоэлектроника», читаемого студентам радиофизического факультета Томского государственного университета.

Курс предназначен для базовой подготовки студентов в области моделирования, экспериментального исследования и применения аналоговых сигналов и устройств, а также эффективного использования современных компьютерных средств схемотехнического моделирования и натурного макетирования радиоэлектронных схем и устройств.

Задачи курса:

– знакомство студентов с элементной базой радиоэлектроники;

– освоение основных методов анализа сигналов и схем;

– изучение современных программных средств схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств;

– изучение современных аппаратных и программных средств экспериментального исследования радиоэлектронных схем.

Электронный учебный курс реализован в системе дистанционного обучения Moodle [1] (официальный сайт системы: www.moodle.org) и размещен на образовательном сервере радиофизического факультета ТГУ (http://info.rff.tsu.ru).

Система Moodle позволяет размещать по изучаемому курсу различные материалы для самостоятельного изучения и контроля знаний: текстовые, видео-файлы, презентации и web-страницы, тесты, задания, опросы. Кроме этого, система может быть дополнена различными модулями, расширяющими ее функциональные возможности [2].

На радиофизическом факультете ТГУ в системе Moodle подготовлен и активно используется в учебном процессе целый набор потоковых и специальных курсов [3-8]. Каждый студент факультета имеет возможность доступа к этой системе электронного обучения, как из учебных аудиторий, так и с любого компьютера, подключенного к сети Internet.

Электронный курс включает в себя теоретический материал, тестовый модуль, комплект практических заданий. Фрагмент главной страницы разработанного ресурса показан на рис. 1.

Теоретические материалы по курсу включают методические указания по работе с программой схемотехнического моделирования Multisim 12, методические указания по работе с комплектом виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+, теоретические материалы к практическим занятиям, а также видео материалы по работе с измерительными приборами NI ELVIS II+.

Тестовый модуль содержит банк контрольных вопросов по основам работы с измерительными приборами. В тестах используются три вида вопросов: вопросы с одним правильным ответом, вопросы с несколькими правильными ответами, вопросы на соответствие.

По курсу предусмотрено 8 тем практических занятий:

– Закон Ома. Последовательное и параллельное соединение резисторов.

– Законы Кирхгофа. Делитель напряжения.

– Сигналы. Временное представление.

– Сигналы. Амплитудная и частотная модуляция.

– Сигналы. Спектральный анализ.

– Понятие импеданса. Анализатор импеданса.

– Анализ линейных цепей.

– Нелинейные элементы и их характеристики.

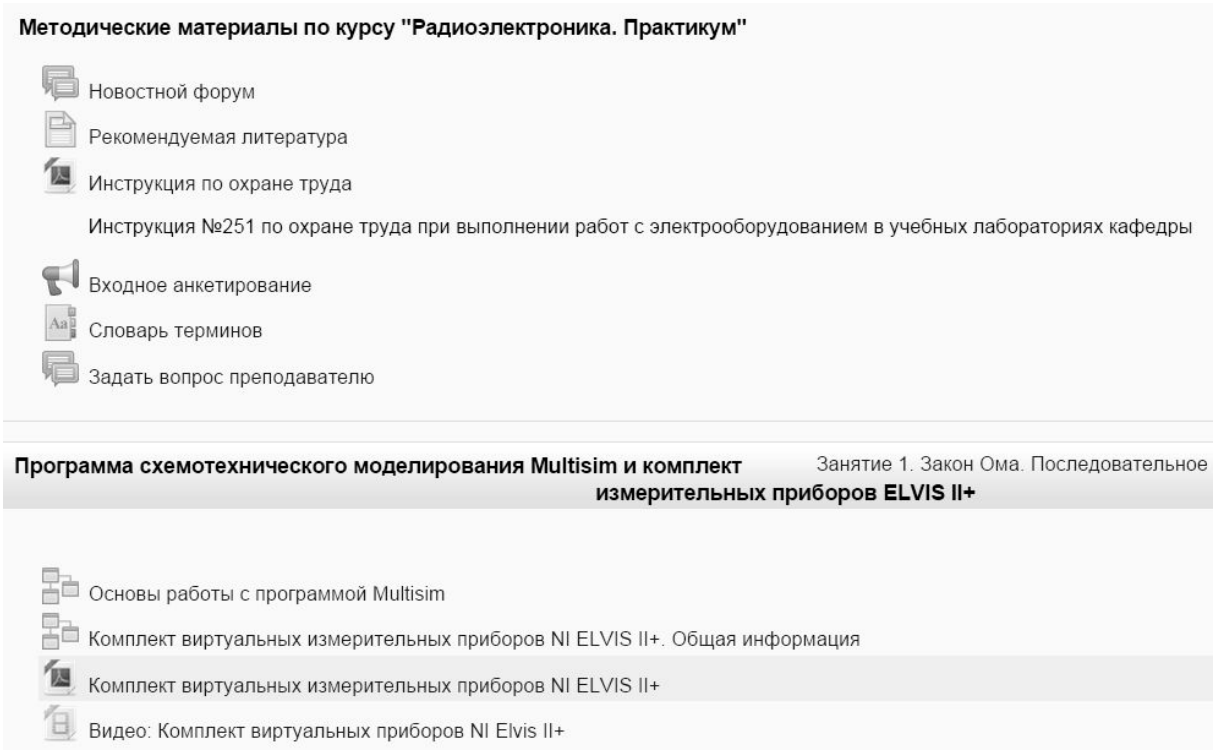


Рисунок 1 – Фрагмент главной страницы электронного курса «Радиоэлектроника. Практикум»

Каждое занятие предусматривает 12-15 вариантов заданий, внеаудиторную подготовку к занятию, компьютерное математическое и/или схемотехническое моделирование и проведение натурного эксперимента с использованием комплекта приборов NI ELVIS II+.

После выполнения заданий по каждому занятию студенты на компьютере создают отчеты и в рамках электронного курса отправляют их на проверку преподавателю. Результаты работы оцениваются. Оценки доступны студентам для просмотра. В рамках электронного ресурса средствами СДО Moodle ведется журнал текущей успеваемости, в который автоматически заносятся оценки студентов по лабораторным работам и тестам. Это позволяет оценить работу студентов в семестре и упрощает оценку их знаний на зачете.

В разработанном комплексе предусмотрено анонимное анкетирование. В анкете студентам предлагается ответить на ряд вопросов по организации курса и высказать свое мнение о нем.

Разработанный электронный курс позволяет значительно повысить эффективность самостоятельной работы студентов.

Полученные знания и навыки в процессе выполнения практикума позволяют студентам подготовиться к выполнению комплекса лабораторных работ по курсу «Радиоэлектроника» [9].

Список литературы

1. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие.– Харьков: ХНАГХ, 2009. – 292 с.

2. Булахов Н.Г. Организация видеоконференций для образовательного процесса // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 133–135.

3. Вячистая Ю.В. Использование виртуальной обучающей среды в рамках специализированных физических учебных курсов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 8/3. – С. 225–226.

4. Дунаевский Г.Е., Абдрашитов Ф.Р., Дейкова Г.М. и др. Использование СДО Moodle для организации самостоятельной работы студентов при изучении радиотехнических дисциплин // Изв. вузов. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9/3. – С. 289–290.

5. Жуков А.А., Дейкова Г.М., Ващенко Д.А. и др. Опыт использования комплекта виртуальных измерительных приборов NI Elvis II+ в лабораторном практикуме по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» // Изв. вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 8/3. – С. 231–232.

6. Жуков А.А., Дейкова Г.М. Роль информационных технологий в реализации компетентностного подхода при изучении радиотехнических дисциплин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 127–129.

7. Жуков А.А., Дейкова Г.М. Информационное и методическое обеспечение курса «Схемотехника аналоговых электронных устройств» // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 124–126.

8. Маслова Ю.В., Коханенко А.П. Использование электронного тестирующего модуля в системе Moodle для развития необходимых компетенций у студентов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 156–158.

9. Дейкова Г.М., Журавлев В.А., Майдановский А.С. и др. Основы радиоэлектроники: Компьютерный лабораторный практикум / Под ред. А.С. Майдановского. - Томск: Изд-во НТЛ, 2006. - 216 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ORACLE VIRTUALBOX И СРЕДЫ LABVIEW В РЕЖИМЕ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ СТЕНДУ

Загидуллин Р.Ш. [1]
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
361zag@post.ru, zag@bmstu.ru

В докладе рассмотрена методика построения интегрированных решений для проведения дистанционного лабораторных исследований. Представлены вопросы организации сетевых подключений удалённых пользователей, технологий управления и мониторинга лабораторного оборудования, повышения эффективности загрузки компьютеров и использовании исполняемых файлов на удаленных компьютерах без установки на них среды LabVIEW .

Ключевые слова: удаленный доступ, мониторинг поведения объекта, виртуальные машины, испытания аппаратуры

USE OF VIRTUAL CARS ORACLE VIRTUALBOX AND LABVIEW ENVIRONMENT IN THE MODE OF REMOTE ACCESS TO THE EXPERIMENTAL STAND

Zagidullin R.S.[1],
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

In the report the technique of construction of integrated solutions for carrying out remote laboratory researches is considered. Questions of the organisation of network connections of remote users, technologies of management and monitoring of the labware, increase of efficiency of loading of computers and use of executed files on remote computers

without installation on them LabVIEW environments are presented.

Keywords: remote access, monitoring of behavior of object, virtual cars, equipment tests

1. Постановка задачи

Проведение экспериментальных работ с использованием среды LabVIEW позволяет реализовать как локальный, так и удаленный доступ к стендам. Но при этом, в любом варианте, существует ограничение для пользователей – пользователь монопольно занимает лабораторный стенд на все время проведения работы. То есть при ограничении числа компьютеров в лабораторном зале, существуют ограничения и на число работающих одновременно пользователей.

Работа посвящена созданию решения, в котором, для расширения возможностей удаленной лабораторной работы на компьютере лаборатории устанавливается программное обеспечение VirtualBox for Windows а на виртуальную машину которого либо полностью размещается система LabVIEW, либо лишь RunTime соответствующей версии и исполняемый файл.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 2011 обеспечения проведения экспериментальных работ. Для реализации системы была использована платформа ELVIS II, myDAQ. Компьютер входил в локальную сеть лаборатории и имел выход в Интернет через роутер D-Link DI-808HV.

3. Описание решения

Машина, на которой развертывалось решение – Intel® Pentium(K) 4 CPU 3.20GHz, с установленной памятью 4.00 ГБ, 32-разрядная операционная система. В качестве решения для проведения лабораторных работ использовалась Виртуальная машина VirtualBox Версии 4.2.12.

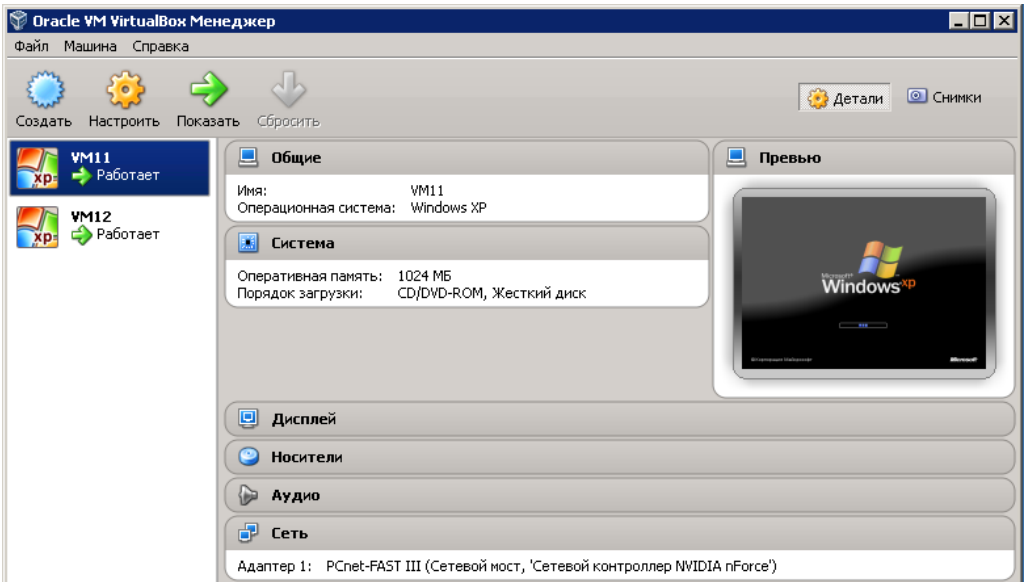


Рисунок 1 – Сведения о размещенных двух виртуальных машинах

При разворачивании полноценной среды LabVIEW на компьютере можно было установить в разных варианта до 3 виртуальных машин. Они использовались для обслуживания 2 платформ ELVIS II и встроенных решения с использованием программы проведения практикумов как удаленного, так и локального доступа.

Поскольку система выдавала для каждой машины свои IP адреса, то на одной машине реально обеспечивать работу до 4 студентов одновременно в режиме удаленного доступа. Увеличение числа виртуальных машин свыше 5 приводило к замедлению отклика программы для пользователя и реально приходилось ограничивать число одновременно работающих виртуальных машин только тремя виртуальными машинами.

Ниже показаны лицевые панели для проведения лабораторных работ в режим с аппаратным решением для исследования характеристик полупроводникового диода.

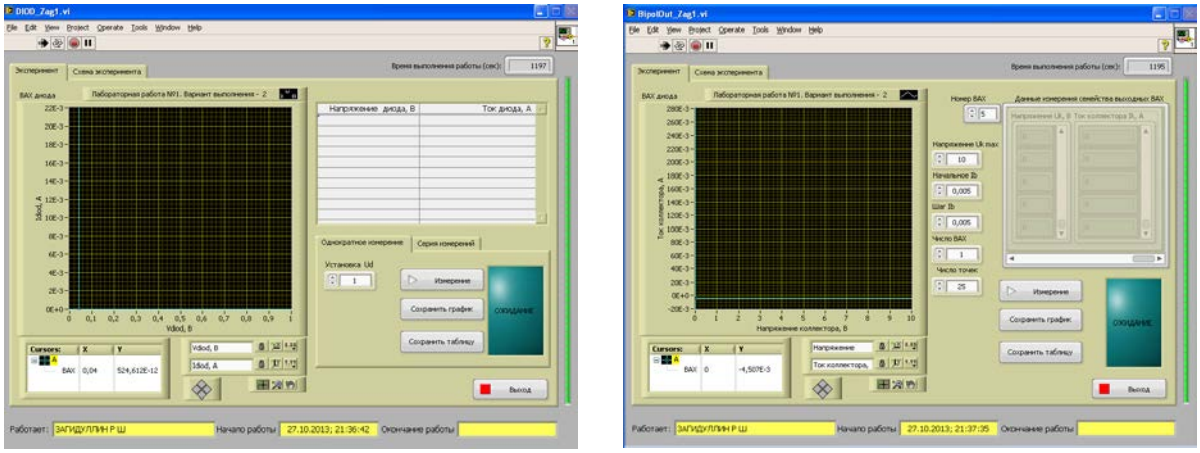


Рисунок 2 – Лицевые панели виртуальных приборов лабораторного практикума

Второй вариант определяется подготовкой исполняемых файлов на компьютере лабораторного стенда и определённой их настройке для правильного функционирования на удаленном компьютере.

Решение поставленной задачи обеспечивается последовательностью шагов на удаленном компьютере:

1. Либо до создания VI, либо уже после создания этого VI создаётся LabVIEW проект
2. В него включаются файлы VI, требуемые для решения задачи.
3. Далее формируется Web страница для VI: • Tools > Web Publishing Tool...
4. Конфигурировать решение можно и в варианте Viewing Mode, и как Embedded Snapshot или Monitor
5. В случае необходимости можно отредактировать элементы Document title; Header; Footer, далее нажимается экранная кнопка Next.
6. Полученный HTML документ будет сохранен в папке заданной по умолчанию, например такой (c:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2011\www\),

Файл инициализации программы должен быть модифицирован с указанием на возможность его использования в режиме удаленного доступа:

Summa.ini

```
[Summa]
server.app.propertiesEnabled=True
server.ole.enabled=True
server.tcp.serviceName="My Computer/VI Server"
server.vi.propertiesEnabled=True
WebServer.Enabled=True
WebServer.TcpAccess="c+*"
WebServer.ViAccess="+*"
DebugServerEnabled=False
DebugServerWaitOnLaunch=False
WebSerwer.Enabled=True
```

Сделав все это можно скопировать полученные файлы проекта исполняемого модуля в выбранную на удалённом компьютере папку. Примечание: на удалённом компьютере должно быть установлено приложение LabVIEW Run-Time Engine, версия которого должна соответствовать версии, используемой при формировании исполняемого приложения.

Файл nlwebserver.conf предназначен для доступа к новых функциональным возможностям, определяемых web сервером LabVIEW, в версии выше LabVIEW 8.6.

Для решения задачи удаленного управления, после копирования папки с исполняемым файлом и вспомогательной папкой Data, на удаленный компьютер, необходимо открыть файл nlwebserver.conf на нем в текстовом редакторе и модифицировать его.

```
#
# Directives that apply to the default
#
ServerName LabVIEW
DocumentRoot "/wwwBMSTU2011_528_public"
Timeout 60
AddHandler LVAuthHandler
AddHandler LVSnapshotHandler .snap
AddHandler LVRFPHandler
AddHandler dirHandler
AddHandler copyHandler
DirectoryIndex index.html
KeepAlive on
KeepAliveTimeout 60
```

```
#
# Directives that apply to the default
#
ServerName LabVIEW
DocumentRoot "d:\Summa_Exe\data\"
Timeout 60
AddHandler LVAuthHandler
AddHandler LVSnapshotHandler .snap
AddHandler LVRFPHandler
AddHandler dirHandler
AddHandler copyHandler
DirectoryIndex index.html
KeepAlive on
KeepAliveTimeout 60
```

Во втором разделе с меткой Directives that apply to the default server имеется тэг DocumentRoot. В нем необходимо заменить значение по умолчанию

c:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2011\www\

или переназначенным

c:\wwwBMSTU2011_528_public\

на новое значение, которое укажет место HTML файла, например, (d:\Summa_Exe\data\) при нахождении исполняемого файла в папке (d:\Summa_Exe\Summa.exe). Желательно, чтобы в пути не было бы кириллицы и пробелов, и нельзя *включать имя HTML файла в путь*.

После этого можно запустить на удаленном компьютере приложение на выполнение. Примечание: запуск приложения на удаленном компьютере предполагает полностью закрытую среду LabVIEW на локальном компьютере. Проверку правильности работы полученного решения можно провести и на локальном компьютере. Для этого запускается исполняемый файл, а в адресной строке вводится адрес локального компьютера.

Для доступа к исполняемому файлу на удаленной машине необходимо открыть Web-браузер на локальном компьютере (компьютере клиента) и указать URL удаленного компьютера (http://zagfut:8000/summa.html). Кроме этого надо проверить, что фаервол разрешает доступ к порту, который определяет LabVIEW Web server, в рассмотренном примере это порт 8000

4. Внедрение и его перспективы

Разработанная решение внедрено в учебный процесс МГТУ им. Н.Э. Баумана, оно позволило значительно расширить возможности лаборатории при проведении занятий в режиме удаленного доступа к стенда на уникальном и дорогом оборудовании.

Список литературы

1. Р.Ш. Загидуллин, В.В. Новиков. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА Седьмая научно-практическая конференция “Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments”, с. 394-400.

2. Загидуллин Р.Ш. Антипов В.Ю. ОБЪЕДИНЕНИЕ LABVIEW 2009 И MOODLE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УДАЛЁННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА ОБОРУДОВАНИИ NI PXI. Инженерные, научные и образовательные приложении на базе технологии National Instruments — 2011: Сборник трудов X международной научно-практической конференции. Москва 8-9 декабря 2011 г. — М.: ДМК-пресс, 2011, страницы 309-310.

3. Гультяев А. К. Виртуальные машины: несколько компьютеров в одном (+CD). — СПб.: Питер,2006 —224 с: ил.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РАВНОТОЧНОСТИ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТОДОМ ДИСПЕРСИОННОГО ОТНОШЕНИЯ ФИШЕРА

Иванов Е. Б.
НИУ ВШЭ
ebivanov@edu.hse.ru

В данной работе исследуется оценка равноточности рядов наблюдений методом дисперсионного отношения Фишера, которая заключается в сравнение дисперсионного отношения рядов с критической областью. Данный метод реализован в виде программного компонента в среде графического программирования LabVIEW. Программный компонент после определенных вычислений выдает сообщение с результатом анализа. Данный анализ, в дальнейшем при желании пользователя, можно сохранить в html отчете.

Ключевые слова: labview, дисперсионное отношение, равноточность рядов.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPONENT FOR MAKING COMPARISONS BETWEEN SETS OF DATA BY ANALYSIS OF VARIANCE

Ivanov E. B.
HSE

This article is about F-test. The F-test is designed to test if two sets of data are equal. It does this by comparing the ratio of two variances. So, if the variances are equal, the ratio of sets of date will be equal. This method is implemented as a software component in the graphical programming environment LabVIEW. Software component displays a message analysis result after some calculations. If user want, this analysis can be saved in html report.

Keywords: labview, analysis of variance, F-test.

Введение. Краткое описание среды разработки NI Labview.

В данной работе, разработка программного компонента для оценки равноточности рядов, осуществлялась с помощью среды разработки LabVIEW. LabVIEW представляет собой высокоэффективную среду графического программирования, в которой можно создавать гибкие и масштабируемые приложения измерений, управления и тестирования с минимальными временными и денежными затратами.

Теоретическое описание реализуемого алгоритма обработки.

Если обработке подлежат ряды измерений, выполненные в разных условиях или разными операторами или в разное время, то для оценки действительного значения измеряемой величины необходимо проверить их на равноточность.[1]

Для проверки гипотезы равноточности двух рядов, состоящих из результатов измерений, вычисляют эмпирические дисперсии для каждого ряда S_1 и S_2 по формуле (1)

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_i}(x_i - \overline{X})^2}{n_1 - 1}} \quad (1)$$

Затем находят дисперсионное отношение F по формуле (2), которое составляется так, чтобы $S_1 > S_2$.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (2)$$

Измерения считаются неравноточными, если F попадает в критическую область, т.е. $F > F_q$.

Значение F_q для различных уровней значимости q и степеней свободы $k_1 = n_1 - 1$ и $k_2 = n_2 - 1$ берутся из таблицы критерия Фишера или вычисляются аппроксимирующим уравнением.[1]

Графический интерфейс пользователя.

Графический интерфейс данного программного компонента можно увидеть на Рисунке 1.Тумблеры «транспонирование ряда» отвечают за транспонирование данных, если тумблер находится в положении слева, то транспонирование отключено, если справа, то включено. В графе «Путь к файлу ряда» указывается адрес расположения файла с данными. Кнопка «получить данные ряда» заносит данные из файла в массив и график. Кнопки «Рассчитать дисперсию» используют для вычисления дисперсии по данным, которые указал пользователь. Уровень значимости q задается пользователем от 0 до 1 для вычисления критической области, которая производится после нажатии кнопки «Рассчитать критическую область». При нажатии кнопки «Рассчитать дисперсионное отношение высчитывается дисперсионное отношение, и выводится сообщение, в котором пользователю сообщается о результате анализа.

Алгоритм функционирования программного компонента.

Диалоговый режим программы осуществляется за счет компонента Case Event, который позволяет при нажатии кнопок вызывать привязанные к ним события. В графе «оператор», пользователь заносит свою фамилию и инициалы, для дальнейшего занесения данных в отчет. В элементах «путь к файлу ряда» указывается адреса файлов с данными, которые в дальнейшем будет обрабатываться программой. Если необходимо транспонировать массив с данными, на панели пользователя есть специальный тумблер «транспонирование ряда», который отвечает за данную функцию.

При нажатии кнопок «Получить данные ряда», данные файлов, которые были указаны в элементах «Путь к файлу ряда», перемещаются в массивы данных «Ряд 1» и «Ряд 2», кроме того данные появляются на графике «График рядов» в виде кривых. При нажатии кнопок «Рассчитать дисперсию ряда» данные массивов переходят в функцию «Standard deviation and varience», где при помощи формулы (1) , функция рассчитывает дисперсию ряда и выводит результирующие данные, которые в дальнейшем отправляются в графу «Дисперсия ряда»[2].

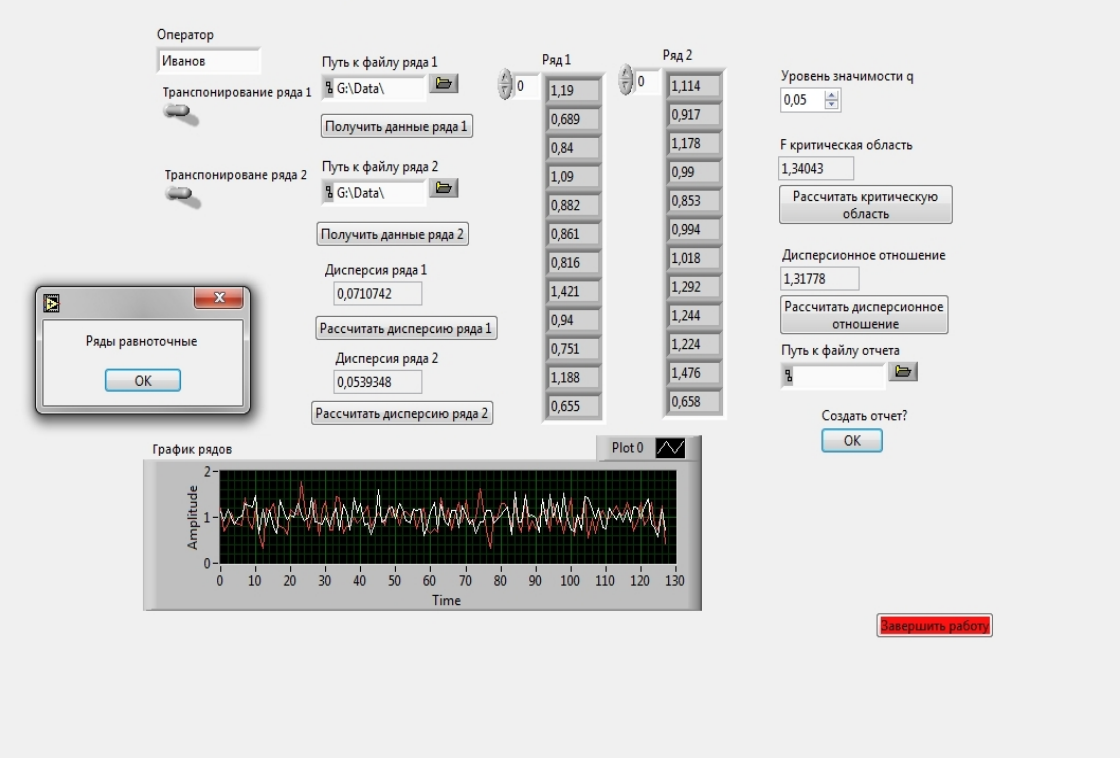


Рисунок 1 – Графический интерфейс пользователя

В поле «Уровень значимости q» пользователь может задать уровень значимости от 0 до 1.Далее при нажатии кнопки «Рассчитать критическую область» данные из поля «Уровень значимости q» переходят вместе с данными о степенях свободы массивов в функцию «Inv F distribution»[2]. Степени свободы массивов вводятся в функцию в зависимости от величины дисперсии. Если первая дисперсия больше второй, то первой в функцию вводится степень свободы первого массива. При нажатии кнопки «Рассчитать дисперсионное отношение» наибольшее значение дисперсии делится на наименьшее, и сравнивается с критической областью. После чего на экране пользователя появляется сообщение о результате анализа.

При нажатии кнопки «Создать отчет?» в указанный файл, который пользователь выбирает с помощью поля «Путь к файлу отчета», сохраняются все данные, которые были получены в ходе выполнения программы в виде html отчета.

Заключение. Итоги выполненной работы.

На основе изучения работ отечественных и зарубежных авторов, был найден теоретический подход к рассматриваемому в публикации методу сравнения равноточности рядов, который в дальнейшем был реализован в среде графического программирования LabVIEW. Результаты апробации программного компонента (Рисунок 1) показывают, что программа реализована верно, и соответствует решению задачи в данной работе.

Список литературы

1. Я.М.Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И.Лактионов Метрология, стандартизация и сертификация - М.: Высшая школа 2004.- 767 с.

2. Джеффри Тревис LabVIEW для всех Пер. с англ. Клушин Н. А. ~ М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. - 544 с.

О ЗАДАЧЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В КОНВЕРГЕНТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА

Клепиков А.К., Привалов А.Н.
ФГБОУ ВПО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»
Don-klepikov@yandex.ru, privalov.61@mail.ru

Рассмотрена конвергентная вычислительная среда Вуза, в математическом виде сформулирована задача оптимизации вычислительных процессов происходящих в конвергентной вычислительной сети.

Ключевые слова: конвергентная среда, вычислительная сеть, конвергенция, распределение ресурсов.

ABOUT RESOURCE ALLOCATION PROBLEMS IN A CONVERGED ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY COMPUTING

Klepikov A.K., Privalov A.N.
FGBOU VPO «TSPU them. L. N. Tolstoy»

Considered converged computing environment of the university, in a mathematical optimization problem is formulated as a computational processes occurring in a converged network connection.

Keywords: a converged environment, computer network convergence, the allocation of resources.

Конвергенция – одна из основных тенденций в информационных технологиях, которая позволяет совместно использовать новые и существующие технологии, объединяя вычислительные сети Вуза совместно с «облачными» ресурсами. Конвергентные протоколы, конвергентные сети и, наконец, конвергентная инфраструктура делают возможным реализацию модели адаптивной информационной системы в виде легко масштабируемого пула ресурсов, разделяемого многими приложениями и управляемого как сервис [3].

Для конвергентной среде наиболее эффективными приложениями являются приложения построенные с использованием клиент-серверной архитектурой. К таким приложениям могут быть отнесены системы проектирования и визуализации, системы проведения виртуальных физических экспериментов, системы для проведения работ в рамках параллельного программирования. В соответствии с требованиями по обработке, передаче и хранению данных, «облачная» структура может быть интегрирована в состав конвергентной сети путем подключения публичного, частного или гибридного «облака». Преимущества использования конвергентной сети представляются не только в повышении вычислительной мощности сети Вуза но также позволяют Вузу получить в распоряжение сегмент сети, позволяющий выполнять операции с хранимыми в долговременной памяти компьютеров данных на скорости свыше 10 Гбит/с.

Важным элементом в конвергентной сети является программное или аппаратное устройство, позволяющее производить распределение вычислительной нагрузки между вычислительными серверами Вуза и «облачными» вычислительными серверами. Использование подобного класса устройств как распределители (балансировщики) нагрузки подразумевает оптимизацию вычислительных процессов происходящих в конвергентных вычислительных сетях. В данной статье будет рассмотрен программный способ распределения нагрузки, как наиболее предпочтительный с точки зрения простоты интеграции и последующей эксплуатации

конвергентной вычислительной сети. Распределитель нагрузки помимо задачи распределения данных также выполняет задачи по:

− распараллеливанию вычислительных процессов. Клиентские рабочие машины, на которых пользователи сети производят операции с системой, должны работать параллельно с системами обслуживания и обработки данных;

− саморегуляции внутренних процессов. Реакцией на внешние явления является запуск механизмов саморегуляции системы, позволяющие вносить корректировки в хранящиеся в базах данных (БД) значения, что отражается на ходе проведения текущей операции [1].

Одной из задач, возникающей при проектировании, разработке и эксплуатации конвергентных вычислительных сетей, является задача повышения эффективности функционирования вычислительных процессов, происходящих в сети. Для её разрешения предлагается подход, основанный на представлении информационного взаимодействия в конвергентной вычислительной сети как совокупности взаимодействий пользователей (клиентских машин, вычислительных серверов) с системой. С формальной точки зрения любое такое взаимодействие можно отобразить в виде последовательности этапов передачи и обработки информации [3].

Для сложных систем, к каким относится конвергентная вычислительная сеть, практически невозможно выделить единственный показатель эффективности, позволяющий охарактеризовать все интересующие пользователей аспекты функционирования системы. Поэтому рассматривают некоторую совокупность показателей эффективности, каждый из которых характеризует степень достижения системой некоторой частной цели. При этом частные цели и соответствующие показатели эффективности должны быть согласованы в системном плане, т.е. достижение частной цели должно способствовать выполнению основной задачи системы. Любой частный показатель, являющийся характеристикой некоторых аспектов функционирования конвергентной вычислительной сети, может быть рассчитан по результатам анализа совокупности взаимодействующих информационных процессов, отображающих процесс функционирования системы [2].

В конвергентной вычислительной сети Вуза одновременно функционируют серверные станции различного уровня, серверы принадлежащие и обслуживаемые специалистами Вуза, виртуальные вычислительные серверы «облака», обслуживаемые специалистами «облачного» провайдера. Различия в особенности эксплуатации серверов вычислительной сети Вуза и «облачных» вычислительных серверов приводит к постановке вопроса оптимизации распределения вычислительных задач между серверами конвергентной вычислительной сети с целью минимизации времени выполнения вычислительных задач.

В частном математические виде модель оптимизации вычислительных процессов в конвергентной вычислительной сети Вуза по критерию времени выполнения может быть представлена в виде:

$$T = T_{last}(x_{ij}) \to \min; \tag{1}$$

при ограничениях:

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1,\ j = \overline{1,m}; \tag{2}$$

$$M = H \cup K;$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in M} c_{ij} x_{ij} \le C_{total},\ i = \overline{1,n},\ j = \overline{1,m}; \tag{3}$$

где:

$N=\{1,2,\ldots,n\}$ – множество информационных объектов;

$M=\{1,2,\ldots,m\}$ – множество вычислительных серверов конвергентной вычислительной сети;

H={1,2,…,h} – множество вычислительных серверов вычислительной сети Вуза;

K={1,2,…,k} – множество «облачных» вычислительных серверов;

T_{last} – время завершения последнего вычислительного процесса;

C_{total} – общее количество ресурсов, которые могут быть задействованы на поддержание конвергентной вычислительной сети;

j_{local} – j-й сервер вычислительной сети Вуза;

j_{cloud} – j-й «облачный» сервер;

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й ИО закреплен за } j\text{-м вычислительным сервером;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

На основании вышесказанного стоит отметить что использование конвергентной вычислительной сети в Вузе порождает задачу распределения вычислительных процессов возникающую при формировании вычислительных задач со стороны клиентских компьютеров сети. Клиентские компьютеры могут запрашивать при обращения к вычислительным серверам обработку больших массивов данных, передачу данных для хранения. Для любого из указанных действий требуется алгоритм и программное обеспечение его реализующее с целью повышения эффективности функционирования конвергентной вычислительной сети Вуза.

Список литературы

1. Кульба, В.В. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределённых баз данных. [Текст] / В.В. Кульба, С.С. Ковалевский, С.А. Косяченко, В.О. Сиротюк. – М.: Синтег, 1999. – 660 с.

2. Риз, Д. Облачные вычисления. [Текст] / Д. Риз.- СПб: BHV, 2011. – 288 с

3. Привалов, А.Н. Алгоритм распределения нагрузки между серверами в локальной вычислительной сети. [Текст]/ А.Н. Привалов // Научно – технический сборник No13 Тульского высшего арт. инж. уч-а. – Тула: ТВАИУ. - 1996. - С. 63-69.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО АНАЛОГОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ И ОСНОВАМ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ NATIONAL INSTRUMENTS

Коробова К.В.
МИЭМ НИУ ВШЭ
Korobova.ks.v@gmail.com

В данной статье рассматриваются возможности аппаратно-программного комплекса NI ELVIS II, работающего под управлением среды LabView, для более углубленного изучения аналоговой схемотехники и основ радиоэлектроники и связи. Также предлагается адаптация лабораторных практикумов под постоянно модернизирующиеся лекционные курсы.

Ключевые слова: NI ELVIS II, лабораторный стенд, лабораторный практикум.

SOFTWARE AND HARDWARE SALES LABORATORY PRACTICAL WORK ON ANALOG CIRCUITRY AND THE BASIS OF RADIO ELECTRONICS AND COMMUNICATION WITH NATIONAL INSTRUMENTS EDUCATION TECHNOLOGYS

Korobova K.V.
HSE MIEM

This article looks possibility of hardware and software NI ELVIS II, running environment LabVIEW, for a more in-depth study of analog circuit design and basic electronics and communications. Looks the adaptation of a laboratory practical lectures are constantly being upgraded.

Keywords: NI ELVIS II, laboratory bench, laboratory practical work.

Для изучения дисциплин «аналоговая схемотехника» и «основы радиоэлектроники и связи» обычно используются лабораторные практикумы для более углубленного изучения и понимая курса. В виду того, что обновление лабораторного практикума несколько отстает от развития электронной техники и систем связи, необходима постоянная адаптация лабораторных практикумов, параллельно с модернизацией лекционного курса.

Данный процесс представляет определенную трудность, потому что зачастую связан с необходимостью модернизации (замены) лабораторных стендов. С использованием образовательных технологий National Instruments, процесс формирования и модернизация лабораторного практикума существенно упрощается.

В основе лабораторных стендов лежит аппаратно-программный комплекс ELVIS, работающий под управлением программы LabVIEW, представляющий многофункциональную радиотехническую лабораторию.

NI ELVIS II использует виртуальные приборы, разработанные в программной среде LabVIEW, которые обладают функциональностью комплекта наиболее распространенных лабораторных приборов. Программное обеспечение NI ELVISmx используется для управления аппаратными средствами NI ELVIS II с помощью созданных в LabVIEW лицевых панелей (Soft Front Panels – SFPs) следующих измерительных приборов:

1. Генератора сигналов произвольной формы (Arbitrary Waveform Generator – ARB);
2. Анализатора амплитудно- и фазочастотных характеристик (Bode Analyzer);
3. Устройства чтения цифровых данных (Digital Reader);
4. Устройства записи цифровых данных (Digital Writer);
5. Цифрового мультиметра (Digital Multimeter – DMM);
6. Анализатора спектра (Dynamic Signal Analyzer – DSA);
7. Генератор стандартных сигналов (Function Generator – FGEN);
8. Анализатора импеданса (Impedance Analyzer);
9. Осциллографа (Oscilloscope – Scope);
10. Анализатора вольтамперной характеристики двухполюсников (Two-Wire Current Voltage Analyzer);
11. Анализатора вольтамперной характеристики трехполюсников (Three-Wire Current Voltage Analyzer);
12. Регулируемых источников питания (Variable Power Supplies).

Рисунок 2 – NI ELVIS II

К особенностям учебных курсов «аналоговая схемотехника» и «основы радиоэлектроники и связи» можно отнести необходимость исследования аналоговых сигналов (стандартной и специальной форм, АМ и ЧМ-сигналов), что требует наличия аппаратной реализации исследуемых функциональных модулей, а также соответствующей виртуальной панели.

NI ELVIS II представляет собой универсальную платформу, имеющую разъем для подключения сменных модулей лабораторных стендов (Рисунок 1). Таким образом, это позволяет разрабатывать новые лабораторные стенды (сменные модули) для практикумов по необходимым дисциплинам с учетом особенностей данных курсов и модернизировать имеющиеся, из-за постоянного развития электроники и, как следствие, лекционных курсов.

В случае использования сменных модулей возможно использование стандартных виртуальных приборов (описанных выше). Также возможна разработка оригинальной виртуальной панели в среде LabVIEW.

Таким образом, использование аппаратно-программного комплекса ELVIS существенно облегчает процесс адаптации лабораторного практикума под модернизированные лекционные курсы.

Список литературы

1. NI ELVIS II. Учебный курс.

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА НА ОБОРУДОВАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS

Кульмамиров С. А., Шарифов Д. М.
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева
vtkulma@mail.ru, sharifov_dm@enu.kz

В работе обсуждаются результаты проведенных исследований по созданию лабораторных практикумов удаленного доступа на учебном оборудовании и программы LabVIEW американской компании National Instruments на базе учебно-лабораторного центра Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева.

Виртуальная лаборатория, лабораторные практикумы удаленного доступа, среда графического программирования LabVIEW.

CREATION OF LABORATORY PRACTICAL WORKS OF REMOTE ACCESS ON THE EQUIPMENT NATIONAL INSTRUMENTS

Kulmamirov S., Sharifov D.

The Euroasian national university of L. N. Gumilev

In work results of the conducted researches on creation of laboratory practical works of remote access on the educational equipment and the LabVIEW programs of the American company National Instruments on the basis of the educational and laboratory center of the Euroasian national university of L. N. Gumilev are discussed. In work results of the conducted researches on creation of laboratory practical works of remote access on the educational equipment and the LabVIEW programs of the American company National Instruments on the basis of the educational and laboratory center of the Euroasian national university of L. N. Gumilev are discussed.

Virtual laboratory, laboratory practical works of remote access, environment of graphic programming of LabVIEW.

В новом учебно-лабораторном центре ЕНУ им. Л. Н. Гумилева выбрано реализация стратегического направления университета по созданию лабораторных практикумов удаленного доступа. В технике и телекоммуникаций - это графическая программная технология, реализованная в среде программирования LabVIEW. Такое программное обеспечение представляет собой графическую альтернативу обычному программированию, оно позволяет решать те же проблемы, что и обычные системы текстового программирования, плюс проблемы создания систем сбора данных, мониторинга, испытаний, измерений и управления. С помощью LabVIEW можно создавать графические программы, называемые виртуальными приборами (ВП), вместо написания традиционных текстовых программ. При использовании ВП имеется возможность обмениваться данными с другими программами на собственном компьютере в университетской локальной сети и Интернет [1].

Особенностью среды является предоставление больших возможностей для реализации обмена данными через TCP/IP сети. В LabVIEW основой для передачи данных служит Web-сервер и инструмент WEB Publishing Tool. Web сервер LabVIEW генерирует HTML документы, публикует изображения передней панели в сети путем встраивания ВП в Web-страницу. Обучающимся доступны возможности разграничения доступа браузеров к публикуемым передним панелям и назначения элементов управления или индикации, которые будут видимы в Интернете.

Вышеописанные возможности УЛЦ реализуются путем разработки и будущего внедрения разработок ведущей российской лаборатории Labicom [2], лидером которой является сертифицированный специалист по NI Игорь Титов.

Для организации лабораторных работ в дистанционном режиме следует разработать и организовать следующие возможности работы в удаленном режиме:

- дистанционное наблюдение (мониторинг) - процессы, происходящие в учебной лаборатории УЛЦ, наблюдаются через Web-браузер. При этом отсутствует обратная связь и возможность вмешиваться в управление процессом;

- дистанционное управление - появляется возможность изменять задания по выполнению лабораторной работы, управлять учебным процессом, отправлять результаты экспериментов в виде сообщений;

- совместная работа - возможна работа сразу нескольких пользователей с одним ВП, которые могут совместно создавать отчеты и общаться между собой [2].

В качестве примера использования аппаратуры ввода/вывода, рассмотрим возможность выполнения работы «Контроль температуры с помощью встраиваемой CompactRIO». Эта работа любезно было предоставлено «Лабораторией технологий, систем и инструментов для сетевых лабораторных практикумов удаленного доступа» Томского политехнического университета (зав. лаб. Баранов Павел Федорович). Целью работы является изучение особенностей программирования в среде LabVIEW, общих принципов управления удаленными объектами, которые находятся в разных учебных корпусах университета. Доступ к оборудованию, его программирование и управление им может осуществляться через сети Ethernet или Internet. CompactRIO регистрирует показания с термопары, управляет работой вентилятора и нагревателя. Данные регистрируются в режиме реального времени и наблюдаются на лицевой панели ВП. В задании указывается интервал измеряемых температур и время опроса для CompactRIO.

Еще одна работа по дисциплине «Теоретические основы электротехники» представлена на рисунке 1. Как нетрудно заметить, это лицевая панель виртуальной лабораторной работы по изучению пассивных элементов электрической цепи. На физико-техническом факультете и факультете информационных технологии университета эти лабораторные работы выполняются по дисциплине «Теория электрических цепей» или «Основы схемотехники». В учебных лабораториях УЛЦ по этим направлениям образовательных программ еженедельно обучаются свыше 800 человек.

Основная цель работы - исследовать форму отклика RCL элементов на воздействие произвольной формы. Симулируется работа генератора сигналов специальной формы. Удаленный пользователь может управлять частотой, амплитудой и формой сигнала и с помощью виртуального двухканального осциллографа регистрировать график воздействия на резистивную, индуктивную, и емкостную цепь.

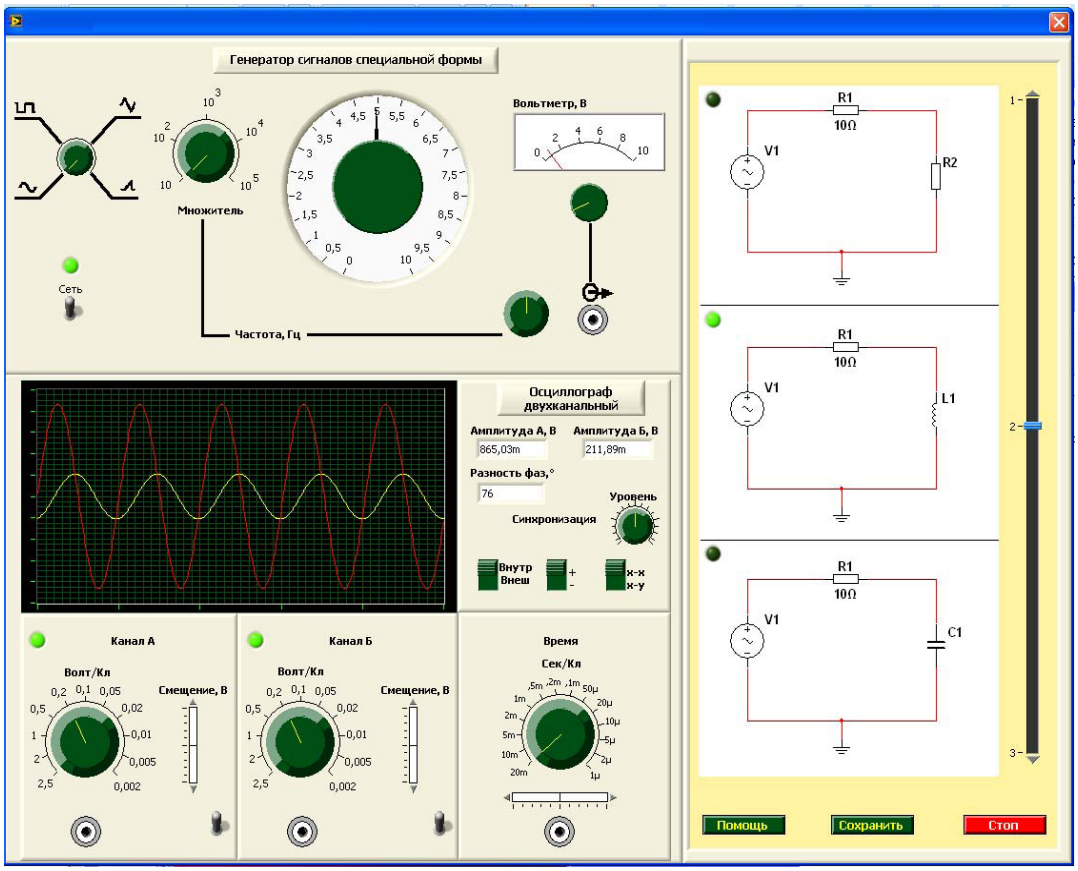


Рисунок 1 – Лицевая панель лабораторной работы по дисциплине «ТОЭ»

Также можно цитировать лабораторную работу «Измерение электропроводности электролита на базе PXI». Эта работа является еще одним примером использования оборудования NI в удаленном лабораторном практикуме. Удаленный обучающийся управляет модулем генератора сигналов NI PXI-5422, формирует воздействие на кондуктометрическую ячейку. С помощью осциллографа NI PXI-5124 регистрируется измеренный отклик, результаты выводятся на экран в числовом и графическом виде.

Таким образом, виртуальная лаборатория и входящие в нее лабораторные работы удаленного доступа может играть роль аппаратно-программного инструментария учебно-лабораторного центра физико-технического профиля ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. В стратегии развития университета этот инновационный инструментарий указан как объектно-ориентированная информационная среда для интерактивного обучения обучающихся по образовательным программам бакалавриата технического направления. Использование учебных стендов американской компании National Instruments и технологий NI LabVIEW в УЛЦ для разработки лабораторных практикумов удаленного доступа позволяет претенденту бакалавра, расположенному на любом расстоянии от исследуемого объекта, в интерактивном режиме оперативно управлять через Web-браузер реальным или виртуальным оборудованием, наблюдать и ставить эксперименты.

Важными преимуществами применения технологий LabVIEW являются: возможность наглядной имитации реального физического эксперимента путем использования имитационных моделей реальных сигналов (наряду с классическими изображениями измерительных приборов), а также возможность управления практически любым реальным прибором.

Список литературы

1. Муравьев С.В., В.Л. Ким, А.В. Комаров, В.В. Октябрьский, Сарычев С.В. Компьютерные лабораторные работы на основе графической программной технологии // Датчики и системы, № 10, 2000, с. 23-31.

2. Muravyov S.V., Komarov A.V., Savolainen V. Graphic measurement programming and creation of laboratory works for engineering education. Proceedings of the XVI IMEKO World Congress, (September 25-28, 2000, Vienna, Austria), vol. 2, 73-79.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАБИНЕТА «КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Мокрозуб В.Г.
Тамбовский государственный технический университет
mokrozubv@yandex.ru

Описаны структура и функции виртуального кабинета курсового и дипломного проектирования «Конструирование технологического оборудования», который предназначен для изучения основ расчета и конструирования элементов технологического оборудования студентами машиностроительных специальностей. Кабинет позволяет выполнять курсовые и дипломные проекты максимально приближенные к реальным проектам. Намечены пути дальнейшего развития кабинета, одним из которых является использование продуктов компании National Instruments, в частности LabVIEW, для проведения и иллюстрации результатов механических расчетов элементов технологического оборудования.

Ключевые слова: технологическое оборудование, конструирование, расчет, LabVIEW, дистанционное обучение.

EXPERIENCE OF CREATING AND USING VIRTUAL OFFICE «DESIGN PROCESS EQUIPMENT»

Mokrozub V.G.
Tambov State Technical University

The structure of the virtual cabinet, which is designed to automate the design of process equipment and learning the basics of design. Cabinet allows you to course and degree projects as close to real projects. The ways of further development of the cabinet. To illustrate the results of calculations of mechanical elements of the process equipment is proposed to use LabVIEW

Keywords: technological equipment, design, calculation, LabVIEW, distance learning.

Под виртуальным кабинетом (ВК) понимается информационная система, предназначенная для студентов, изучающих специализированные учебные курсы по устройству, методам расчета и методам конструирования технологического оборудования [1,2].

Функции системы определены тем, что должны знать и уметь студенты для того, чтобы выполнять проекты, максимально приближенные к реальным, а именно:

– проводить механические расчеты технологического оборудования. Механические (прочностные) расчеты являются обязательными при конструировании технологического (химического) оборудования, так как оно представляет собой объекты повышенной опасности;

– выбирать типоразмеры отдельных элементов технологического оборудовании. Типовое химическое оборудование состоит из стандартных или типовых элементов и узлов (обечайки, крышки, днища, опорные и строповые устройства, фланцы и др.);

– получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных швов и др.);

– по 3D моделям ознакомиться с типовыми конструкциями элементов.

– создавать 2D чертежи и 3D модели по типовым конструкциям технологического оборудования.

Кроме того, система содержит расчетные и курсовые задания по курсу "Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли".

Описанные функции определяют структуру системы, которая состоит из следующих элементов:

– модуль механических расчетов элементов технологического оборудования;

– база применяемости и свойств сталей;

– база типоразмеров элементов технологического оборудования;

– каталоги типового технологического оборудования;

– 3D модели типовых элементов технологического оборудования;

– база условных обозначений элементов химико–технологических схем;

– расчетные и курсовые задания.

ВК кабинет представлен программами и информационными ресурсами, работающими в сети Internet и в локальной сети (включая монопольное использование).

Адрес виртуального кабинета в сети Internet www.gaps.tstu.ru/kir . Первичное меню представлено на рисунке 1.

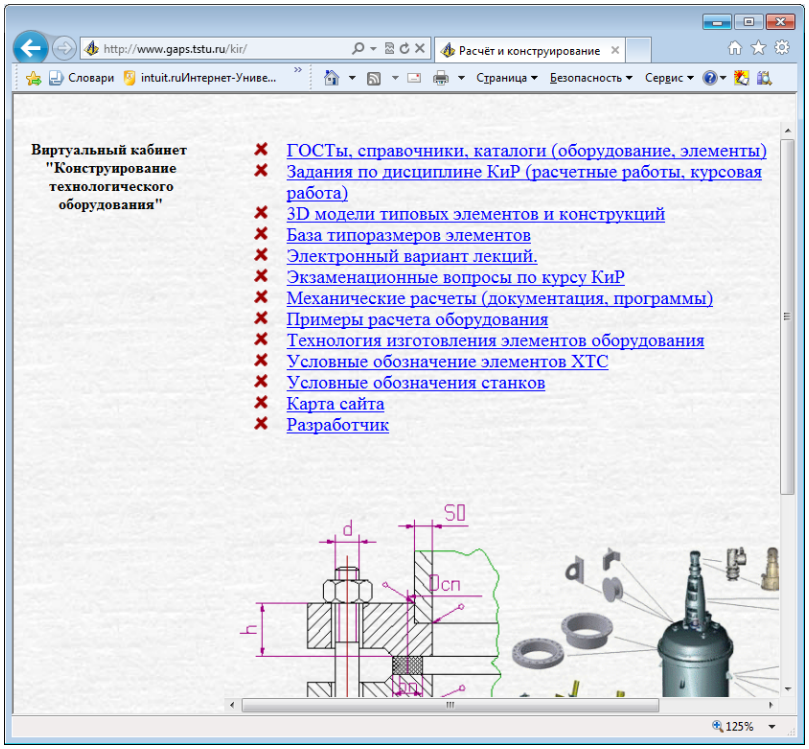


Рисунок 1 – Первичное меню виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования»

В настоящее время основная привлекательность рассматриваемого ВК для студентов заключается в большом объеме справочной информации, позволяющей

изучать конструктивные особенности элементов ТО и выполнять курсовые и дипломные работы. ВК построен, как обычная система автоматизированного проектирования, к которой добавлены модули обучения: расчетные задания, примеры расчетов, учебно–справочные материалы.

Механические (прочностные) расчеты выполняются в среде Mathcad и представлены электронной книгой.

Несмотря на свою привлекательность, Mathcad не обладает такими выразительными свойствами, которые позволяют исследовать и изучать влияние условий эксплуатации на прочностные показатели проектируемого оборудования.

Выполнение механических расчетов выполняется в два этапа. На первом этапе в зависимости от вида оборудования и условий эксплуатации определяются элементы, подлежащие расчету и вид расчетов (прочность, жесткость, устойчивость). На втором этапе производятся расчеты, определенные на первом этапе.

Первый этап можно реализовать в среде LabVIEW, как тренажер, позволяющий отрабатывать навыки определения элементов оборудования, подлежащие расчету в зависимости от условий эксплуатации, и видов этих расчетов.

Реализация второго этапа (собственно расчет) может быть реализована в среде LabVIEW как лабораторная установка исследования значений конструктивных параметров элементов технологического оборудования в зависимости от условий эксплуатации. На рисунке 2 представлен пример [3,4], установки для исследования влияния заполнения аппарата и плотности среды на устойчивость обечайки в месте крепления опор.

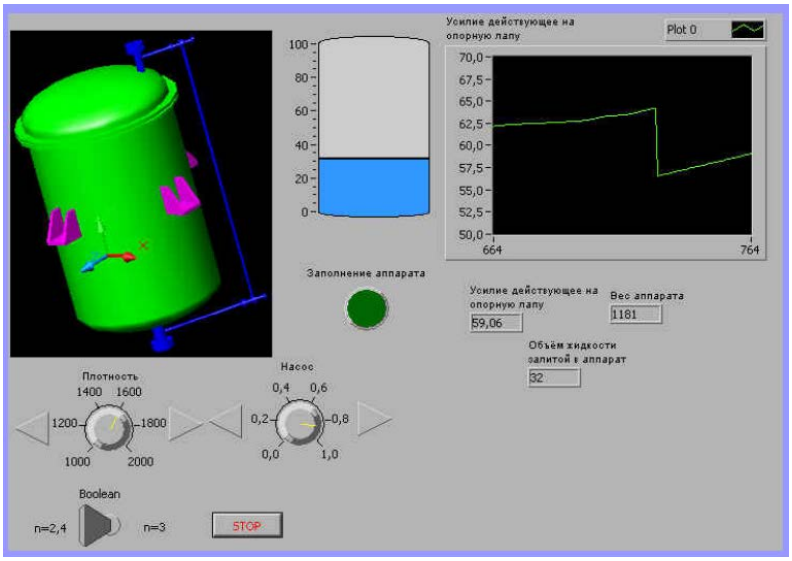


Рисунок 2 – Установки для исследования влияния заполнения аппарата и плотности среды на устойчивость обечайки в месте крепления опор

Список литературы

1. Мокрозуб В. Г., Борисяк А.А., Егоров Е.С. 77-30569/227902 Виртуальный кабинет "Конструирование технологического оборудования" // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. – 2011. – №10. – Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/227902.html (дата обращения 10.01.2015).

2. Немтинов В.А. и др. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико–технологического профиля // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского 2013. N3(47). С.321–330.

3. Дедов Д.Л., Краснянский М.Н., Руднев А.А., Ионов М.В. Разработка программного и методического обеспечения виртуального тренажерного комплекса // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2013. № 2 (46). С. 60-65.

4. Краснянский М.Н., Остроух А.В., Баринов К.А.Д., Дедов Д.Л., Руднев А.А. Виртуальные тренажерные комплексы для обучения и тренинга персонала химических и машиностроительных производств // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 2. С. 497-501.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

Немтинов В.А., Немтинова Ю.В.
Тамбовский государственный технический университет
nemtinov@mail.gaps.tstu.ru, jnemtinova@hotmail.com

Рассматриваются вопросы создания виртуального тренажера обслуживающего персонала системы подготовки воды, основной задачей которого является имитация процесса управления и взаимодействия между технологическими стадиями предварительной обработки воды. Тренажер, разработанный в среде LabVIEW, способствует формированию у операторов практических навыков и умений принятия и выполнения решений по управлению технологическими процессами стадий водоподготовки, а также позволяет свести к минимуму ошибки операторов при управлении реальными объектами.

Ключевые слова: виртуальный тренажер, подготовка воды, среда системы LabVIEW.

VIRTUAL SIMULATORS PERSONAL WATER PURIFICATION SYSTEMS

Nemtinov V.A., Nemtinova Yu.V.
Tambov State Technical University

The problems of creating a virtual simulator attendants water treatment systems, whose main task is to simulate the process of management and interaction between the process steps pre-treatment of water. The simulator, developed in the environment of LabVIEW, promotes the formation of the operators of practical skills and the adoption and implementation of the management process stages of water and to minimize operator errors in the management of real objects.

Keywords: virtual trainer, preparation of water, the environment of LabVIEW.

Разработка виртуальных моделей деятельности оператора осуществляется на основе методов экспериментального, математического и имитационного моделирования. При разработке виртуальных тренажеров для обучения и тренинга операторов систем подготовки воды наиболее целесообразным является применение методов имитационного моделирования.

Алгоритм проектирования виртуального тренажерного комплекса включает следующие процессы: разработка структуры виртуального тренажерного комплекса; анализ нормативной документации, разработка передней панели тренажера, разработка математической модели деятельности оператора, разработка основных модулей тренажерного комплекса.

Для реализации тренажера выбрана среда программирования LabVIEW. LabVIEW - это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments [1]. Её применение обусловлено возможностью почти полной имитации реальной панели пульта управления оператора, комфортностью среды разработки и совместимостью с современными языками программирования, а также доступностью.

Важную роль при разработке тренажерного комплекса играет модель деятельности человека-оператора, которую необходимо разработать ещё на стадии проектирования технической системы.

В соответствии с методологическими основами разработки виртуальных моделей технических систем [2] в рамках данной работы был разработан комплекс виртуальных тренажеров по отработке действий оператора, который рассмотрим на примере последовательного выполнения стадий предварительной обработки воды (предочистки) по схеме коагуляция в осветлителе с дозировкой полиакриламида (ПАА).

При концентрации взвешенных веществ более 100 мг/л процесс коагуляции и осветления, как правило, проводят в осветлителях с дозировкой в обрабатываемую воду коагулянта и полиакриламида. Наибольшее распространение при коагуляции получил сернокислый алюминий, однако его применение ограничивается pH обрабатываемой воды 6,5-7,5. Сернокислое или хлорное железо допускает колебание величины pH в пределах 4-10. При проведении в осветлителях только процесса коагуляции рекомендуется добавление флокулянтов (например, полиакриламида), способствующих укрупнению осадка и ускорению слипания осаждаемых коллоидных и взвешенных частиц. Температуру обрабатываемой воды в схемах с коагуляцией принимают в пределах 20-25 град.С (из соображений устранения "потения" оборудования). При коагуляции особенно важна стабильность подогрева обрабатываемой воды. Температура воды должна поддерживаться автоматически с точностью (плюс/минус) 1 град. С. Дозы коагулянта и других вспомогательных реагентов должны устанавливаться экспериментально для каждого водоисточника в различные характерные периоды года. Полиакриламид вводят после коагулянта с разрывом во времени 1-3 мин.

Разработанный тренажер является статическим, т.е. в нём отсутствует физико-математическая модель процессов, происходящих в оборудовании, но демонстрируется определенный порядок действий операторов. В нём представлены основные аппараты, приборы и органы управления.

Основной задачей рассматриваемого тренажера является имитация процесса управления и взаимодействия между стадиями, на примере предварительной обработки воды по схеме "Коагуляция в осветлителе с дозировкой полиакриламида".

К функциям данного виртуального тренажера можно отнести:

- отработка действий операторов в различных условиях функционирования очистного оборудования;
- обучение операторов последовательности действий для достижения заданного уровня очистки обрабатываемой воды;
- приобретение операторами представлений о механизме работы водоподготовительного оборудования;
- отслеживание значений температуры, pH и других характеристик, позволяющих оператору убедиться в режиме нормального протекания процесса подготовки воды;
- получение операторами графического отображения зависимостей.

Передняя панель тренажера предварительной обработки воды представлена на рисунке 1.

Таким образом, реализуя методологические основы разработки виртуальных моделей технических систем [2 - 7], был разработан и реализован в среде LabVIEW виртуальный тренажер, который способствует формированию у операторов практических навыков и умений принятия и выполнения решений по управлению технологическими процессами стадий водоподготовки, а также позволяет свести к минимуму ошибки операторов при управлении реальными объектами.

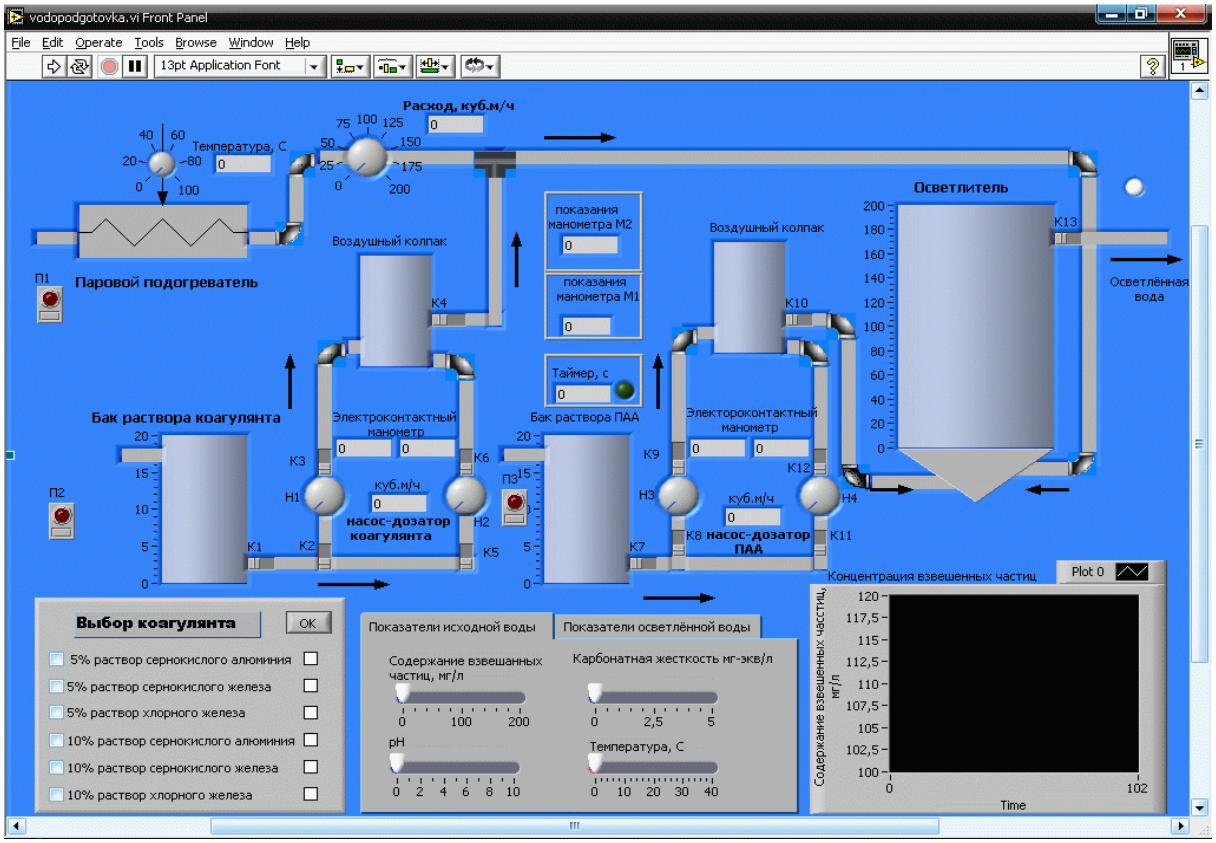


Рисунок 1 – Передняя панель тренажера оператора системы обработки воды

Список литературы

1. Суранов А. Я. LabView 7: справочник по функциям [Текст] / А.Я. Суранов. М.: ДМК Пресс, 2005. - 512 с.

2. Немтинов, В. А. Методы и алгоритмы создания виртуальных моделей химико-технологических систем: монография [Текст] / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин С. В., В.Г. Мокрозуб, Ю.В. Немтинова [и др.]. М-во обр. и науки РФ, ГОУ ВПО " Тамб. гос. технич. ун-т". Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2011. - 236 с.

3. Немтинов, В.А. Технология автоматизированного синтеза системы оборотного водоснабжения химического предприятия [Текст] / В.А. Немтинов, Ю.В. Немтинова, А.В. Салущева, Е.С. Егоров // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 1. С. 6-16.

4. Немтинов, В.А. Виртуальное моделирование учебно-материальных ресурсов вуза [Текст] / В.А. Немтинов, Д.В. Кулин, Е.С. Бунин / Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 2. С. 440-444.

5. Немтинов, В.А. Виртуальное моделирование объектов системы подготовки воды [Текст] / В.А. Немтинов, А.В. Салущева, А.А. Бубнов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 2. С. 445-448.

6. Немтинов, В.А. Математическое моделирование биохимических процессов очистки сточных вод [Текст] / В.А. Немтинов, С.А. Бубнов, И.И. Овчинников, Ю.В. Немтинова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. Т. 18. № 3. С. 563-568.

7. Немтинов, В.А. Решение проблемы оптимального синтеза технологических процессов сложных систем [Текст] / Е.Н. Малыгин, В.А. Немтинов, Ж.Е. Зимнухова, Ю.В. Немтинова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2002. Т. 7. № 2. С. 242-245.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВТОРИЧНЫМИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Немтинова Ю.В., Васильев А.Н., Немтинов В.А.
Тамбовский государственный технический университет
jnemtinova@hotmail.com, nemtinov@mail.gaps.tstu.ru

Рассматриваются вопросы создания имитационной модели поддержки принятия решений при управлении вторичными водными ресурсами (промышленными сточными водами). Программная реализация модели выполнена в виде виртуального тренажерного комплекса обслуживающего персонала системы управления ресурсами, основной задачей которого является имитация процесса управления деятельностью промышленных предприятий и станций биохимической очистки. Тренажерный комплекс, разработанный в среде LabVIEW, способствует формированию у специалистов практических навыков и умений принятия решений по управлению вторичными водными ресурсами.

Ключевые слова: имитационная модель, виртуальный тренажерный комплекс, промышленные сточные воды, система LabVIEW.

SIMULATION MODELS OF DECISION-MAKING IN THE MANAGEMENT OF SECONDARY WATER RESOURCES

Nemtinova Yu.V., Vasiliev A.N., Nemtinov V.A.
Tambov State Technical University

The problems of creating a simulation model to support decision-making in the management of secondary water (industrial wastewater). Software implementation model is designed as a virtual training complex staff resource management system, whose main task is to simulate the process of management of industrial and biological treatment plants. Training complex, designed in an environment LabVIEW, promotes the formation of specialists of practical skills and decision-making in the management of secondary water.

Keywords: simulation model, a virtual training complex, industrial wastewater, the LabVIEW.

В настоящее время важную научно-техническую проблему представляет экологическая защита природной среды от загрязнения ее отходами промышленных производств и бытовыми стоками населенных пунктов. Попадание органических и минеральных загрязнений в водные и почвенные бассейны происходит при сбросе коммунальных и промышленных сточных вод, образующихся при реализации технологических процессов производства и переработки продукции и в процессе жизнедеятельности людей. Особенность сточных вод, сбрасываемых на очистные сооружения, состоит в том, что они в значительной степени загрязнены веществами

органического и минерального происхождения, находящихся в дисперсной, коллоидной и растворенной формах. Сточные воды содержат в своем составе широкий спектр органических углерод-, азот- и фосфорсодержащих загрязнений, требующих применения различных физико-химических и микробиологических способов изъятия их из сточных вод.

Система управления вторичными водными ресурсами промышленного узла представляет собой многоуровневую структуру, обеспечивающую принятие решения задачи управления водными ресурсами в масштабе промышленного узла с учетом решения задач на различных уровнях иерархии[1].

В рамках данной работы разработан обучающий виртуальный тренажерный комплекс для представления и обработки всевозможных вариантов взаимодействий между предприятиями промышленного узла, производящих сброс промышленных сточных вод на региональную станцию биохимической очистки (БХО). Его задачей является имитация процесса управления и взаимодействия между предприятиями промышленного узла и станции БХО.

Передняя панель тренажера по управлению деятельностью на примере одного предприятия представлена на рисунке 1, панель реализации одной из его функций – на рисунке 2.

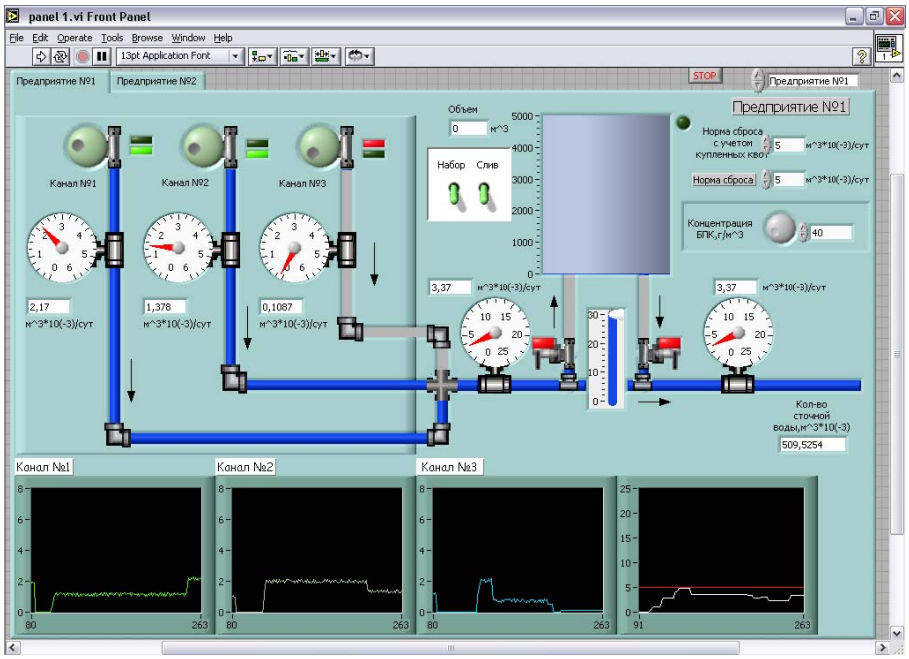


Рисунок 1 – Передняя панель тренажера оператора управления для предприятия №1

Виртуальный тренажерный комплекс дает возможность на примере двух промышленных предприятий проработать различные варианты взаимодействия между этими предприятиями и станцией БХО.

В функции данного виртуального тренажерного комплекса входит:

- отработка действий операторов станций биохимической очистки в различных условиях функционирования промышленного узла;
- получение оператором представления о нормировании сбросов сточных вод;
- отработка навыков работы оператора в режиме нормирования сбросов сточных вод;
- получение оператором представления о механизме работы "буферных" емкостей, устанавливаемых на предприятиях;

− отработка навыков работы оператора в режиме функционирования "буферных" емкостей.

Виртуальный тренажерный комплекс предоставляет возможности:

− на примере двух промышленных предприятий проработать различные варианты взаимодействия между ними;

− осуществления перераспределения квот между предприятиями, промышленного узла;

− использования "буферной" емкости при превышении нормы сброса одним из предприятий;

− начисления штрафов за превышение предприятием квоты сброса;

− ручного и автоматического управления;

− использования резерва станции БХО;

− начисления штрафа за превышение нормы станции БХО;

− моделирования и отработки аварийных ситуаций и др.

Для реализации тренажерного комплекса выбрана среда программирования LabVIEW. LabVIEW - это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments [2]. Её применение обусловлено возможностью почти полной имитации реальной панели пульта управления оператора, комфортностью среды разработки и совместимостью с современными языками программирования, а также доступностью.

Таким образом, реализуя методологические основы разработки виртуальных моделей технических систем [1, 3, 4], был разработан и реализован в среде LabVIEW виртуальный тренажер, который способствует формированию у операторов практических навыков и умений принятия решений по управлению и взаимодействию между предприятиями промышленного узла и станцией БХО, а также позволяет свести к минимуму ошибки операторов при управлении реальными объектами.

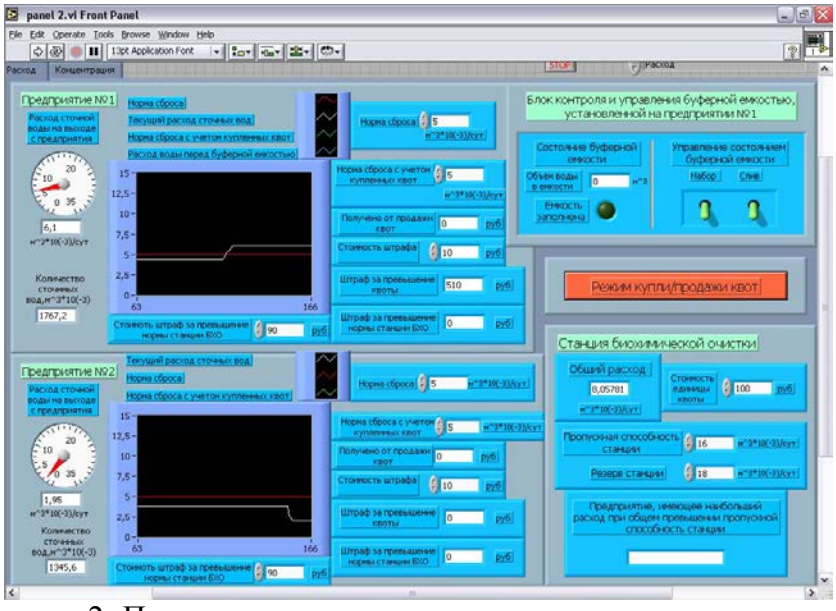


Рисунок 2- Панель вкладки для определения расхода сточных вод

Список литературы

1. Немтинов, В. А. Методы и алгоритмы создания виртуальных моделей химико-технологических систем: монография [Текст] / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин С. В., В.Г. Мокрозуб, Ю.В. Немтинова [и др.]. М-во обр. и науки РФ, ГОУ ВПО "Тамб. гос. технич. ун-т". Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2011. - 236 с.

2. Суранов А. Я. LabView 7: справочник по функциям [Текст] / А.Я. Суранов. М.: ДМК Пресс, 2005. - 512 с.

3. Немтинов, В.А. Математическое моделирование биохимических процессов очистки сточных вод [Текст] / В.А. Немтинов, С.А. Бубнов, И.И. Овчинников, Ю.В. Немтинова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. Т. 18. № 3. С. 563-568.

4. Немтинов, В.А. Решение проблемы оптимального синтеза технологических процессов сложных систем [Текст] / Е.Н. Малыгин, В.А. Немтинов, Ж.Е. Зимнухова, Ю.В. Немтинова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2002. Т. 7. № 2. С. 242-245.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ К ПОСТРОЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО АНАЛОГОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЧЕБНОЙ ПЛАТФОРМЫ NI ELVIS II+

Панасик Д.С., Богачёв К.А., Увайсова А.С.
МИЭМ НИУ ВШЭ, МГТУ им Н.Э.Баумана
darya.panasik@mail.ru, kbogachyov@hse.ru

В данной работе рассмотрен анализ возможностей учебной лаборатории NI ELVIS II+ (National Instruments Education Laboratory Virtual Instrumentation Suite II+), на базе которой создан лабораторный практикум по аналоговой электронике.

Ключевые слова: NI ELVIS II+, виртуальный прибор, аналоговая электроника.

ANALYSIS OF THE OPPORTUNITIES AND THE DEVELOPMENT OF PRACTICAL RECOMMENDATIONS TO THE CONSTRUCTION OF A LABORATORY PRACTICAL FOR ANALOG CIRCUIT DESIGN USING A LEARNING PLATFORM NI ELVIS II+

Panasik D.S., Bogachyov K.A., Uvaysova A.S.
MIEM HSE, Bauman MSTU
darya.panasik@mail.ru, kbogachyov@hse.ru

In this article we review the opportunities of the educational laboratory NI ELVIS II +, which is carried out using a laboratory practical work on analog electronics.

Keywords: NI ELVIS II+, virtual instrument, analog electronics

Лабораторная станция NI ELVIS II+ с платой практикума по аналоговой электронике представлена на рис. 1. Данная плата содержит 12 электронных схем - основных узлов аналоговой электроники: схема полупроводникового диода, мостового выпрямителя, стабилитрона, тиристора, биполярного транзистора, полевого транзистора, инвертирующего усилителя, неинвертирующего усилителя, интегратора, дифференциатора, однопорогового компаратора, гистерезасного компаратора. Выбор необходимого узла осуществляется переставляемой перемычкой.

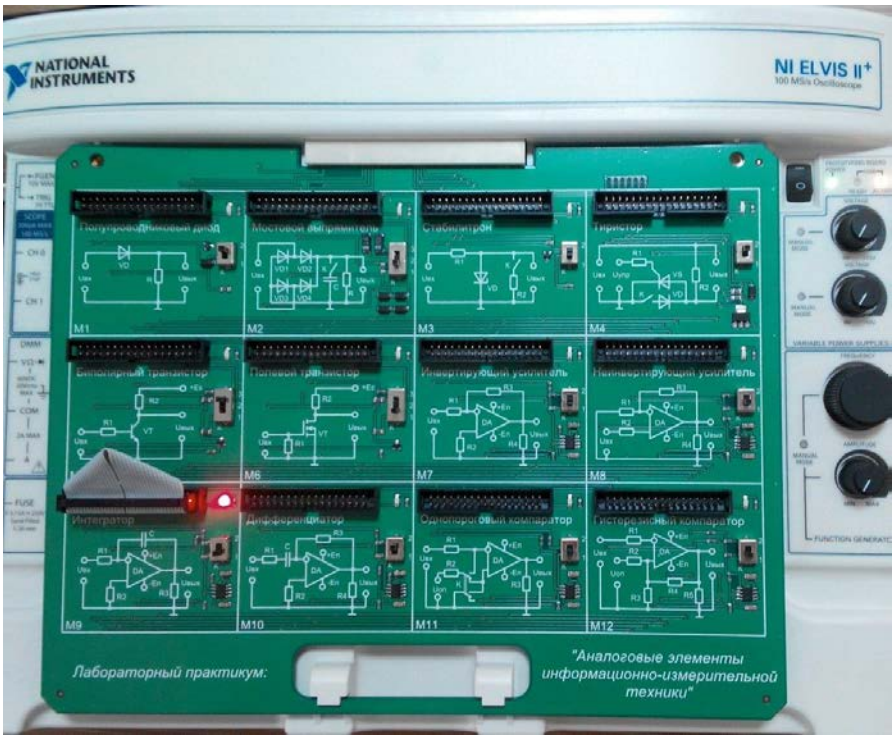


Рисунок 1 – Плата практикума по аналоговой электронике

Лабораторный практикум по аналоговой электронике дает огромный спектр возможностей для студентов. Он прост в использовании и позволяет провести различные лабораторные работы, например: исследование характеристик биполярного транзистора, исследование работы интегратора, исследование работы инвертирующего и неинвертирующего усилителя и многие другие.

Однако, при более подробном знакомстве с данным лабораторным макетом, были отмечены некоторые особенности, искажающие понимание процессов, происходящих в предлагаемых схемах для изучения.

Рассмотрим более подробно лабораторную работу №13 «Исследование работы интегратора напряжения». Лицевая панель виртуального прибора представлена на рис. 2. В данной лабораторной работе студенту дается возможность выбрать форму сигнала, частоту сигнала, а также амплитуду сигнала. В результате на виртуальном осциллографе появляются изображения входного (синий) и выходного (красный) сигналов. Далее студенту с помощью изображения выходного сигнала предлагается определить скорость его изменения. Для этого необходимо измерить максимальное и минимальное мгновенные значения выходного сигнала.

А теперь обратим внимание на само изображение выходного сигнала на виртуальном осциллографе. Можно заметить, что при амплитуде сигнала более 0,3В нарушена балансировка выходного сигнала (наблюдается уход оси от нулевого значения), т.е. мгновенные значения выходного сигнала смещаются по оси ординат (рис.2), чего быть не должно.

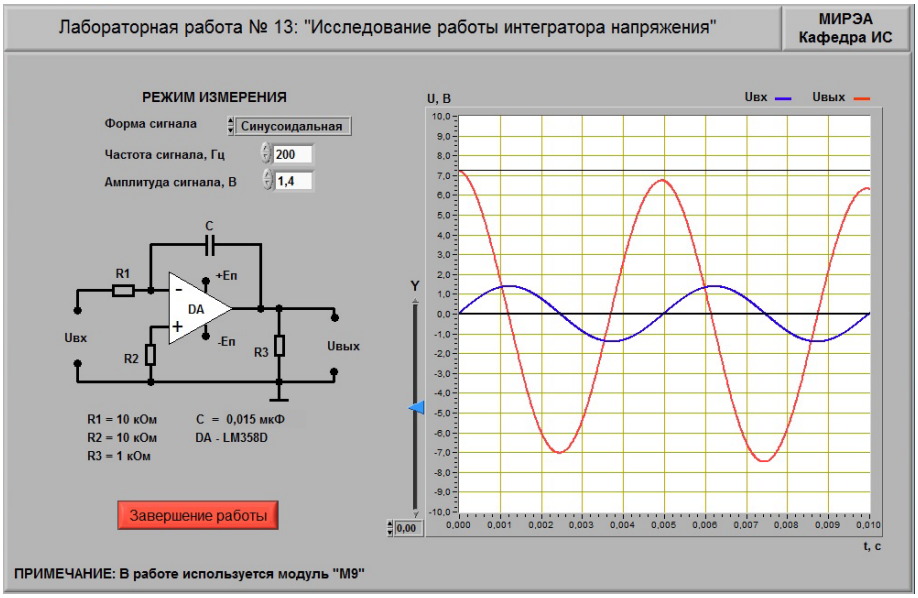


Рисунок 2 – Исследование работы интегратора при частоте сигнала 200Гц и амплитуде 1,4 В

Для более высокой частоты сигнала данная особенность отражается более отчетливо (рис. 3). Таким образом, по данному изображению сложно корректно выполнить поставленную задачу.

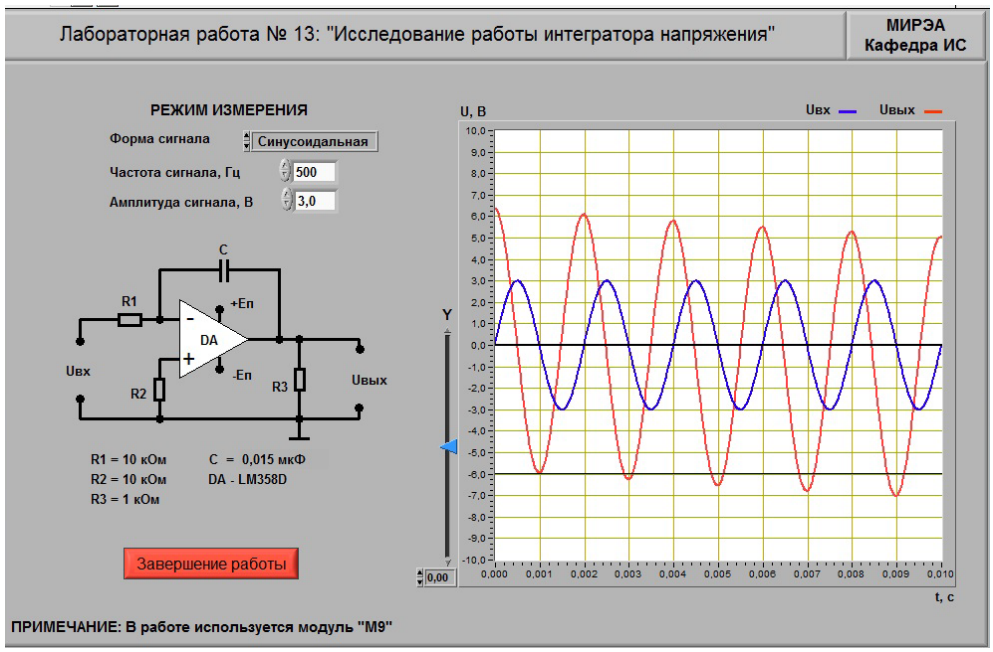


Рисунок 3 – Исследование работы интегратора при частоте сигнала 500Гц и амплитуде 3,0 В

К сожалению, с проблемой балансировки выходного сигнала можно столкнуться и в лабораторной работе №11, в которой предлагается исследовать работу инвертирующего усилителя. В данной лабораторной работе, помимо получения передаточной характеристики инвертирующего усилителя и анализа фаз входного и выходного сигналов, необходимо по полученным изображениям вычислить коэффициент усиления данного усилителя. При амплитуде 2,4В максимальное и минимальное мгновенные значения выходного сигнала приблизительно равны 7,3В и -

7,3В соответственно. Однако, было замечено, что при увеличении амплитуды сигнала более 2,4В, выходной сигнал достигает минимума на отметке -7,5В, в то время как в максимуме по уровню 7,5В хорошо видно ограничение сигнала (рис.4).

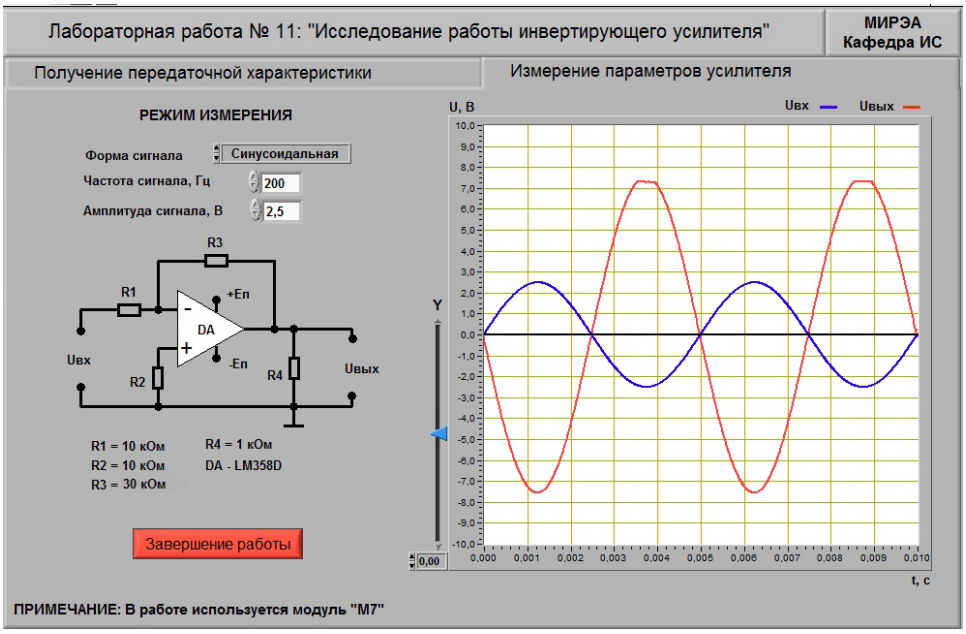


Рисунок 4 – Измерение параметров усилителя

Возможно, данные недочеты вызваны схемотехническими особенностями макета, в этом случае данная плата требует модернизации.

В добавление к выше изложенному в данный лабораторный практикум для разнообразия можно было бы добавить такую возможность, как отображение спектра сигнала.

Таким образом, несмотря на все преимущества лабораторной станции NI ELVIS II+ перед его менее компьютеризированными предшественниками, данная инновационная разработка требует некоторых доработок для того, чтобы студенты при работе с предлагаемыми лабораторными практикумами получали достоверные знания в области электроники и схемотехники.

Список литературы

1. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В. LABVIEW: практикум по аналоговым элементам информационно-измерительной техники – М.: МИРЭА 2011.-117с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ СУММИРОВАНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Панасик Д.С., Увайсова С.С., Корнеева Т.А.
МИЭМ НИУ ВШЭ, МГТУ им. Н.Э.Баумана
darya.panasik@mail.ru, uvay@yandex.ru

В данной работе производится суммирование составляющих погрешностей результатов измерений, которое заключается в расчете суммарного среднего

квадратического отклонения (СКО) погрешности и нахождении контрэксцесса суммарного закона распределения. Суммирование составляющих погрешностей результатов измерений в виде программного компонента, который был разработан в среде графического программирования LabVIEW. Данный компонент позволяет производить ряд вычислений, благодаря которым можно проанализировать данные и при желании сохранить результаты в *.html отчет.

Ключевые слова: LabVIEW, СКО, контрэксцесс, коэффициент корреляции

DESIGN SOFTWARE COMPONENTS IN GRAPHICAL PROGRAMMING ENVIRONMENT LABVIEW TO SUMMARIZE THE ERROR COMPONENTS OF MEASUREMENT RESULTS

Panasik D.S., Uvaysova S.S., Korneeva T.A.
MIEM HSE, Bauman MSTU

This paper presents the principle of design software components that are developed in the graphical programming environment LabVIEW. Error components of measurement results are summed thanks to this software module. The results of calculation can be stored into *.html report.

Keywords: LabView, standard deviation, antikurtosis, correlation

Введение. Теоретические сведения.

Если суммируются две некоррелированные серии измерений (или случайная и систематическая составляющие погрешности одной серии измерений и т.п.), то коэффициент r корреляции равен 0, и СКО суммарной погрешности измерений вычисляется по формуле:

$$\sigma(\dot{\Delta}_\Sigma) = \sqrt{\sigma^2(\dot{\Delta}_1) + \sigma^2(\dot{\Delta}_2)}, \quad (1)$$

где $\sigma(\dot{\Delta}_i)$ – СКО величины $\dot{\Delta}_i$ случайной погрешности измерений

Формула для расчета СКО величины $\dot{\Delta}_i$ случайной погрешности измерений(σ_1, σ_2):

$$\sigma(\dot{\Delta}_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{X})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где $\overline{X}$-среднее арифметическое выборки $\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$.

Контрэксцесс суммарного закона распределения можно определить при ряде допущений. Так, четвертый центральный момент композиции симметричных центрированных некоррелированных распределений определяется выражением:

$$\mu_{4\Sigma} = \mu_{41} + \mu_{42} + 6 * \sigma_1^2 * \sigma_2^2 \quad (3)$$

Отсюда, контрэксцесс композиции: $\chi_\Sigma = \frac{\sigma_\Sigma^4}{\sqrt{\mu_{4\Sigma}}}$ (4)

Для расчета частного контрэксцесса эта формула выглядит так: $\chi_i = \frac{\sigma_i^4}{\sqrt{\mu_{4i}}}$ (5)

Интерфейс пользователя.

Графический интерфейс пользователя выглядит следующим образом (рис. 1):

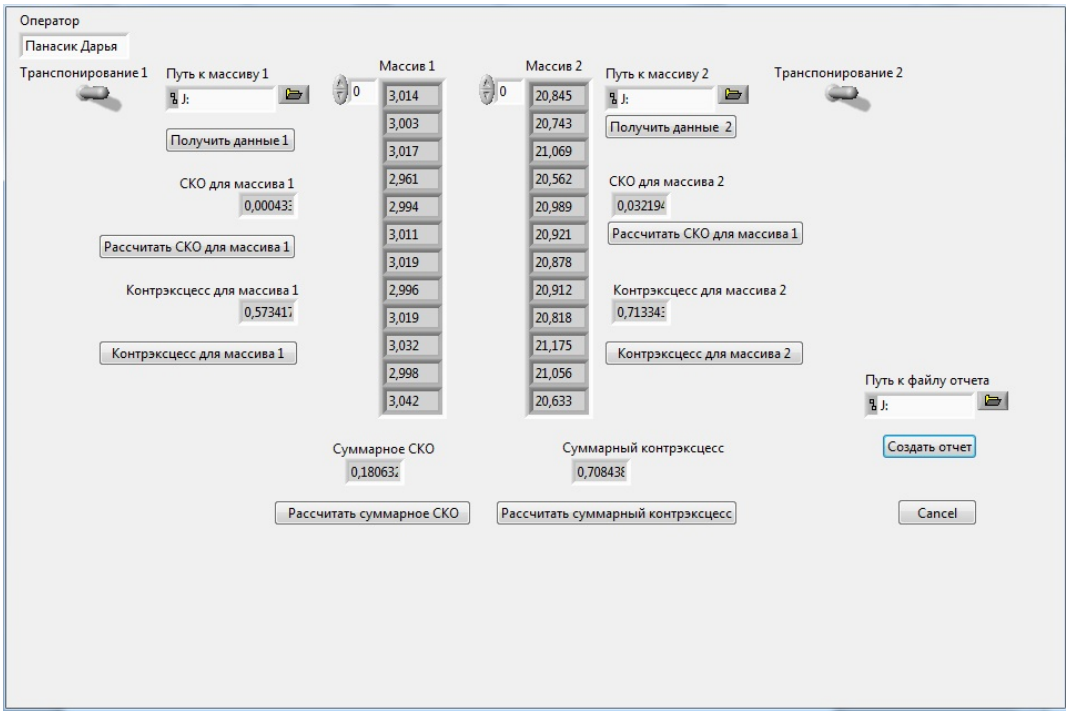


Рисунок 1 – Графический интерфейс пользователя

В поле «Оператор» пользователь должен ввести свою фамилию и имя. В графы «Путь к массиву 1» и «Путь к массиву 2» указывается адрес расположения файла с данными произведенных измерений. Тумблеры «Транспонирование ряда» отвечают за транспонирование данных. Если тумблер находится в положении слева, то транспонирование отключено, если справа, то включено. Кнопки «Получить данные 1» и «Получить данные 2» заносит данные из файла в «Массив 1» и «Массив 2» соответственно. Кнопки «Рассчитать СКО для массива 1» и «Рассчитать СКО для массива 2» используют для вычисления среднего квадратического отклонения (СКО) по данным, которые указал пользователь, результаты расчета которого выводятся в поля «СКО массива 1» и «СКО массива 2». Частные контрэксцессы массивов вычисляются по уже полученным результатам частных СКО и выводятся на экран при нажатии кнопок «Контрэксцесс для массива 1» и «Контрэксцесс для массива 2» в соответствующие поля. При нажатии кнопок «Рассчитать суммарное СКО» и «Рассчитать суммарный контрэксцесс» производится расчет этих параметров по уже полученным в предыдущих шагах. При завершении работы пользователю предлагается создать отчет формата *.html. Для этого ему необходимо в графу «Путь к файлу отчета» указать путь для сохранения отчета и при нажатии кнопки «Создать отчет» он будет сохранен по ранее указанному пути.

Описание работы алгоритма программного компонента.

В элементе «Путь к массиву 1» указывается адрес файла с данными, который в дальнейшем будет обрабатываться программой. Для считывания этих данных используется функция Read From Spreadsheet File. Если необходимо транспонировать массив с данными, на панели пользователя есть специальный тумблер «Транспонирование 1», который отвечает за данную функцию. При нажатии кнопок «Получить данные 1» данные файлов, которые были указаны в элементах «Путь к массиву 1», перемещаются в массивы данных «Массив 1». Аналогичные действия и для «Массива 2» Далее рассчитываются частные СКО. При нажатии кнопки «Рассчитать СКО» данные массива 1 переходят в функцию «Standard deviation and varience», где при помощи формулы (2) функция рассчитывает СКО массива 1 и выводит

результирующие данные, которые в дальнейшем отправляются в графу «СКО массива 1». Аналогично для массива 2. При нажатии кнопки «Рассчитать суммарно СКО» данные, полученные при расчете «СКО для массива 1» и «СКО для массива 2», переходят в функцию «Add», а затем в функцию «Square Root», где при помощи формулы (1) функция рассчитывает суммарно СКО и выводит результирующие данные, которые в дальнейшем отправляются в графу «Суммарное СКО». При нажатии кнопки «Контрэксцесс для массива 1» данные массива 1 переходят в функцию «Moment about Mean» (для расчет четвертого центрального момента некоррелированных распределений), которой присваивается константа, равная 4, где при помощи формулы (5) рассчитывается контрэксцесс для массива 1. При нажатии кнопки «Рассчитать контрэксцесс» производится расчет суммарного контрэксцесса, который вычисляется по формулам (3) и (4). Для создания отчета пользователю необходимо нажать на кнопку «Создать отчет», и в указанный файл, который выбирается с помощью поля «Путь к файлу отчета», сохраняются все данные, которые были получены в ходе выполнения программы в виде *.html отчета. Реализация алгоритма для построения отчета в программе LabVIEW и его конечный вид представлены на рис. 2.

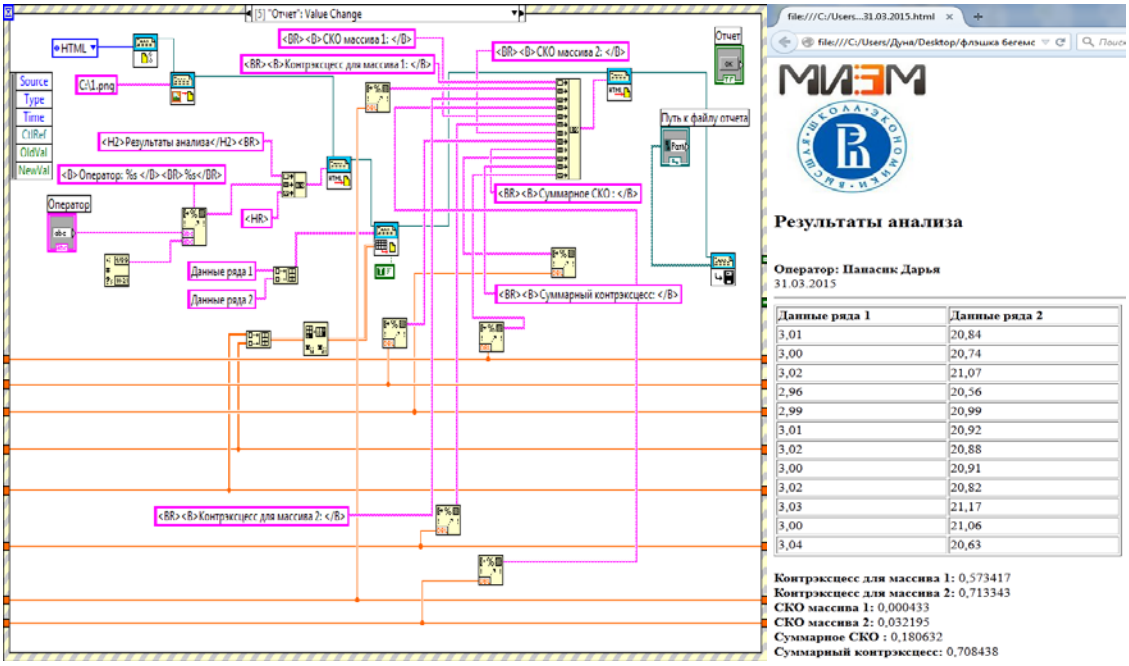


Рисунок 2 – Создание отчета в программе LabVIEW и его вид в *.html формате

Заключение.

В ходе данной работы был разработан программный компонент, с помощью которого можно

Список литературы

1. В.А. Кузнецов, Г.В. Ялунина Общая метрология - М.: ИПК Издательство стандартов 2001.- 272 с.

2. Джеффри Тревис LabVIEW для всех пер. с англ. Клушин Н. А. ~ М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. - 544 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ АЭ

Овчарук В.Н. [1], Пурисев Ю.А.
ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск
ovaler@ya.ru

В докладе описывается разработанный лабораторный комплекс, цели и задачи комплекса. Освещены ключевые вопросы спектрального анализа, затрагиваемые в ходе выполнения лабораторных работ. Приведены изображения, иллюстрирующие ПО разработанного комплекса.

Ключевые слова: лабораторных комплекс, неразрушающий контроль, акустическая эмиссия, спектральный анализ, NI CompactDAQ 9188, обучающие материалы

LABORATORY HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR STUDYING THE PROPERTIES SPECTRAL CHARACTERISTICS OF SIGNALS AE

Ovcharuk V.N.[1], Purisev Y.A.
1. FGBOU VPO «Pacific National University», Khabarovsk

The paper describes the developed laboratory complex, the goals and objectives of the complex. Highlight the key issues raised during the laboratory work. Shows images illustrating software developed complex.

Keywords: laboratory complex, non-destructive testing, acoustic emission, spectral analysis, NI CompactDAQ 9188, training materials

1. Описание проблемы

Большое разнообразие акустико-эмиссионной (АЭ) аппаратуры, методик измерения характеристик, способов обработки измеренной информации практически не позволяют обеспечить единство и единообразие, как научных исследований, так и неразрушающего контроля промышленных объектов. В таких условиях задача повышение достоверности АЭ контроля, его эффективности, а так же метрологического обеспечение процесса измерения и выработка единой методики стоит как никогда остро. Решение этой задачи позволило бы в значительной степени устранить трудности, связанные с внедрением метода. Однако для этого требуется по-новому взглянуть на проблемы АЭ контроля.

Кажущаяся простота метода АЭ провоцирует легкое к нему отношение. При этом забывается, что во многих случаях операции измерения должна предшествовать процедура обнаружения сигналов на фоне различного рода шумов и помех, а также распознавания и идентификации сигналов АЭ от различных источников. Спектральный анализ в решении этих задач занимает важное место [1]. Это связанно с тем, что вопросы метрологии и достоверности АЭ контроля невозможно решить, анализируя сигналы в узкой полосе частот. Различные методы спектрального анализа позволяют решить многие задачи АЭ контроля, но требуют дальнейшего развития [2].

Целью проводимой разработки было создания обучающего исследовательского лабораторного комплекса, позволяющего проводить обучение специалистов НК в процессе их подготовки к аттестации на II и III уровень и студентов, обучающихся по программе магистратуры.

2. Структура лабораторного комплекса

Лабораторный комплекс состоит из методических указаний и комплекта программного обеспечения. Методические указания разбиты на ряд глав, включающих

в себя 7 лабораторных работ, дополненных необходимыми теоритическими сведениями. В рамках каждой из работ предлагается ознакомиться с новыми аспектами спектрального анализа сигналов АЭ. По окончанию изучения теоритической части подразумевается выполнение задания в ходе, которого происходит закрепление полученных знаний на практике. После чего обучающемуся необходимо выполнить самостоятельную работу по данной тематике. Комплект программного обеспечения включает в себя набор vi программ, которые используются при выполнении лабораторных работ. Комплекс рассчитан на обучающегося, обладающего предварительными знаниями по вопросам НК в рамках изучения программы «Исследование свойств материалов и изделий методом АЭ». В состав методических указаний входят следующие разделы для изучения:

1. Область применения АЭ спектрометрии;
2. Аналитический расчет АЧХ его использования при спектральном анализе сигналов АЭ;
3. Анализ и методика экспериментальной оценки АЧХ системы «объект-преобразователь»;
4. Особенности спектрального анализа сигналов АЭ при испытании образцов;
5. Анализ и обработка спектральных функций сигналов АЭ;
6. Использование вторичных параметров спектральных характеристик сигналов АЭ;
7. Распознавание и идентификация сигналов АЭ от различных источников.

В разделе 1 описывает методы и средства измерения спектральной плотности электрических сигналов, а также дает обоснование структуры установки для подобных измерений. Спектральный анализ играет важную роль в решении задач обнаружения и идентификации сигналов АЭ на фоне шумов. Благодаря использованию спектральных характеристик появляется возможность комплексно оценивать, классифицировать и сравнивать сигналы АЭ, полученные от различных источников. В результате изучения этого раздела у обучающегося складывается понимание о возможности использования спектра сигналов АЭ для более детального их исследования.

Материал, представленный в разделах 2-3, затрагивает вопросы расчета и исследования АЧХ образцов материалов, системы «объект-преобразователь» и особенности использования АЧХ при спектральном анализе сигналов АЭ. Приводятся теоритические обоснования и методы расчета АЧХ для различных объектов. Экспериментально исследуются методики оценки АЧХ системы «объект-преобразователь». Демонстрируется существенная значимость этой характеристики на ход проведения испытаний.

В разделах 4-5 более подробно освещает вопросы анализа и обработки спектральных характеристик сигналов АЭ. Исследуются различные методы разложения временной формы ранее зафиксированного сигнала в спектр. Обучающемуся предоставляется возможность визуально оценить спектральные характеристики сигналов АЭ от различных источников и предлагается провести комплексное сравнение этих сигналов.

Последние разделы (6-7) затрагивает вопросы использования вторичных параметров спектральных характеристик сигналов АЭ для идентификации механических параметров функции нагружения объекта. Используется метод анализа экстремумов для определения параметров функции нагружения. В заключении обучающемуся предлагается провести анализ количества экстремумов для сигналов от различных источников.

3. Используемое оборудование и программное обеспечение

Программное обеспечение, входящее в состав лабораторного комплекса было

разработаны в среде программирования NI LabVIEW 2013. В качестве аппаратной платформы для реализации функции захвата сигнала предлагается платформу NI CompactDAQ 9188 [4] с модулем ввода-вывода NI 9223 в совокупности с входными устройствами акустико-эмиссионной системы «EMIS-12/32 DAQ».

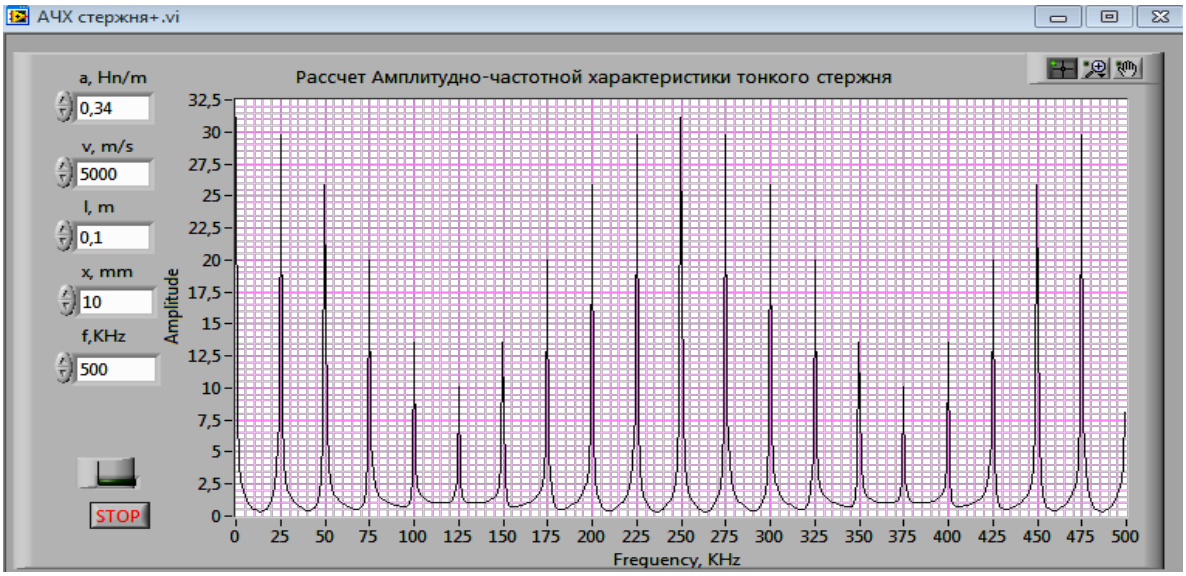


Рисунок 1 – АЧХ стального стержня в диапазоне частот 0-500кГц при значениях параметров $\alpha = 0,4 Нп/м$, $\nu = 5000 м/с$, x = 10мм, l = 0,1м (ЛР№2)

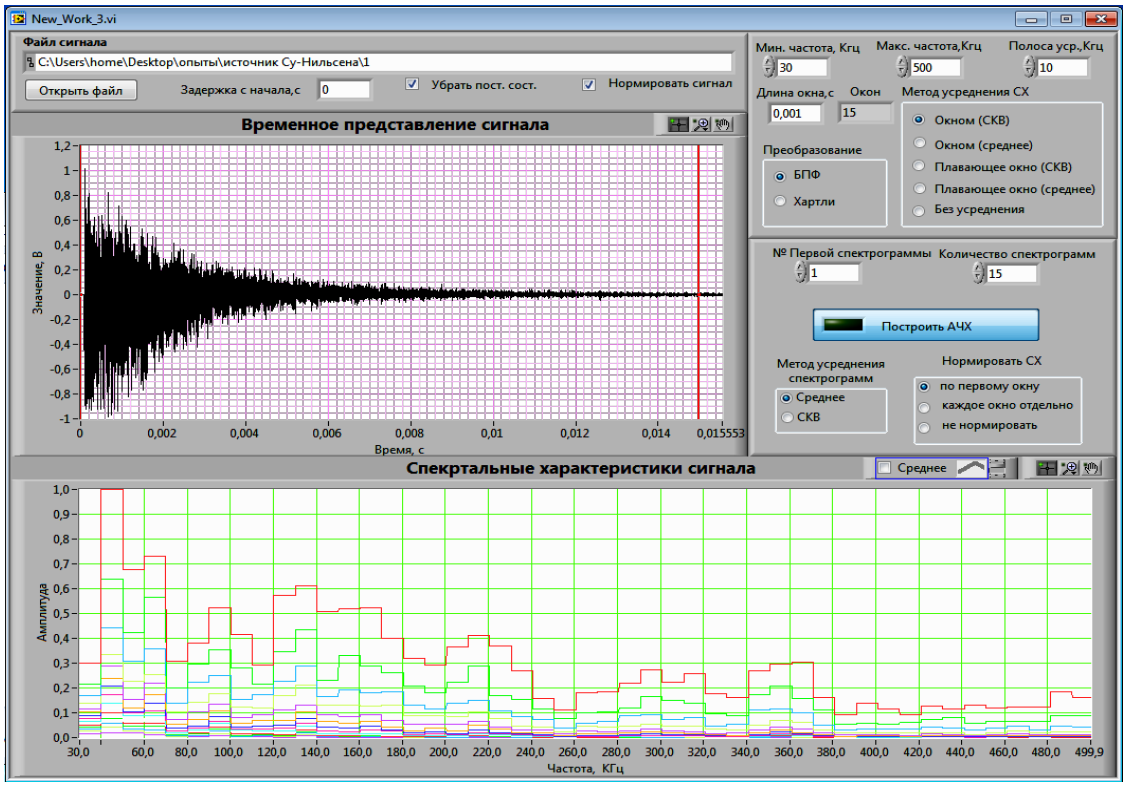


Рисунок 2 – Интерфейс программы вычисления и обработки спектральных функций (ЛР № 4)

Лицевая панель ПО для лабораторной работы № 2 комплекса представлена на рис. 1. Работа подразумевает исследование параметров АЧХ стального длинного

стержня. ПО позволяет производить расчет параметров АЧХ стержня при разных значениях длинны l, координаты x, скорости V и затухания a, описанных в ГОСТ [3]. В лабораторных работах № 4-5 исследуются спектральных характеристики АЭ сигналов. Интерфейс пользователя лабораторной работы № 4 представлен на рис. 2. Обучающемуся предлагается исследовать ранее полученный сигнал путем разложения и анализа его частотных компонентов.

4. Результат

В результате выполнения курса лабораторных работ, обучающийся получает базовые знания о спектральном анализе сигналов АЭ как возможном средстве повышения достоверности измерений при неразрушающего контроля и мониторинга промышленных объектов, знакомится с реально существующей системой акустической эмиссии и получает базовые навыки работы с ней.

Список литературы

1. Овчарук В.Н. Акустико-эмиссионные методы исследования свойств керамических материалов / В.Н.Овчарук – Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2010.– 201 с.

2. Овчарук В.Н. Критерии выбора параметров акустической эмиссии материалов // Датчики и системы. 2014. №3. С. 10–17.

3. ГОСТ Р 52727-2007. Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2007. 15 с.

4. http://www.ni.com/data-acquisition/compactdaq/ – раздел на сайте National Instruments

СОВРЕМЕННЫЙ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Саябаев К. М., Кульмамиров С. А.
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева
sayabaev_km@enu.kz, vtkulma@mail.ru

Статья затрагивает инновационный аспект вопроса создания учебно-лабораторного центра, связанного с изучением систем сбора, обработки данных и управления измерениями. В настоящее время программное обеспечение LabVIEW американской компании National Instruments в деятельности Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева выступает стандартом де-факто в системах сбора данных измерений и управления производством или процессами.

Ключевые слова: Учебно-лабораторный центр, научная лаборатория, цифровые устройства, виртуальные инструменты, система сбора и обработки данных, управление измерениями.

MODERN EDUCATIONAL AND LABORATORY CENTER OF THE PHYSICS AND TECHNOLOGY PROFILE

Sayabaev K., Kulmamirov S.
The Euroasian national university of L. N. Gumilev
sayabaev_km@enu.kz, vtkulma@mail.ru

Article affects innovative aspect of a question of the creation of the educational and laboratory centers connected with studying of systems of collecting, data processing and management of measurements. Now the software of LabVIEW of the American company

National Instruments in activity of the Euroasian national university of L. N. Gumilev is the standard de facto in systems of data collection of measurements and production managements or processes.

Keywords: Educational and laboratory center, scientific laboratory, digital devices, virtual tools, system of collecting and data processing, management of measurements.

В настоящее время учебно-лабораторные центры национальных университетов Казахстана трансформируются в сторону укрепления материально-технической базы, оснащая научные лабораторий учебным оборудованием развитых компании передовых стран, зачастую очень сильно опережая текущее состояние дел в высшем образовании.

На волне уверенного экономического подъема Республики Казахстан постепенно происходит реструктуризация и модернизация структуры и содержания высшего образования. Как следствие, у предприятий страны появляется острая необходимость в квалифицированных специалистах и инженерного кадра, способных создавать и обслуживать современную технику и производственные процессы.

В таких условиях возникает необходимость поддержки встроенных в инфраструктуру программно-аппаратных решений университетскими силами, внесение небольших и альтернативно важных изменений в алгоритмы их работы и создание с нуля компактных локальных систем автоматизации учебных и исследовательских процессов с целью увеличения эффективности и экономичности трансформации учебных лабораторий на современной основе.

Существенную помощь в решении этих проблем могут оказать молодые претенды на бакалавра, которые теперь могут изучать современные системы автоматизации измерений и получить навыки наблюдения технологических процессов и управления цифровыми устройствами прямо в учебных аудиториях университета. Сейчас даже опытные специалисты с приличным стажем часто не могут эффективно и в полной мере использовать возможности современных систем. Для этого востребованы дополнительные знания, которые можно получить на курсах повышения квалификации в университетах национального уровня или у системных интеграторов по физико-техническому профилю. Так или иначе, приходится возвращаться к проблемам высшей школы: чему она учит и как.

Статья затрагивает инновационный аспект вопроса создания учебно-лабораторного центра, связанного с изучением систем сбора, обработки данных и управления измерениями [1]. В настоящее время программное обеспечение NI LabVIEW в деятельности Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева становится стандартом де-факто в системах сбора данных измерений и управления производством или процессами.

Использование интегрированного программного комплекса в образовании дает неоспоримые преимущества [2]:

- быстрота внедрения,
- простота применения,
- доступность по стоимости,
- наглядное графическое программирование,
- обеспечение совместимости и модернизации программного кода,
- быстрое время изучения основ алгоритмизации программирования,
- поддержка широкого спектра измерительного оборудования мировых производителей,
- широкие возможности обработки полученных результатов измерений,
- "кроссплатформенность" – работа с различными операционными системами и платформами.

Все эти достоинства имеются в NI LabVIEW, что дают весомые основания для включения этого программного пакета в курс обучения образовательных программ университета на бакалаврском уровне физико-технических специальностей. На физико-техническом факультете ЕНУ им. Л. Н. Гумилева преподавание основ радиотехники, электроники и телекоммуникаций, космической техники и технологий, создания систем сбора, обработки данных и управления измерениями на базе программного комплекса LabVIEW проводятся с 2008 года. За этот период накопленный опыт методической и практической работы позволили создать новый инновационный учебно-лабораторный центр с охватом целого этажа учебного корпуса с более 20 аудиториями.

Во многих дисциплинах аккредитованных образовательных программ изучение основ программирования LabVIEW и освоение навыка создания действующих моделей производственных процессов занимает всего один семестр первого или второго курса бакалавриата. Преподаватели университета и специалисты производств в рамках программы повышения квалификации теперь могут пройти обучение в течение 10 рабочих дней. Общеизвестно и уже учащимися университета признано, что эта программная среда является дружелюбной к пользователю, а структура программы – интуитивно понятной для инженеров и физиков совокупностью создания блок-схем.

NI LabVIEW поддерживает работу с огромным количеством устройств: многоканальные системы ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов на базе компьютера или промышленного компьютера PXI, системы распределенного сбора данных и управления, программируемые контроллеры автоматизации (PAC, PLC), микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры (DSP), робототехнические системы с техническим зрением, системы управления перемещениями (шаговые и сервоприводы), портативные системы сбора данных и управления на базе операционной системы android, различные интерфейсные (RS-232/RS-485, GPIB) и телекоммуникационные модули.

В учебно-лабораторном центре физико-технического профиля уже сейчас имеются более 30 стендов по автоматизации измерений с использованием большинства перечисленных технологий [3].

Благодаря открытому в университете учебному центру NI LabVIEW при содействии Московского представительства NI теперь начнет действовать междисциплинарные учебные лабораторий на платформе NI ELVIS II, где встроена возможность организации удаленного доступа к оборудованиям лаборатории через Интернет. В этом немалая заслуга молодой процветающей Московской организации Labicom со своими сертифицированными специалистами в профиле LabVIEW. Лидером команды этой организации является Игорь Титов, вкладывающий в наш евразийский центр NI LabVIEW много своих разработанных виртуальных приборов и современных программных приложений, а также курсов повышения квалификации [1].

Сейчас уже редко встретишь инженера, регулирующего расход, температуру и положение клапана непосредственно на месте. Такие действия производятся на инновационном уровне при помощи компьютерных интерфейсов или распределенных систем управления, достаточно просто создаваемых с помощью LabVIEW.

Предоставление обучающимися нашего университета возможности удаленной работы в виртуальных лабораториях когда угодно и откуда угодно при помощи стандартных программ, например веб-браузера, является актуальным вопросом на фоне общего роста интереса к технологиям удаленного управления и обслуживания образовательных услуг. Благодаря этому подходу, преподаватели и обучающиеся других учебных заведений Казахстана могут получить дистанционный доступ к лабораторной базе, не расходуя средства на обслуживание оборудования, оплату персоналу или техническую поддержку.

К несомненным достоинствам образовательных приложений компании NI с настольными учебными оборудованиями в целом можно отнести возможность совмещения технологий компьютерного моделирования, виртуального управления и натурного сбора данных. В результате, рабочее место будущего бакалавра все чаще становится как дежурная учебная лаборатория УЛЦ ЕНУ им. Л. Н. Гумилева или за компьютером в общежитии учащихся.

Список литературы

1. «Учебный стенд NI ELVIS II - современная лаборатория автоматизации и инструмент подготовки кадров технического профиля». Пособие компании National Instruments. США. 2010. www.russia.ni.com.

2. Кульмамиров С. А. Виртуальные измерительные приборы на базе платы сбора данных NI ELVIS II, 2011. – 132 с.

3. Кульмамиров С. А. Микропроцессорные лабораторные стенды на платформе NI ELVIS II. Учебно-методическое пособие – Астана. 2011.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО СОПРЯЖЕНИЮ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ЦИФРО-АНАЛОГОВЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ В СРЕДЕ LABVIEW

Селуянов М.Н.
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», МГТУ МИРЭА

Предагается лабораторный практикум, включающий комплекс виртуальных лабораторных работ по совместной работе аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей с применением структурноизменяемых, входящих в данную систему АЦП и ЦАП.

Ключевые слова: аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, самоконтроль, резервирование, отказоустойчивость.

LABORATORY PRACTICAL SOFTWARE CONJUGATION FAULT-TOLERANT ANALOG-DIGITAL CONVERTER WITH DIGITAL –ANALOG CONVERTER WITH LabVIEW

Seluyanov M.N.
Public Joint-Stock Company GSKB “ALMAZ-ANTEI”, MSTU MIREA

Offered laboratory practice, including a set of virtual labs to work together analog-to-digital and digital-to-analog converters using strukturnoizmenyaemye included in the system ADC and DAC.

Keywords: analog-to-digital and digital-to-analog converters, self-control, fault tolerance, redundancy.

В настоящее время актуальной становится задача создания необслуживаемых высоконадежных неремонтируемых систем. При этом особую важность приобретают отказоустойчивые системы и устройства нечувствительные к определенному числу и видов отказов. Кроме того, при построении современных отказоустойчивых аналого-цифровых устройств возникает потребность в их моделировании с образовательной целью, так и с необходимостью дать возможность студенту или инженеру проверки технических схемных решений [1,2]. В данном случае задача состоит в том, чтобы дать студентам представление о перспективных отказоустойчивых АЦП, ЦАП с

самоконтролем и резервированием, с последующим изучением их совместной работы. Данный практикум предназначен для изучения виртуальных отказоустойчивых аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, а в качестве средства графического программирования выбран программный пакет NI LabVIEW 2012.

Практикум включает комплекс виртуальных лабораторных работ по совместной работе аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей с применением структурноизменяемых, входящих в данную систему АЦП и ЦАП.

При этом структура АЦП и ЦАП может изменяться с применением различных разработанных виртуальных АЦП и ЦАП: одноканальных отказоустойчивых, последовательно-параллельных с самоконтролем и резервированием АЦП, ЦАП высокой готовности с резервированием, парафазных с самоконтролем и резервированием и др.[2].

В приведенной структуре (рис.2) используется АЦП, в котором в случае неисправности или случайных погрешностей аналоговых элементов не превышающей величины младшего разряда проводится самоконтроль, по отрицательному результату которого производится реконфигурация устройства, при этом разрядность АЦП уменьшается на один разряд. Для этой цели вводится дополнительный (m+1)-й контрольный такт. В случае большей величины ошибки формируется отказ.

Для существенного повышения уровня готовности предлагается использование двух парафазных ЦАП с самоконтролем (рис.3). В случае отказа одного ЦАП устройство продолжает работать с прежними характеристиками. При этом обеспечивается самодиагностика парафазного ЦАП за счет совместного применения двух методов самоконтроля: парафазного и метода дублирования ЦАП с сравнением выходных сигналов.

Рисунок 1 – Лицевая панель виртуального стенда для совместной работы АЦП и ЦАП

Работа на стенде (рис.1…4) производиться следующим образом: вначале обмен информацией производится при работоспособных АЦП и ЦАП, затем имитируются неисправности соответственно в АЦП и ЦАП, которые не приводят к неработоспособному состоянию системы, а далее имитируются неисправности, приводящие к неработоспособному состоянию входящих в такую систему устройств.

Предложенные виртуальные структуры АЦП и ЦАП позволяют визуально наблюдать их работу и осуществлять автоматическое резервирование АЦП и ЦАП при имитационном моделировании отказов.

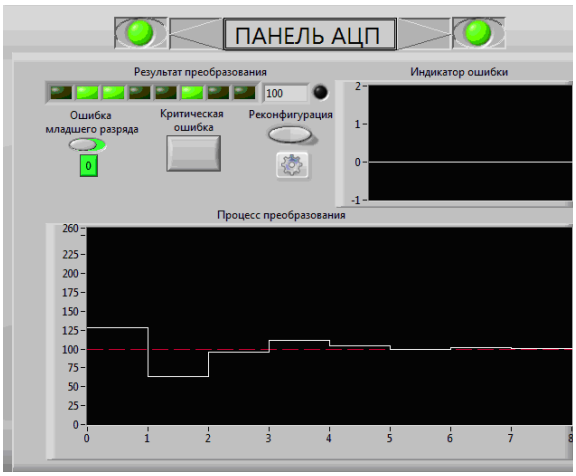


Рисунок 2 – Лицевая панель одного из АЦП

Рисунок 3 – Лицевая панель одного из ЦАП

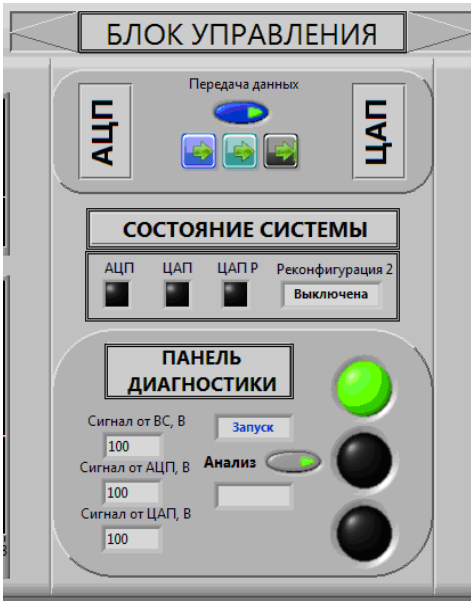


Рисунок 4 – Лицевая панель виртуального универсального блока управления

Практикум прошел апробацию на базовой кафедре «морское радиоприборостроение» в МГТУ МИРЭА и может быть использован как на индивидуальном рабочем месте, так и в режиме удаленного доступа.

Список литературы

1. Селуянов М.Н. Лабораторный практикум по цифро-аналоговым и аналого-цифровым устройствам в среде LabVIEW: Учебное пособие/ Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет)» - М., 2012. – 152с.
2. Селуянов М.Н. Аналого-цифровые преобразователи с самоконтролем и их моделирование в среде LabVIEW. Монография. - М.: Радиотехника, 2013, 264с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

Штрапенин Г.Л., Лазарев К.Ю.
Уральский Государственный Университет Путей Сообщения (УрГУПС)
gshtrapenin@usurt.ru

Разработаны принципы построения лабораторного практикума по электронике на основе оборудования и программного обеспечения National Instruments с возможностью выполнения лабораторных работ удаленно по сети интернет. Удаленный доступ организован в виде рабочей среды непосредственно в стандартном браузере, что позволяет обойти проблемы, связанные с установкой специального лицензионного программного обеспечения (ПО) на стороне клиента. Приведены примеры реализации различных типов лабораторных работ по основным разделам курса электроники.

Ключевые слова: лабораторный практикум, электроника, удаленный доступ, Internet, LabVIEW, Multisim, NI ELVIS.

REMOTE ACCESS TO THE LABORATORY WORKSHOP IN ELECTRONICS BASED ON LABVIEW SOFTWARE ENVIRONMENT

Shtrapenin G. L., Lazarev K. Yu.
Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg, Russian Federation
gshtrapenin@usurt.ru

Principles of the laboratory workshop in electronics based on National Instruments hardware and software are designed to perform laboratory work remotely over the Internet. Remote access is organized using modern Internet technologies and provides an interface for laboratory works directly in the browser, which allows to solve the problems associated with the installation of the special license software on the client side. Examples of the various types of laboratory work realization in the main sections of the course electronics are presented in this article.

Keywords: laboratory practice, electronics, remote access, Internet, NI LabVIEW, NI Multisim, NI ELVIS.

Традиционно проведение лабораторных практикумов осуществляется в отведенных для этого лабораториях, оборудованных необходимой техникой и персональными компьютерами со специальным программным обеспечением. Задачей настоящей работы является создание на основе типового учебного оборудования и программного обеспечения National Instruments комплекта лабораторных работ по электронике с возможностью их выполнения удаленно по сети интернет. Удаленный доступ организован с использованием современных интернет технологий и предоставляет интерфейс для выполнения лабораторных работ непосредственно в

стандартном браузере, что позволяет уйти от проблем, связанных с установкой специального лицензионного программного обеспечения (ПО) на стороне клиента. Разработка ПО для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 2013. Для реализации практикума использовалась программа симулирования электронных устройств Multisim 2013 и универсальная рабочая станция для изучения электроники и схемотехники NI ELVIS II+ [1].

Удаленный доступ к лабораторному практикуму осуществляется по сети интернет через стандартный браузер. В браузерах реализовано два протокола передачи данных – HTTP и WebSocket. Обычно используется протокол HTTP, который предназначен в основном для передачи HTML документов и основан на клиент-серверной технологии. Передача сообщений происходит по схеме «запрос-ответ», то есть клиент посылает запрос серверу, который в свою очередь его обрабатывает и отсылает обратно ответ с результатом. Инициатором общения всегда является клиент. Схема взаимодействия с браузером по протоколу HTTP представлена на рисунке 1.

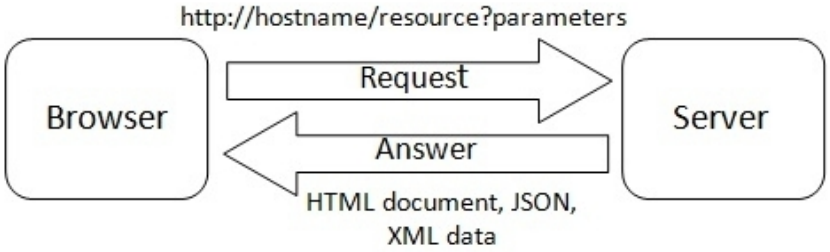


Рисунок 1 – Схема взаимодействия с браузером по протоколу HTTP

Архитектура приложения представлена на рисунке 2. Приложение разделено на три части. Клиентская часть представляет собой Web-интерфейс в браузере, с которым взаимодействует студент. Серверная часть состоит из HTTP сервера и WebSocket сервера. Они призваны обрабатывать клиентские запросы и взаимодействовать с лабораторными работами. Лабораторные работы могут быть построены как в LabVIEW, так и с использованием программы Multisim или лабораторного оборудования. Поэтому третий компонент системы это программные и аппаратные средства, выходящие за рамки LabVIEW.

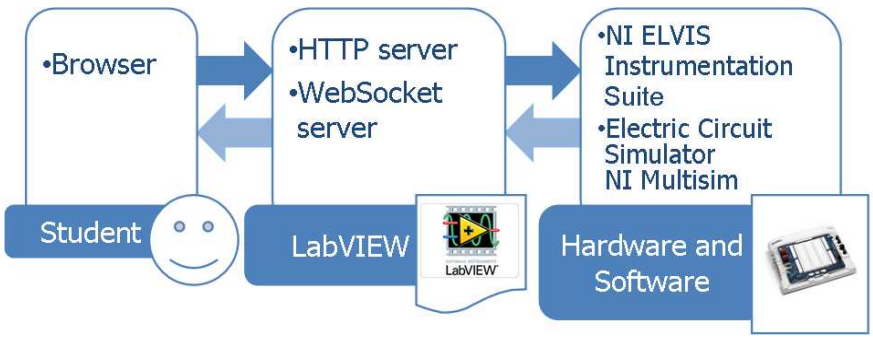


Рисунок 2 – Общая схема приложения

Ниже приведен пример реализации описанной методики в виде лабораторной работы «Изучение двоичного реверсивного счетчика», базирующейся на программной симуляции цифровых устройств в среде LabVIEW. Целью лабораторной работы является изучение двоичного реверсивного счетчика, построенного на J-K триггерах. Web-интерфейс лабораторной работы представлен на рисунке 3 и состоит из

изображения схемы счетчика, элементов управления: «Count», «Reset», «Up», «Down» и логических индикаторов состояния триггеров счетчика.

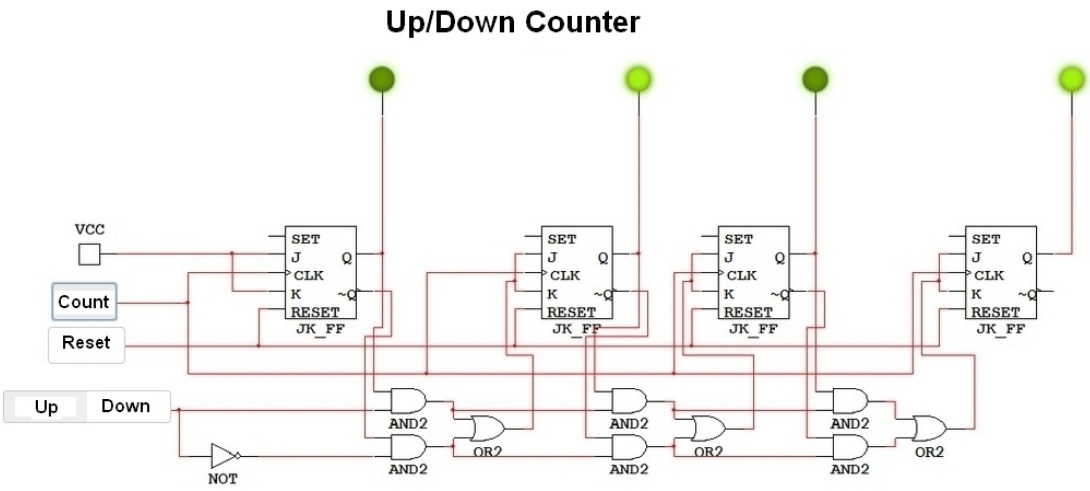


Рисунок 3 – Web-интерфейс лабораторной работы «Изучение реверсивного счетчика»

При нажатии на какую-либо кнопку управления, браузер генерирует событие, которому соответствует определенный обработчик. После отправки любого из запросов клиентское приложение получает ответ с данными симуляции лабораторной работы на сервере. На основе этих данных приложение перерисовывает состояние логических индикаторов, в результате лабораторная работа на сервере и ее представление на клиенте остаются синхронизированными.

К преимуществам, описанного выше решения можно отнести то, что оно:

- является платформонезависимым и позволяет работать с любого компьютера с браузером и доступом в интернет;
- не требует от студента установки какого-либо дополнительного программного обеспечения или оборудования;
- основано на современных стандартах Web-технологий и использует широкие возможности браузера;
- обладает достаточной универсальностью и широкой сферой применимости.

Так же стоит отметить ряд недостатков подобного подхода, вытекающих непосредственно из его достоинств:

- решение является достаточно сложным в реализации, так как помимо знаний программирования в LabVIEW, требует представления о Web-технологиях и наличия некоторых навыков создания Web-приложений;
- поскольку браузер использует свои инструменты для визуализации Web-страниц и обработки пользовательских действий, программировать приходится, как серверную, так и клиентскую части приложения;
- размещение подобного сервиса в сети связано с угрозой интернет-атак, поэтому необходимо позаботиться о сетевой безопасности приложения.

Практикум проходит апробацию на кафедре «Электрические машины» секция «Электроника» УРГУПС. Предполагается расширение номенклатуры лабораторных работ практикума, в том числе и по смежным дисциплинам, повышение его безопасности и удобства в работе.

Список литературы

1. Штрапенин Г.Л. Лазарев К.Ю. Применение технологий National Instruments для организации лабораторного практикума удаленного доступа по электронике // Инженерные и научные приложения на базе технологий National Instruments NIDays-2014: Сборник трудов XIII междунар. научн-практ. конф. – М.: ДМК-Пресс, 2014. – С.517-519.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С РЕЗОНАТОРНЫМ ДАТЧИКОМ

Юрин А.И.
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва
ayurin@hse.ru

В работе рассмотрены достоинства и ограничения применения резонаторных датчиков. Приведено описание и основные возможности разработанной измерительной системы, предназначенной для измерения частоты сигнала и автоматической коррекции погрешностей механических резонаторных датчиков.

Ключевые слова: механические резонаторные датчики, измерительная система, LabVIEW, автоматическая коррекция погрешностей

MEASURING SYSTEM WITH RESONATOR SENSOR

Yurin A.I.
National Research University Higher School of Economics (HSE), Moscow
ayurin@hse.ru

The paper considers the advantages and limitations of the resonator sensors. The main possibilities of the developed measurement system designed to measure the frequency of the signal and the automatic correction of errors of the mechanical resonator sensors.

Keywords: mechanical resonator sensors, measuring system, LabVIEW, automatic correction of errors

На современном этапе развития измерительных технологий точность измерения частоты является наиболее высокой среди всех физических величин, что может обеспечить высокие метрологические характеристики датчиков, информативным сигналом которых является частота (частотных датчиков). Кроме того, частотно-модулированные сигналы отличаются гораздо большей помехозащищенностью, что упрощает требования к линиям передачи измерительной информации.

Среди всего многообразия частотных датчиков наибольшее распространение получили датчики на основе механических резонаторов – кварцевых кристаллов, маятников, струн, гибких пластинок и т.д., которые отличаются достаточно высокой добротностью и стабильности частоты, низкой стоимостью и позволяют создавать датчики различных физических величин. При этом механический резонатор, как правило, служит задающим элементом в цепи автогенератора, совершающего колебания с частотой, равной собственной частоте колебаний резонатора [1].

При всех вышеперечисленных достоинствах механические резонаторные преобразователи обладают рядом ограничений. Прежде всего, это нелинейность функции преобразования и высокая чувствительность к внешним воздействующим факторам - температуре, давлению, вибрации и т. д.

Попытки линеаризации функции преобразования и минимизации воздействия внешних факторов путем усложнения конструкции механической части или электронной схемы датчиков неминуемо приводит к снижению их надежности и

существенному росту стоимости, однако с развитием компьютерных измерительных технологий появилась возможность снятия этих ограничений с помощью методов обработки информации и алгоритмической коррекции погрешностей.

Данная задача была решена в разработанной измерительной системе, состоящей из дифференциального струнного частотного датчика угла наклона УИП-1нк и персонального компьютера. Для передачи измерительной информации от датчика используется синусоидальный сигнал, информативным параметром которого служит частота собственных колебаний плоской металлической струны, находящейся в поле постоянного магнита. При изменении угла наклона датчика сила натяжения струны изменяется, а вместе с ней и частота колебаний.

Для измерения частоты сигнала датчика и коррекции систематической и дополнительной температурной погрешностей было разработано специализированное программное обеспечение (ПО) на языке графического программирования G в системе создания приложений LabVIEW, представляющее собой виртуальный частотомер с расширенными возможностями (рис. 1).

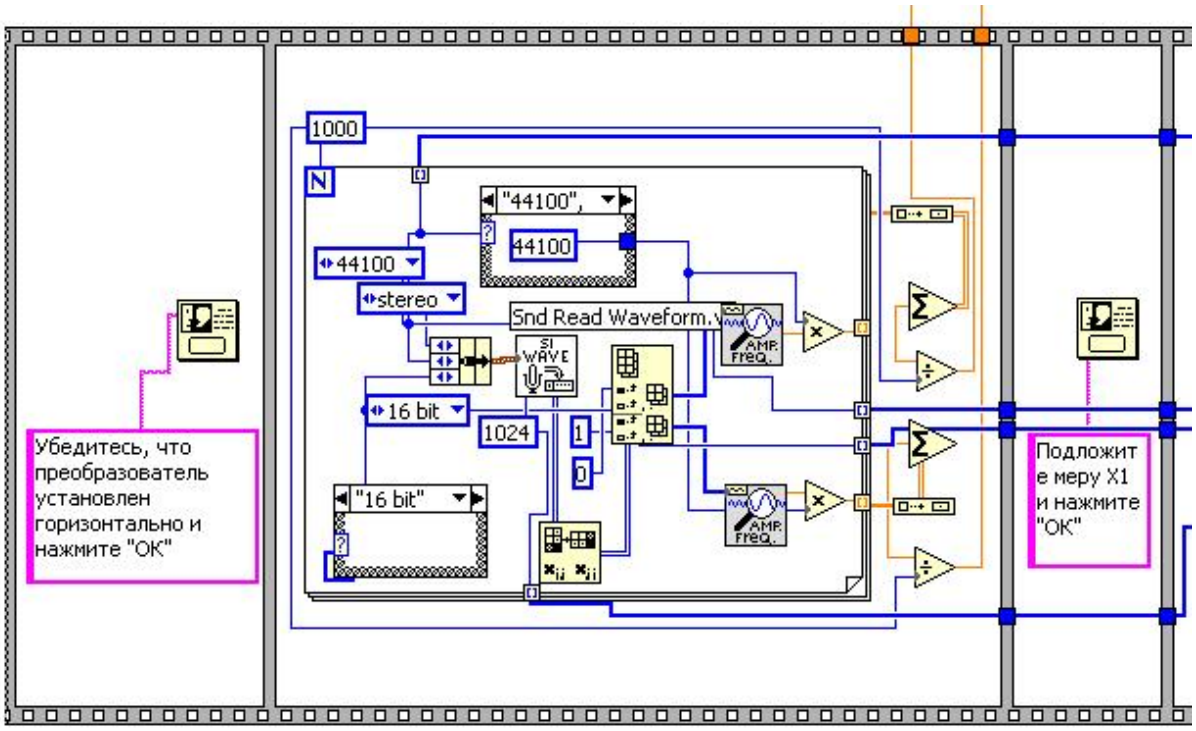


Рисунок 1 – Фрагмент функциональной схемы ПО, реализующий калибровку датчика

Разработанное ПО реализует один из алгоритмов обработки аналогового сигнала, поступающего с датчика, а именно определение частоты с помощью метода быстрого преобразования Фурье. После загрузки ПО возможно провести калибровку датчика с помощью метода образцовых сигналов [2] и возможностью выбрать необходимую функцию приближения в виде естественной функции преобразования механического резонатора или полинома 2-го порядка. В дальнейшем, при проведении измерений производится автоматическая коррекция дополнительной температурной погрешности и дрейфа с помощью оригинального алгоритма [3,4]. Результаты эксперимента могут быть записаны в текстовый файл (рис. 2).

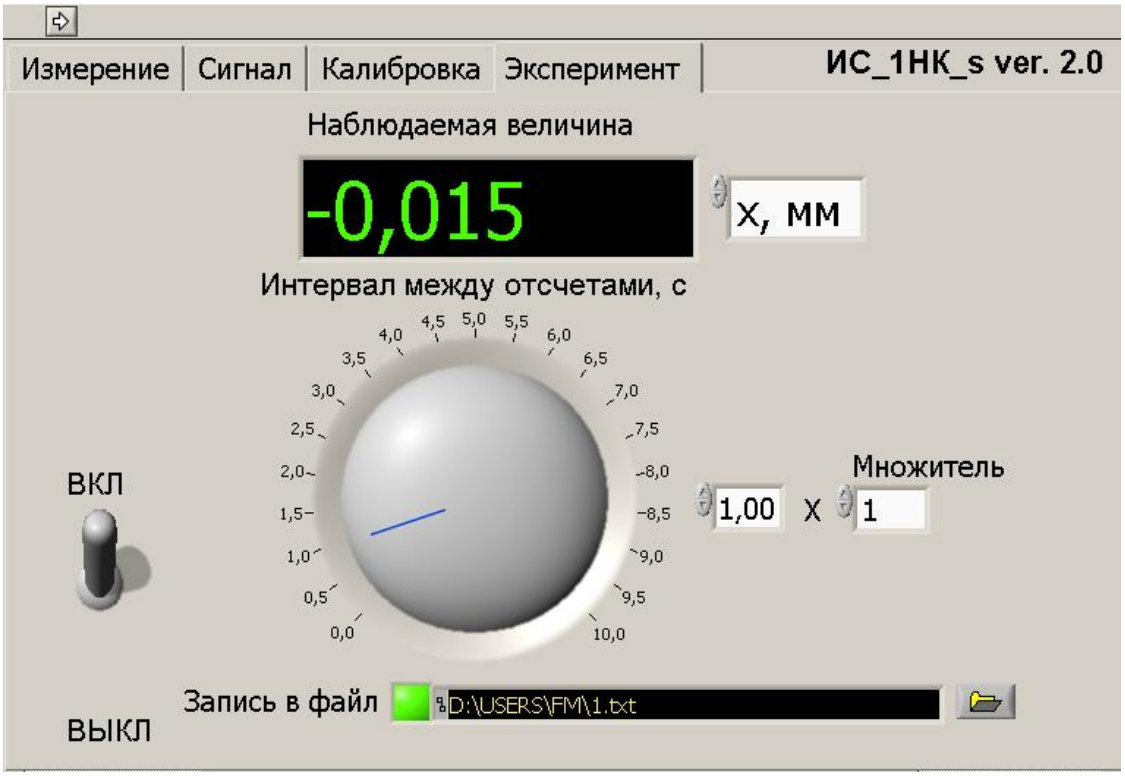


Рисунок 2 – Передняя панель разработанного виртуального прибора в режиме «Эксперимент»

Основные возможности разработанной измерительной системы:

- измерение частоты стереосигнала;
- коррекция систематической погрешности резонаторных измерительных преобразователей;
- автоматическая коррекция дополнительной температурной погрешности дифференциальных механических резонаторных преобразователей;
- исключение промахов из результатов измерений;
- визуализация измерительной информации в удобной форме;
- оценка спектрального состава сигнала преобразователя;
- запись полученной информации с возможностью дальнейшей передачи и обработки.

Результаты работы были внедрены в учебный процесс в виде лабораторной работы «Информационно-измерительная система с датчиком угла наклона». Основным содержанием работы является ознакомление студентов с возможностями и основными метрологическими характеристиками информационной измерительной системы ИС-1s, проведение экспериментальных исследований, сравнение результатов с показаниями образцовых средств измерений.

Список литературы

1. Е.А. Карцев. Физические основы преобразования неэлектрических величин в электрические. Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математики. М., 2005. - 160 с.

2. Е.А. Карцев. Измерительные преобразователи. (Основы расчёта и конструирования). Учебное пособие. МИЭМ, М., 1986, - 160 с.

3. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. № 12. P. 1323-1326

4. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков// Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

Секция 5
АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

ИМИТАЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Попадько В.Е., Барашкин Р.Л., Антипов О.Д., Зуев С.А., Северенко В.С.
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва
barashkin.r@gubkin.ru

Рассматривается имитационный стенд для тестирования алгоритмов управления систем АСУТП для объектов нефтегазовой отрасли на примере объекта газоизмерительной станции. Представлена концепция построения имитационного стенда. Сформулированы требования к имитационному стенду, приведено описание программных компонентов имитационного стенда.

Ключевые слова: PXI 8109, cRIO 9024, имитационный стенд, заводские испытания АСУТП, тестирование алгоритмов АСУТП.

SIMULATION UNIT FOR OIL&GAS INDUSTRY FACILITIES CONTROL ALGORITHMS TESTING

Yuzhanin V., Barashkin R., Stepura A., Antipov O., Severenko V., Zyev S.
Gubkin Russian State University of oil and gas. Technological processes automation department. Science team "Markodelgroup".

The article discusses a simulation unit for oil&gas industry facilities DCS control algorithms testing on example of gas-measuring station. Describes the conceptions of simulation unit building. Formulates the simulation unit requirements. Gives the descriptions of simulation unit program components.

Keywords: PXI 8109, cRIO 9024, simulation unit, DCS factory testing, DCS control algorithms testing.

Постановка задачи

С каждым годом системы автоматического управления становятся все более сложными. На практике, как производители, так и заказчики АСУТП заинтересованы в оперативном внедрении данных систем. Тем не менее, одной из главных проблем на сегодняшний день остается отсутствие возможности полноценной проверки АСУТП в процессе разработки системы, а также на этапе заводских испытаний. В связи с этим система управления, зачастую, находится в недостаточной функциональной готовности на момент ее поставки на объект, что способствует:

- увеличению сроков пуско-наладочных работ;
- возникновению угрозы безопасной работы объекта управления;
- снижению экономической эффективности, как со стороны производителя системы управления, так и со стороны заказчика.

Одним из способов решения обозначенных выше проблем может стать проверка функционала и алгоритмов управления системы АСУТП с помощью имитационного стенда. Стенд позволит выявлять и устранять недостатки программно-аппаратного обеспечения, а так же осуществлять тонкую настройку алгоритмов управления до поставки системы на объект.

Требования к имитационному стенду

Для решения поставленной задачи необходимо, чтобы имитационный стенд удовлетворял следующим требованиям:

- Стенд должен быть оснащен динамической моделью, осуществляющей имитацию поведения реального объекта с заданной точностью.
- Стенд должен обеспечивать возможность осуществлять взаимодействие с тестируемой АСУТП как на уровне физических каналов связи между ПЛК стенда и ПЛК АСУТП, так и на программном уровне.
- Стенд должен обеспечивать возможность автоматизированного тестирования алгоритмов управления.
- Стенд должен быть достаточно мобильным для организации выездного тестирования АСУТП на объекте при необходимости.

В свою очередь, необходимо чтобы динамическая модель так же удовлетворяла определенным требованиям. Для полноценного тестирования алгоритмов АСУТП необходимо, чтобы имитационная модель технологического объекта осуществляла:

- расчет технологических параметров процесса в динамике;
- моделирование основных режимов эксплуатации, таких как: пуск, останов, переход с режима на режим;
- имитацию отказов оборудования.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Разработка имитационной модели осуществлялась в среде моделирования Pipel. Для разработки программного обеспечения использовалась среда программирования NI LabView 2012 с модулем DSC Module. Для реализации имитационного стенда была использована платформа NI PXI с контроллером NI PXI-8109 и модулями ввода/вывода: PXI-6723, PXI-6514. Для реализации прототипа тестируемой АСУТП была использована платформа NI CompactRIO с контроллером NI cRIO-9024 и модулями ввода/вывода: NI 9207, NI 9425, NI 9476.

Описание решения

Рассмотрим работу имитационного стенда на примере тестирования алгоритмов управления газоизмерительной станции (АСУТП ГИС). Газоизмерительная станция представляет собой технологический объект, входящий в состав газотранспортной системы, который осуществляет коммерческий учет природного газа.

Рассмотрим принцип действия имитационного стенда на примере его упрощенной структурной схемы (рис. 1).

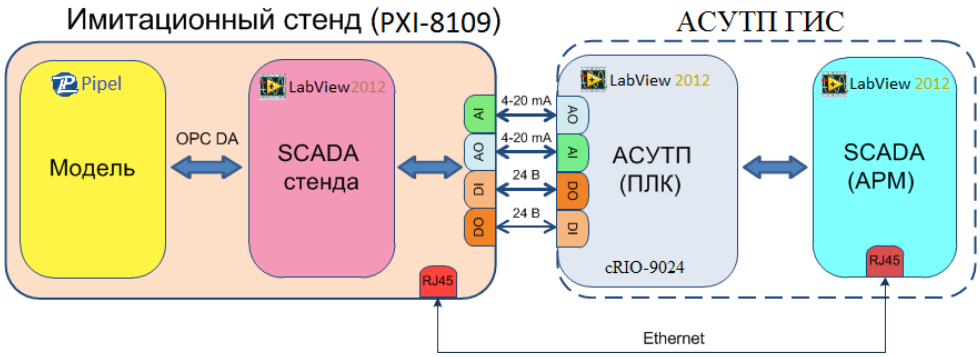


Рисунок 1 – Структурная схема имитационного стенда и АСУТП на примере ГИС

Модель газоизмерительной станции осуществляет вычислительный процесс для расчета значений технологических параметров. Далее эти значения передаются в SCADA-приложение (SCADA стенда), которое осуществляет вывод информации на экран оператора стенда, а так же производит дальнейшее преобразование данных для

передачи информации по физическим каналам связи, либо по интерфейсным линиям связи в АСУТП ГИС.

В свою очередь АСУТП ГИС в соответствии с заложенными алгоритмами формирует управляющие воздействия на объект (имитационный стенд), а так же передает данные на верхний уровень (АРМ).

На рис. 2 представлен фрагмент имитационной модели ГИС, разработанной в пакете Pipel. На фрагменте приведены основные технологические узлы газоизмерительной станции:

- участок линейного газопровода с двумя секущими кранами;
- узел подключения ГИС;
- пять измерительных трубопроводов;
- свечная обвязка ГИС.

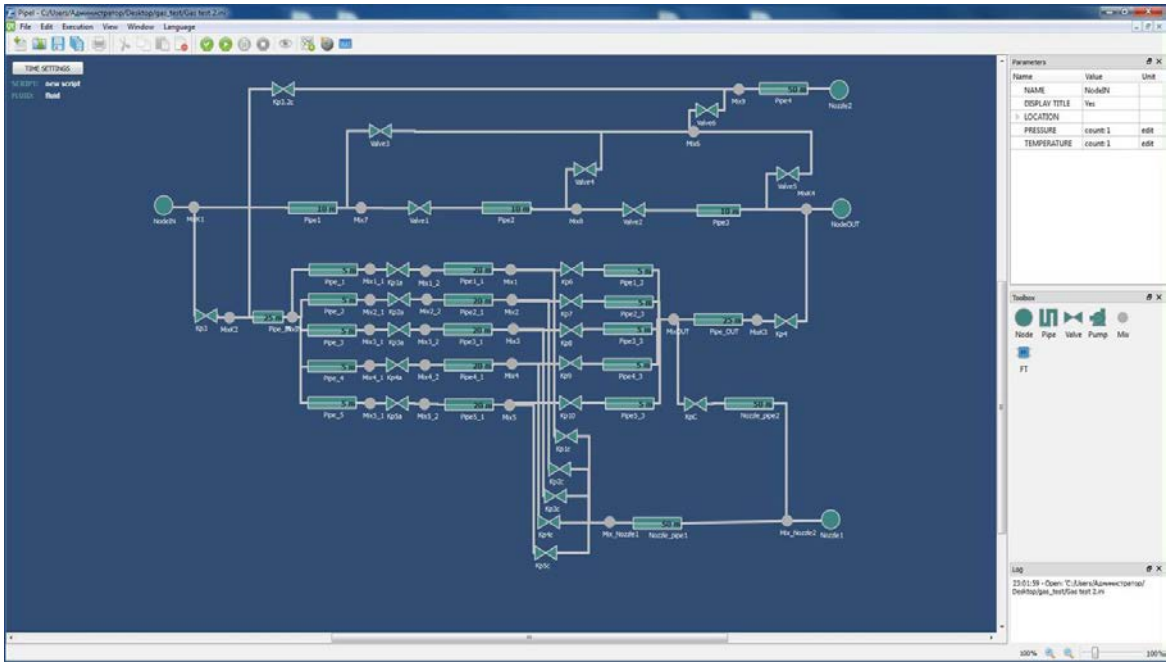


Рисунок 2 – Имитационная модель ГИС

Имитационная модель ГИС осуществляет следующие функции:

- моделирование объектов с распределенными параметрами;
- расчет состава и теплотворной способности газа;
- расчет точки росы по воде и углеводородам;
- расчет плотности газа при стандартных условиях.

SCADA стенда (рис. 3) является операторским интерфейсом имитационного стенда, с помощью которого производится управление моделью технологического объекта и задание различных режимов ее работы. SCADA стенда представляет собой мнемокадр, на котором расположены:

- средства для обработки измерительных аналоговых сигналов;
- средства для управления технологическим оборудованием;
- панель задания и настройки краевых условий моделирования.

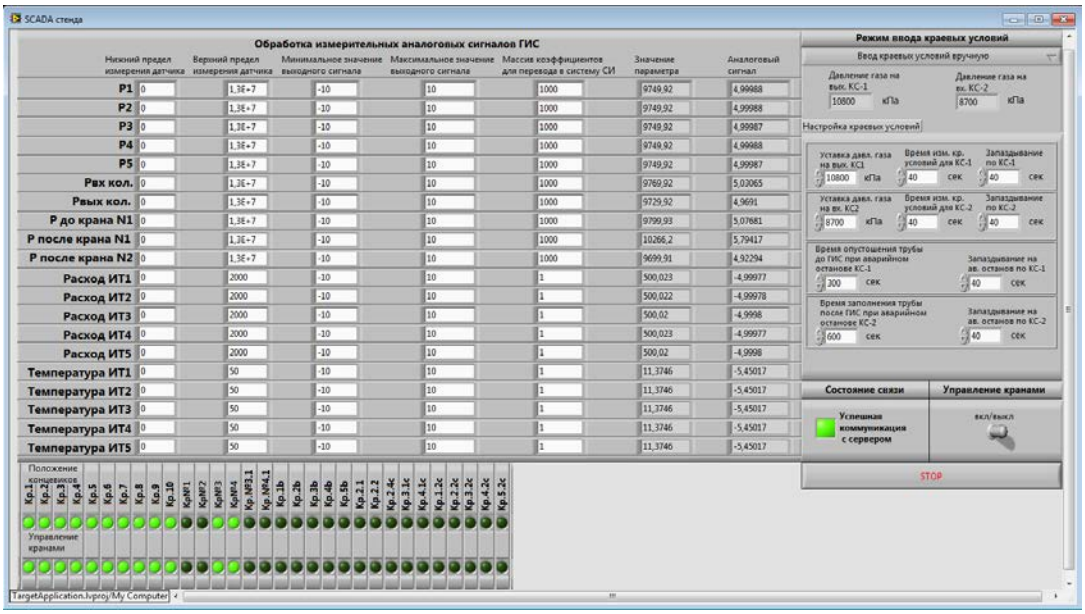


Рисунок 3 – SCADA стенда

Для демонстрации работы имитационного стенда был разработан прототип АСУТП газоизмерительной станции. На рис. 4 приведен главный мнемокадр АСУТП, на котором расположены:

- технологическая схема ГИС с измерительными и исполнительными устройствами;
- тренды основных технологических параметров;
- органы переключения режимов управления и подачи сигнала аварийного останова.

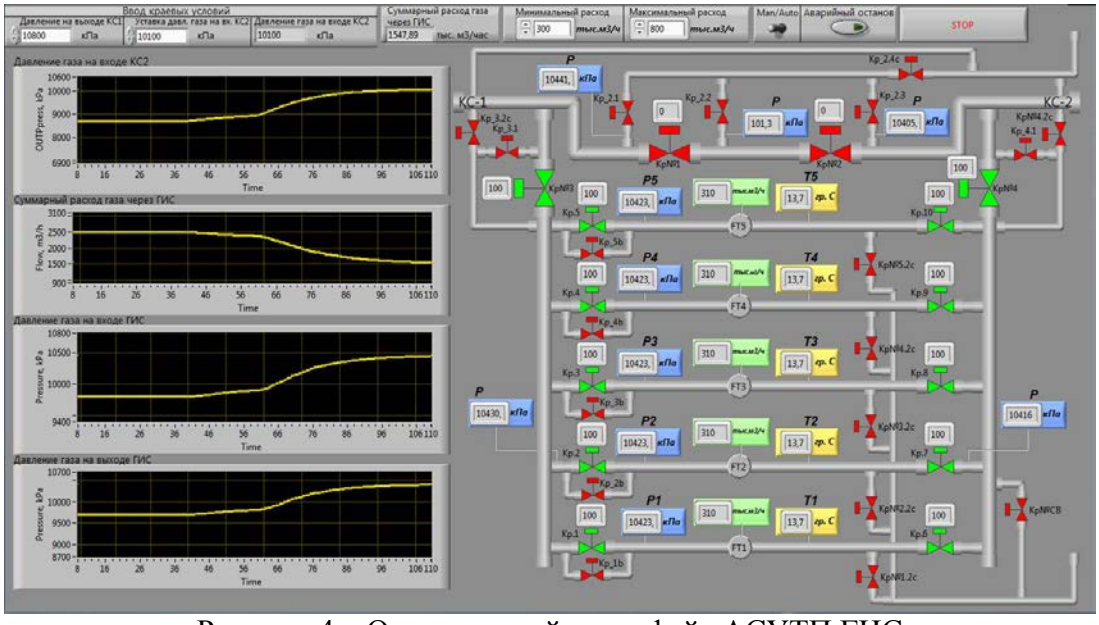


Рисунок 4 – Операторский интерфейс АСУТП ГИС

В соответствии с требованием к имитационному стенду об автоматизированной проверке алгоритмов АСУТП был разработан менеджер тестирования, который обеспечивает:

- задание сценариев работы объекта;

- проверку выполнения алгоритмов АСУТП;
- формирование отчетов о результатах тестирования.

Перспективы внедрения имитационного стенда

Внедрение стенда позволяет:

- сократить время пуско-наладочных работ;
- снизить риски возникновения аварийных ситуаций во время испытаний и эксплуатации АСУТП;
- повысить рентабельность технологической установки благодаря улучшению эксплуатационных качеств системы управления.

Список литературы

1. Сарданашвили С.А. «Расчетные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт газа)». Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Москва – 2005.
2. Professor William Y.Svrcek, Dr Donald P.Mahoney, Dr Brent R.Young “A Real – Time Approach to Process Control”. Second edition. Wiley(2006).
3. http://www.labviewportal.ru – информационный портал National Instruments.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА NI LABVIEW ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Белоусов А. В., Кошлич Ю. А., Третьяков О. В., Стан В. К.
БГТУ ИМ. В.Г.ШУХОВА
ntk@intdel.ru, koshlich@yandex.ru, lega932@yahoo.com, madseal@yandex.ru

В работе рассмотрено применение комплекса NI LabView в качестве SCADA-системы для управления асинхронным электрическим приводом. Представлены основные этапы разработки модели. Выявлены преимущества использования предложенного подхода.

Ключевые слова: NI Labview, SCADA, электрический привод, асинхронный двигатель, преобразователь частоты, Modbus.

USING THE PROGRAM COMPLEX NI LABVIEW FOR RESEARCH OF CONROL SYSTEMS OF ELECTRICAL ENGINES

Belousov A., Koshlich Y., Tretiakov O., Stan V.
Belgorod state technological university named after V.G.Shukhov

Using of laboratory complex NI LabView like SCADA system for controlling of asynchronous electrical engine was described in article. General steps of model’s developing were shown. Advantages of using the offered way were indicated.

Keywords: Labview, SCADA, electrical engine, asynchronous engine, frequency converter, MODBUS.

В большинстве современных систем автоматического управления технологическим процессами с использованием электрических приводов управление двигателями осуществляется посредством частотного преобразователя (ПЧ), который, в свою очередь, подчиняется командам, подаваемым с компьютера [7]. Для реализации связи компьютер – преобразователь частоты – асинхронный двигатель необходимо специальное программное обеспечение (ПО). Большинство производителей ПЧ поставляют его вместе со своей продукцией, однако данное ПО не в полной мере

обеспечивает использование всех представленных возможностей ПЧ для мониторинга основных параметров подключенного двигателя, и годится только для первичной отладки и конфигурирования оборудования. Наиболее приемлемым вариантом является использование SCADA-систем. Но и здесь существует несколько принципиальных вопросов, требующих проработки. Во-первых, это выбор программного обеспечения, которого на данный момент существует достаточно большое количество (Genesis, SCADA RealFlex, TraceMode и др.) [5]. Во-вторых, техническая и аппаратная реализация самой системы управления, которая должна удовлетворять определенным критериям, таким как простота, информативность, относительная защищенность от различных хакерских атак и наличие схемы обработки ошибок [1].

В качестве SCADA системы был выбран программный продукт NI LabView компании National Instruments в виду ряда преимуществ:

- поддержка большого количества оборудования разных производителей;
- возможность использования не только в качестве SCADA системы, но и в качестве среды для разработки различных инструментов виртуального моделирования;
- возможность работать с большинством существующих протоколов передачи данных;
- использование в рамках учебного процесса и научно-исследовательской деятельности.

В ходе анализа способов реализации взаимодействия программной платформы LabView и ПЧ было выявлено два основных подхода к их построению, которые базируются на использовании стандартного протокола передачи данных Modbus, а также протокола VISA [1].

Коммуникационный протокол Modbus в основном направлен на работу с RS-232/485 интерфейсом. Его использование в системах управления обусловлено в первую очередь открытостью и простотой создания коммуникационного канала. В настоящее время подавляющее большинство промышленных систем контроля и управления имеют программные драйвера для работы с Modbus-сетями [4].

Протокол VISA, разработанный компанией National Instruments в конце 90-х гг. для работы с программно-аппаратным комплексом LabView, поддерживает большинство интерфейсов, используемых в настоящее время (RS-232/485, USB, IEEE-488). Он построен на принципе «запрос-ответ», компьютер отправляет специфичную для конкретного прибора команду-запрос и ждёт ответа (например, отчёт о состоянии или результаты измерений) от прибора [6].

Для реализации программной связи компьютер – ПЧ – АД был выбран протокол Modbus ввиду ряда преимуществ:

- протокол совместим с большинством выпускаемого в настоящее время оборудования контроля и мониторинга;
- простота системы передачи данных позволяет реализовать систему любой сложности с минимальными затратами ресурсов;

Разработанная структура программно-аппаратного комплекса для исследования систем управления электроприводом представлена на рисунке (Рис.1):

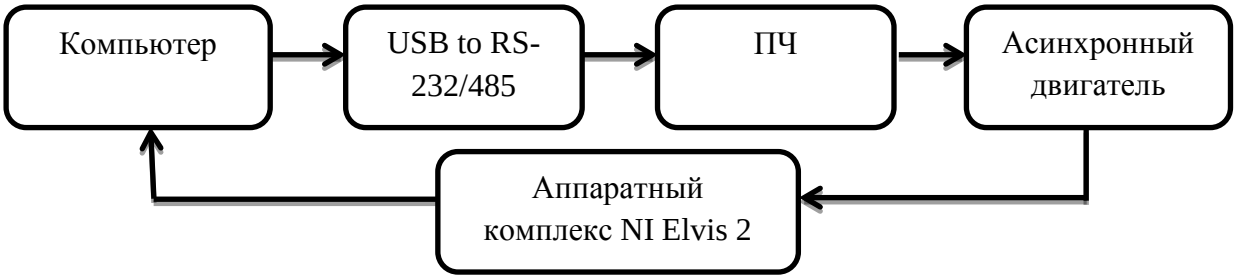


Рисунок 1 – Структура программно-аппаратного комплекса

Для реализации обратной связи используется аппаратный комплекс NI Elvis 2 компании National Instruments, обеспечивающий подключение внешних устройств контроля и измерений, таких как оптический или магнитный энкодеры и тахометры, а также позволяющий проводить измерения параметров двигателя за счет использования специальных программных средств.

На основании критерия совместимости программно-аппаратных платформ оборудования был выбран преобразователь интерфейсов UPort 1130 компании MOXA. Так как протокол Modbus реализует связь «ведущий-ведомый» (master-slave), а LabView в разработанном проекте является Modbus-клиентом (slave), необходима программа, реализующая командные запросы, или Modbus-master.

Приемлемым вариантом является использование технологии OPC (OLE for processions control), суть которой заключается в предоставлении разработчикам универсального фиксированного интерфейса (набора функций) обмена данными с любыми устройствами. В качестве OPC сервера использован Lectus OPC/DDE Toolkit, ввиду достаточной степени надежности функционирования, а также наличия русской локализации, обеспечивающей быструю установку и настройку OPC/DDE сервера. Спецификация используемых регистров Modbus представлена в таблице 1 [3].

Таблица 1

Таблица переменных Lectus OPC/DDE Toolkit

№ п/п	Название	Тип	Режим доступа	Описание	Адрес переменной
1	Пуск	Word	Write/Read	Пуск-остановка двигателя	0x2000
2	Частота	Word	Write/Read	Задание частоты	0x2001
3	Управлене	Word	Write/Read	Источник управления двигателем	0x201
4	Задание частоты	Word	Write/Read	Источник задания частоты	0x200
5	Разгон/замедлен ие	Word	Write/Read	Выбор режима разгона/замедления	0x116
6	Реверс	Word	Write/Read	Запрещение реверса	0x203

В соответствии со структурой программно-аппаратного комплекса был разработан виртуальный инструмент на базе LabView (Рис.2).

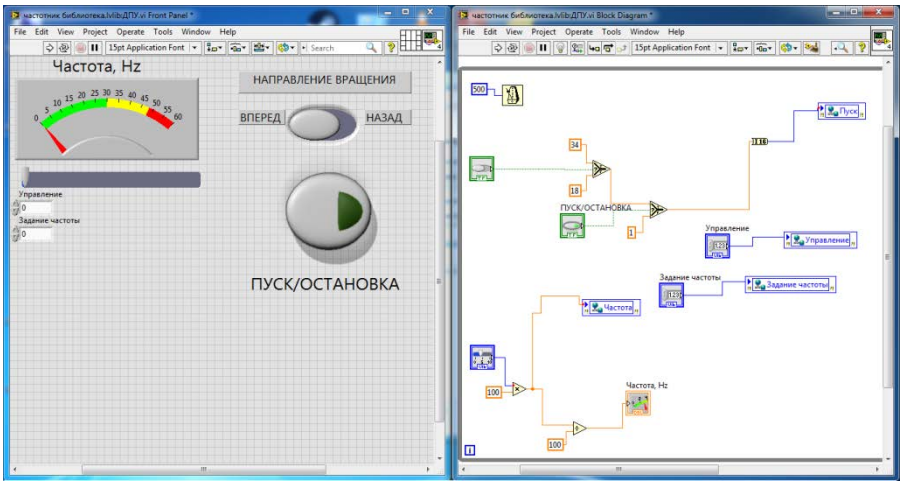


Рисунок 2 – Экранная модель разработанного программного модуля

В основе реализованного подхода лежит программное взаимодействие 3-х компонентов (Рис.3): ПЧ, OPC сервера и программного модуля LabView, выполняющего функции SCADA системы [2]. Переменные, созданные в программе Lectus, позволяют осуществлять управление и контроль за АД. Связь между OPC сервером и виртуальным инструментом LabView осуществляется за счет использования общих переменных (Shared Variable) [2].

Рисунок 3 – Программная модель разработанного комплекса

Преимущества выбранного подхода в плане разработки систем управления и контроля над технологическими процессами:

- простота реализации (за счет использования графического языка потокового программирования G не нужно вручную писать огромный код, что требует довольно глубоких знаний);
- наглядность;
- большие возможности для расширения и доработки модели практически в реальном времени;

Отличительной чертой реализованного подхода является практическая направленность исследования. Основные решения, существующие на сегодняшний день, направлены на исследование работы виртуальных моделей электрических приводов, что создает достаточно большое количество ограничений на использование данных моделей в реальных условиях.

Список литературы

1. Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б. Решение вопроса информационной безопасности в интерактивных обучающих системах с удаленным доступом [Текст] / Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б. // Ученые записки ИСГЗ. – Казань, 2013. - №1 (ч.1). – С. 60-66.
2. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Третьяков О.В., Стан В.К. Технологические аспекты эксплуатации лабораторного комплекса NI Elvis II при изучении электронных

приборов и устройств [Текст] / Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Третьяков О.В., Стан В.К. // Дистанционное и виртуальное обучение. – Москва, 2015. - № 1 (91). С. 42-49.

3. Жарков Ф.П., Каратаев В.В., Никифоров В.Ф., Панов В.С. Использование виртуальных инструментов LabVIEW – М.: Солон-Р, Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 1999.–268 с.

4. Кехтарнаваз Н., Ким Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW./Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 304 с.

5. Куцевич Н.А. SCADA-системы. Взгляд со стороны [Электронный ресурс] / Куцевич Н.А. - Электрон. текст. дан. – Москва: PCWeek. 1999. – Режим доступа: http://www.rtsoft-training.ru/news/services/scada-systems-side-view-kutcevich-na-director-cjsc-rtsoft-moscow-pcweek-n-33-1999/, свободный.

6. A Krauß, U Weimar, W Göpel. LabView for sensor data acquisition [Текст] / A Krauß, U Weimar, W Göpel // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 1999. – Volume 18, Issue 5. – С. 312-318.

7. Юдин Д.А. Автоматизированная система управления вращающимися печами с применением технического зрения [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. юрид. наук : 05.13.06 / Юдин Дмитрий Александрович; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2014. – 169 с.

АНАЛИЗ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА РЫНКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Шелеметьева В.А., Давлеткиреева Л.З.
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
sheremeteva.v@list.ru, ldavletkireeva@mail.ru

В статье на основе исследования рынка информационных технологий и целей научно-исследовательской деятельности обосновывается актуальность применения мобильных приложений в исследовательской работе студентов и преподавателей, рассматриваются примеры ситуаций, когда использование подобных программ становится целесообразным. Кроме того, в процессе аналитических рассуждений доказывается, что грамотное применение мобильных приложений существенно повышает продуктивность научно-исследовательской деятельности. Особое внимание уделено характеристике конкретных программных продуктов.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, мобильные приложения, рынок информационных технологий.

ANALYSES OF MOBILE APPLICATIONS IN IT MARKET FOR RESEARCHING ACTIVITIES OF STUDENTS AND TUTORS

Shelemetyeva V.A., Davletkireeva L.Z.
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

The significance of using mobile applications by students and tutors in their researching activities is the subject of the article upon the IT market research and the targets of scientific researches. The article reviews the samples when the using the proper programs is reasonable. Additionally, within analytical discourses it is being proved that appropriate use

of mobile applications raises the results of scientific activities significantly. The description of certain program products is extra reviewed.

Keywords: Keywords: research work, mobile applications, IT market

Рынок информационных технологий можно условно разделить на три сектора: компьютерное и сетевое оборудование, ИТ-услуги и программное обеспечение. Самым динамично развивающимся сегментом является последний, больше половины его совокупного объема составляют различные категории приложений, остальная часть приходится на системное программное обеспечение и средства разработки. Это связано, в первую очередь, с постепенным сокращением рынка персональных компьютеров и ростом рынка мобильных продуктов и, как следствие, повышением спроса на приложения. По прогнозам, в течение этого десятилетия развитие данного сектора будет основной движущей силой мирового рынка информационных технологий [1].

Быстрыми темпами развивается российский рынок информационных технологий. Более половины его объема приходится на различные приложения, около трети − на инфраструктурное программное обеспечение, остальная часть − на программное обеспечение для разработки приложений (рис.1) [4].

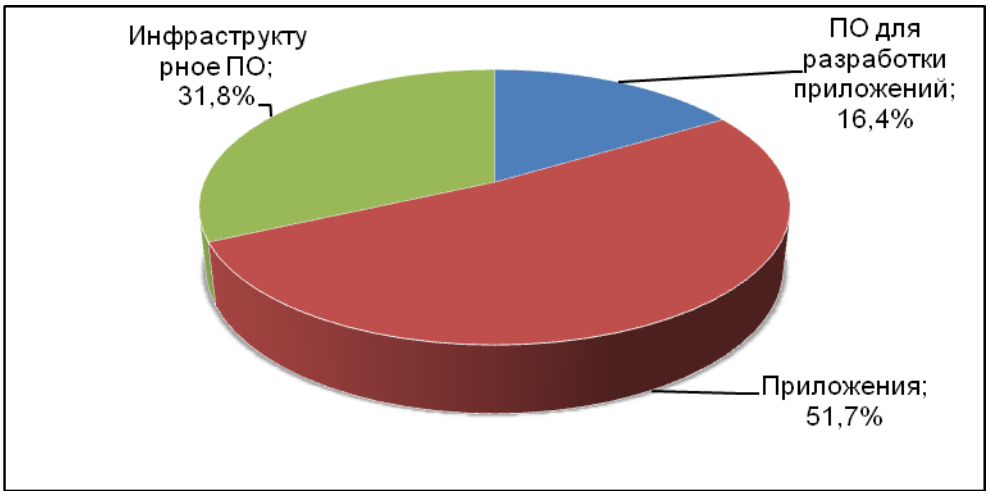


Рисунок 1 – Расходы по категориям программного обеспечения в России на 2013 год

Стоит отметить, что все чаще мобильные приложения используются не только в развлекательных целях, но и как полезный вспомогательный инструмент. Они проникают во все сферы жизни человека, включая образование, в частности, находят применение в научно-исследовательской деятельности, которая является неотъемлемой частью образовательного процесса в высшем учебном заведении.

Студенты, принимающие участие в научном исследовании, получают навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности в будущем, учатся правильно организовывать свою работу и применять полученные знания на практике. Научно-исследовательская деятельность преподавателей проводится с целью повышения компетентности и профессионального мастерства каждого преподавателя и их участия в работе по внедрению в образовательный процесс инновационных педагогических и информационных технологий [5].

Таким образом, применение мобильных приложений при выполнении работы данного типа актуально как для студентов, так и для преподавателей.

Существует целый ряд мобильных приложений, которые могут быть полезны в научно-исследовательской деятельности. Их применение имеет ряд преимуществ. Во-

первых, мобильное приложение не требует большого количества времени на запуск, позволяя повысить скорость выполнения работы. Во-вторых, большинство программных продуктов адаптировано под определенные модели устройств, что позволяет сделать их использование максимально комфортным для человека. В-третьих, благодаря наличию магазинов мобильных приложений процесс поиска, скачивания и установки нужной программы стал простым и удобным. Благодаря этому владелец мобильного устройства имеет постоянный доступ к необходимым ему инструментам, реализованным в приложениях. Приведем конкретные примеры приложений, использование которых актуально в научно-исследовательской деятельности (табл.1).

Таблица 1

Мобильные приложения в научной деятельности

№	Название приложения	Платформа	Описание
1	Cool Reader	Android	Программа для чтения электронных книг (более 10 форматов): • настройка шрифтов, цветов, переносов, яркости подсветки экрана и т.д.; • чтение вслух; • настраиваемые действия для кнопок и зон сенсорного экрана; • автолистание; • закладки, оглавление, поиск по тексту; • выделение текста и копирование в буфер обмена.
2	Конферометр	Android	Позволяет получать с сервера список актуальных мероприятий, голосовать за доклады и отставлять заметки. Предоставляет: • список мероприятий, секций и докладов на мероприятии; • гибкий поиск и отбор докладов; • историю своих отзывов с оценкой; • хранение истории посещенных мероприятий или докладов.
3	Mobi Калькулятор FREE	Android	Универсальный бесплатный калькулятор на каждый день с функциями инженерного: • работает с полными выражениями; • выполняет расчёт в процентах; • работает с тригонометрическими, логарифмическими и другими функциями; • предоставляет доступ к истории вычислений.
4	Конвертер Величин	Android	Приложение для конвертации различных единиц измерения. Включает более 650 единиц из 35 разных категорий: • встроенный поиск; • встроенный калькулятор; • история последних 20 конверсий; • возможность отправлять результат по почте

			или копировать в буфер обмена.
5	Explain Everything	iOS	Программа для создания презентаций, которая функционирует как интерактивная доска. Позволяет: • комментировать проект; • использовать анимацию; • добавлять фигуры, текст, фотографии и видео, экспортировать mp4 файлы, документы в формате pdf и т.д.
	Grafio - Diagrams & ideas	iOS	Приложения для создания векторных диаграмм: • построение диаграмм, графиков и соединение объектов; • вставка изображений из папок и буфера; • изменение свойств формы; • более 50 настраиваемых шрифтов.

Проведение исследования в первую очередь подразумевает систематическое изучение источников информации по выбранной теме, на этом этапе могут понадобиться различные приложения для работы с документами.

Если научно-исследовательская деятельность требует посещения определенного рода мероприятий и докладов, относящихся непосредственно к выбранной теме исследования, можно воспользоваться специальными программами, разработанными для того, чтобы пользователь мог получать необходимые сведения о проводящихся мероприятиях.

Частью научно-исследовательской работы является проведение опыта, которое чаще всего включает различные расчеты, поэтому целесообразным будет применение приложения-калькулятора. Приложение отличается от обычного калькулятора тем, что позволяет за один подход осуществить сложное вычисление, состоящее из нескольких действий. Помимо расчетов, человеку, проводящему эксперимент, часто приходится переводить полученные величины в другие единицы измерения, в таком случае ему может понадобиться такое приложение, как конвертер.

Немаловажную роль в процессе выполнения научно-исследовательской работы занимает ее защита. Эффективным способом изложения сути и результатов проведенного исследования является презентация. Для ее создания можно воспользоваться приложением, которое практически ничем не уступает средствам создания презентации на компьютере и обладает широким функционалом. Посредством мобильных приложений можно так же создать наглядный материал для представления в презентации [6].

Следуя вышесказанному, можно полагать, что использование мобильных приложений позволит значительно повысить эффективность научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Атавова А. Рынок ИТ-услуг замедляется, взрослея [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/itservice2012/articles/article2.shtml (дата обращения 13.03.2015).

2. Грамматчиков А.В. ИТ - рынок: точки роста // expert.ru [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://expert.ru/expert/2014/09/it-ryinok-tochki-rosta/ (дата обращения 14.03.2015).

3. Давлеткиреева Л.З. Профессиональная подготовка будущих ИТ-специалистов в рамках информационно-предметной среды: учеб.-метод. пособие. - Магнитогорск: МаГУ, 2006. - 86 с.

4. Махмутова, М.В. Давлеткиреева, Л.З. Инновационная модель подготовки ИТ-специалиста в образовательной среде вуза //Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции. Под ред.проф. В.А. Сухомлина. -М.: ИНТУИТ.РУ, 2012. - 1050 с. -С. 118 -129.

5. Петрова С. Н. Научно-исследовательская деятельность студентов как фактор повышения качества подготовки специалистов [Текст] // Молодой ученый. — 2011. — №10. Т.2. — С. 173-175.

6. Поверенная М.А. Мобильные приложения для работы в лаборатории// [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.nanometer.ru/2012/05/12/mobilnij_telefon_272236.html (Дата обращения: 16.03.2015 г.).

7. Чусавитина, Г.Н. Курзаева, Л.В. Давлеткиреева, Л.З. Чусавитин, М.О. Подготовка будущих учителей к обеспечению информационной безопасности [Текст]: монография. Магнитогорск: МаГУ, 2013. - 188 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДИНОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ОТКАЗОВ И СБОЕВ В МИКРОСХЕМАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Каракозов А.Б., Некрасов П.В., Бобровский Д.В., Марфин В.А., Калашников О.А., Ахметов А.О., Сорокоумов Г.С.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

abkar@spels.ru

Рассматривается усовершенствованный программно-аппаратный комплекс для исследования цифровых микросхем на тиристорные эффекты, одиночные и функциональные сбои при воздействии тяжелых заряженных частиц. Представлена методика контроля одиночных эффектов при воздействии тяжелых заряженных частиц и рассмотрены особенности ее программной реализации.

Ключевые слова: PXI, LabVIEW, одиночный эффект, тиристорный эффект, ТЭ, одиночный сбой, ОС, функциональный сбой, ФС, тяжелые заряженные частицы, ТЗЧ.

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR SINGLE EVENT UPSETS AND LATCHUPS TESTING IN INTEGRATED CIRCUITS UNDER HEAVY CHARGED PARTICLES EXPOSION

Karakozov A.B., Nekrasov P.V., Bobrovsky D.V., Marfin V.A. Kalashnikov O.A., Akhmetov A.O., Sorokoumov G.S.

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute)

This article describes an advanced hardware and software test setup for single event effects testing of IC’s during heavy ionized particles exposure. SEL, SEU and SEFI test methods and equipment as well as the advanced software structure and implementation of SEE detection methods are presented.

Keywords: PXI, LabVIEW, single event effect, single event latchup, SEL, single event upset, SEU, single event functional interrupt, SEFI, highly ionizing particles, HIP.

1. Постановка задачи

При воздействии тяжелых заряженных частиц на микросхемы может возникать ряд радиационных эффектов, описанных в литературе [1-3]. Для современных КМОП цифровых микросхем наиболее значимы тиристорный эффект (ТЭ) и эффекты одиночных и функциональных сбоев (ОС, ФС). Тиристорный эффект возникает, если электрический заряд, вызванный ТЗЧ, приводит к включению паразитной структуры p-n-p-n в чувствительной области микросхемы. При ТЭ происходит резкое увеличение тока потребления и потеря работоспособности микросхемы. При этом парирование ТЭ возможно только путем снятия питания, либо уменьшения напряжения питания до срыва ТЭ. ОС возникает, если радиационно-индуцированный заряд от прохождения ТЗЧ достаточен для переключения ячейки (или нескольких ячеек) памяти микросхемы в инверсное состояние [4, 5]. К ФС относят все виды потери или сбоев работоспособности микросхем, не связанные с ТЭ и ОС: зависание, самопроизвольный сброс, очистка прошивки и т.д. Механизм возникновения ФС аналогичен ОС, за исключением того, что при ФС сбивается элемент управления или управляющий сигнал [6].

В данной работе рассмотрена реализация программно-аппаратного комплекса контроля ТЭ, ОС и ФС в микросхемах при воздействии ТЗЧ на основе модульных приборов PXI фирмы National Instruments и ПО LabVIEW.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Для реализации аппаратно-программного комплекса использовались плата источника питания PXI-4110 и плата реконфигурируемого сбора данных на основе FPGA PXI-7841R на базе шасси PXI-1033. Пользовательское ПО разработано в среде LabVIEW с использованием модуля LabVIEW FPGA.

3. Описание решения

Структурная схема системы мониторинга на рисунке 1 слева. Исследуемый образец микросхемы распаивается на плату оснастки, к которой подключены каналы питания от источников PXI-4110 и информационные линии платы PXI-7841R. Крейт подключен к ПК и управляется из среды LabVIEW.

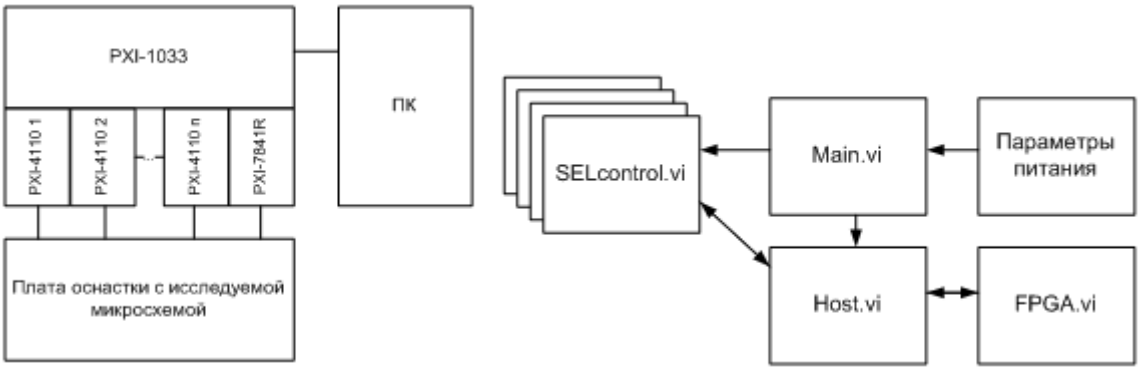


Рисунок 1 – Структурная схема аппаратно-программного комплекса (слева) и блок схема разработанного ПО (справа)

К разрабатываемому ПО предъявлялись следующие требования: подключение произвольного числа каналов питания, индивидуальное парирование ТЭ по каждому каналу питания, настройка времен парирования ТЭ, корректная отработка и дифференциация ТЭ, ФС и ОС в одном сеансе воздействия, подключение файлов функционального контроля (ФК) микросхем любой сложности, точная регистрация времени нахождения в ТЭ (мертвого времени). Блок схема реализованного ПО приведена на рисунке 1 справа.

Виртуальный прибор (ВП) Main.vi считывает параметры питания микросхемы из файла, настраивает нужное количество каналов питания, запускает соответствующие ВП SELcontrol, и файл хоста. ВП SELcontrol периодически измеряют токи потребления по каналам питания, и в случае обнаружения увеличения тока выше порогового значения проводят процедуру регистрации и парирования ТЭ, а именно: дают команду хосту на сброс микросхемы, контролируют ток потребления после сброса ИС и в случае увеличенного тока парируется ТЭ. При парировании ТЭ сбрасываются все каналы питания тестируемой микросхемы, а также переводятся в третье состояние линии ввода/вывода платы FPGA (для исключения подпитки ИС по информационным линиям). После ожидания времени парирования производится подача питания, включаются линии ввода/вывода и контролируется сброс ТЭ. В случае, если ТЭ не сброшен, время парирования увеличивается и цикл производится еще раз.

ВП Host.vi выполняет ФК микросхемы с подсчетом числа ОС и ФС, сброс микросхемы и управление линиями ввода/вывода FPGA. Пользовательская прошивка FPGA.vi индивидуальна для каждой микросхемы и реализует обмен по интерфейсам данных, подачу управляющих сигналов и тактирование.

4. Применение разработанного комплекса

Разработанный аппаратно-программный комплекс апробирован при исследованиях более 20 типов современных КМОП микросхем: микропроцессоров, микроконтроллеров, микросхем памяти, ПЛИС, приемопередатчиков и др.

На рисунке 2приведен пример экспериментальных данных при исследовании микроконтроллера AVR ATmega на воздействие ТЗЧ. Слева изображен график изменения тока потребления при облучении, видны характерные пики при возникновении и парировании ТЭ в двух каналах питания. Справа приведена диаграмма роста числа накопленных ОС в памяти микросхемы при наборе флюенса.

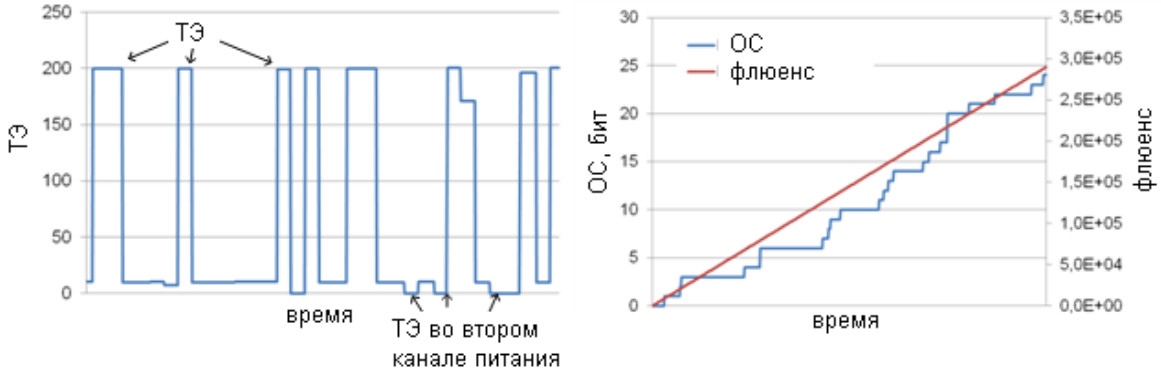


Рисунок 2 – Ток потребления микросхемы при исследовании ТЭ (слева), набор одиночных сбоев во время облучения (справа).

5. Заключение

Разработан аппаратно-программный комплекс для исследований эффектов ТЭ, ОС и ФС в современных КМОП микросхемах. Комплекс решает задачи контроля, парирования и регистрации данных одиночных эффектов в микросхемах при воздействии ТЗЧ, апробирован при исследованиях более 20 типов современных КМОП микросхем, проведенных АО «ЭНПО СПЭЛС» в 2013-2014 года, и позволил значительно снизить время подготовки исследований микросхем на воздействие ТЗЧ.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 14-29-09131.

Список литературы

1. A. I. Chumakov, A. L. Vasil'ev, A. A. Kozlov, D. O. Kol'tov, A. V. Krinitskii, A. A. Pechenkin, A. S. Tararaksin, and A. V. Yanenko, “Single-event-effect prediction for ICs in a space environment,” Russian Microelectronics, vol. 39, no. 2, pp. 74-78, 2010.
2. P. V. Nekrasov, A. A. Demidov, and O. A. Kalashnikov, “Functional checks of microprocessors during radiation tests,” Instruments and Experimental Techniques, vol. 52, no. 2, pp. 196-199. 2009.
3. A. V. Kirgizova, P. K. Skorobogatov, A.Y. Nikiforov, L. N. Kessarinskii, G. G. Davydov, and A. G. Petrov, “Simulating the response of SOS CMOS building blocks to pulsed ionizing irradiation,” Russian Microelectronics, vol. 37, no. 1, pp. 25-40, 2008.
4. A. B. Boruzdina, N. G. Grigor'ev, and A. V. Ulanova, “Effect of topological placement of memory cells in memory chips on multiplicity of cell upsets from heavy charged particles,” Russian Microelectronics, vol. 43, no. 2, pp. 96-101, 2014.
5. A. G. Petrov, A. L. Vasil'ev, A.V. Ulanova, A. I. Chumakov, and A.Y. Nikiforov, “Flash memory cells data loss caused by total ionizing dose and heavy ions,” Central European Journal of Physics, vol. 12, no. 10, pp. 725-729, 2014.
6. D. V. Bobrovskii, O. A. Kalashnikov, and P. V. Nekrasov, “An estimate of the FPGA sensitivity to effects of single nuclear particles,” Russian Microelectronics, vol. 41, no.4, pp. 226-230, 2012.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ MATLAB ДЛЯ СОЗДАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И НАСТРОЙКИ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ АВИАЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Капустин А.Г., Карнаухов Н.С.
Учреждение образования «Белорусская государственная академия авиации»
Karnauhov_07@mail.ru

В данной статье рассматриваются вопросы виртуального моделирования характеристик и режимов авиационного электропривода средствами программы MatLab и MathCad. Показано, что для выполнения моделирования процессов авиационного электропривода среда MatLab является более эффективной и экономичной

Ключевые слова: Авиационный электропривод, виртуальная модель, виртуальное моделирование, MatLab, MathCad, электрическая машина

THE USE OF THE MATLAB ENVIRONMENT TO CREATE, STUDY AND CONFIGURATION OF VIRTUAL MODELS OF AVIATION ELECTRIC DRIVE

Kapustin A. G., Karnauhov N. S.
The educational establishment “Belarusian state aviation academy»
Karnauhov_07@mail.ru

Discusses issues of virtual modeling characteristics and aviation modes of the electric drive by means of software MatLab and MathCad. It is shown that for modeling of the processes of aviation electric drive MatLab is more effective and economical.

Keywords: Aviation drive, virtual model, virtual modeling, MatLab, MathCad, electric machine

Система MATLAB является мощным инструментом математического моделирования. Различают три вида математического моделирования: аналитическое, когда результаты представляются в виде аналитических выражений – формул;

численное, когда с помощью численных методов производятся расчеты параметров исследуемых явлений и систем; имитационное, когда строится структура блоков, адекватная структуре математического описания объектов предметной области с четко выделенными функциональными компонентами [1,2,3]. Ядро системы MATLAB и пакеты расширения поддерживают все три вида математического моделирования для самых различных областей применения. Для имитационного моделирования динамических систем, описываемых линейными и нелинейными дифференциальными уравнениями, используется пакет Simulink [2,4].

Пакет обеспечивает визуальный режим проектирования модели и представляет большие возможности по визуализации и документированию процесса моделирования.

Авиационный электропривод (рисунок 1) включает в себя следующие функциональные элементы:

1. регулятор (Р) предназначен для управления процессами, протекающими в электроприводе;
2. электрический преобразователь (ЭП) предназначен для преобразования электрической энергии сети в регулируемое напряжение постоянного или переменного тока;
3. электромеханический преобразователь (ЭМП) — двигатель, предназначен для преобразования электрической энергии в механическую;
4. механический преобразователь (МП) может изменять скорость вращения двигателя;
5. Упр – управляющее воздействие;
6. ИО – исполнительный орган.

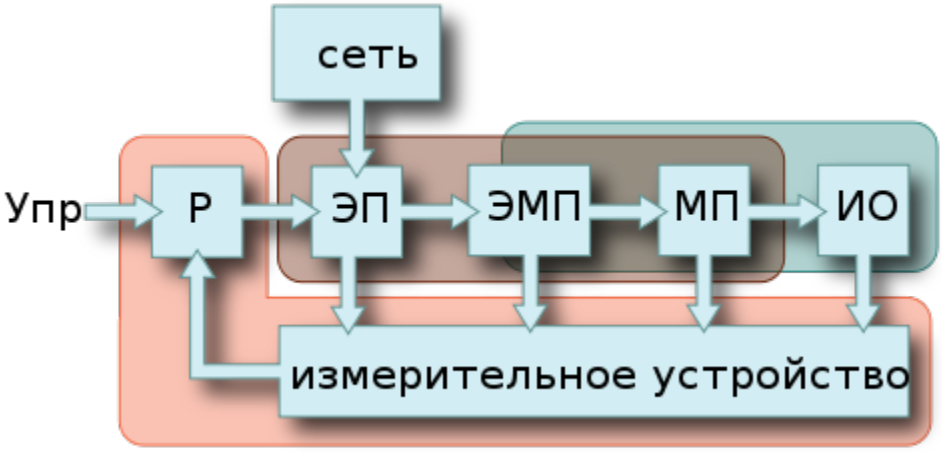


Рисунок 1 – Структурная схема авиационного электропривода

При моделировании элементов, входящих в состав электропривода, (конденсатор, резистор и катушка индуктивности) они задаются блоком RLC Branch, а активная, индуктивная и емкостная нагрузка − блоком RLC Load; источники переменного и постоянного тока – блоками AC и DC Current Source; источники переменного и постоянного напряжения − блоками AC и DC Voltage Source; заземление – блоком Ground; двигатель и генератор постоянного тока блоком – DC Machine; асинхронный трехфазный двигатель переменного тока блоком – Asynchronous Machine; трехфазный генератор переменного тока блоком – Synchronous Machine; различные трансформаторы блоком – Transformer и др. [1,2,3,5].

Проведен анализ эффективности виртуального моделирования свойств и особенностей авиационного электропривода по программе MatLab в сравнении с

MathCad. Показано, что моделирование электропривода, его элементов и специальных электрических машин средствами библиотеки Simulink Library и Toolbox-пакетов программы MatLab выполняется с наименьшими затратами по времени и требует меньше усилий на освоение данной программы, нежели при работе с MathCad [1,2,5]. Это связано с тем, что в MathCad авиационный электропривод приходится описывать сложными дифференциальными уравнениями и встроенным языком программирования, а в программе MatLab при помощи библиотеки Simulink Library модели собираются блоками и работать с ними проще, чем со сложными математическими моделями, тем самым упрощаются исследования авиационного электропривода, нагляднее представлются результаты исследований в реальном масштабе [4,5].

На основе разработанных моделей электрических машин для авиационного электропривода были подготовлены и выпущены методические пособия по дисциплинам «Автоматика и управление» и «Электрические машины» [1,2]. Данные пособия используются при подготовке и проведении лабораторных и практических работ по данным дисциплинам а также при выполнении курсовых проектов.

Список литературы

1. Учебно-методическое пособие. Авторы: Карнаухов Н. С., Балич Е. В., Капустин А. Г. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Автоматика и Управление». г. Минск, МГВАК, 2013 г.– 100 с.

2. Учебно-методическое пособие Карнаухов Н. С., Балич Е. В., Капустин А. Г., «Электрические машины. Методические указания к лабораторным работам» г. Минск, МГВАК, 2013 г.– 236 с.

3. Карнаухов, Н. С. Применение пакета Simulink & MatLab для исследования переходных процессов в автономной системе генерирования переменного тока / Н. С. Карнаухов // 3-я Международная научно-техническая конференция «Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации», 16-17 мая 2013 года: тезисы докладов. – Минск: ВА РБ, 2013. – 254 с.

4. Карнаухов, Н. С. Перспективные направления повышения показателей качества электроэнергии первичных систем электроснабжения воздушных судов: Всероссийская научно-практическая конференция «Академические жуковские чтения». Воронеж, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2013 – 294с.

5. Карнаухов, Н.С. Применение инструментальных средств пакета Simulink & MatLab для упрощения исследований и визуализации процессов электрических машин / Н. С. Карнаухов // 6-я Международная научно-практическая интернет-конференция «Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам», 25 – 28 марта: сборник материалов конференции. – Мозырь: МГПУ имени И. П. Шамякина, 2014. – 198 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ МИКРОСХЕМ

[1,2]Колосова А.С., [1,2] Шарипова А.Р, [1,2]Белова М.П., [1,2]Давыдов Г.Г.
1. АО «ЭНПО СПЭЛС», Москва 2. НИЯУ МИФИ, Москва
askol@spels.ru, ggdav@spels.ru

В статье рассматривается процесс создания автоматизированной системы

параметрического и функционального контроля номенклатуры интегральных схем простой логики при проведении исследований на основе применения оборудования «PXI» фирмы National Instruments. Описаны возможности сконструированной системы, а также описание программного обеспечения.

Ключевые слова: PXI, логические ИС, параметрический и функциональный контроль, исследования.

AUTOMATED TEST COMPLEX FOR PARAMETRIC AND FUNCTIONAL CONTROL LOGIC CIRCUITS

[1,2]A.S. Kolosova, [1,2]A.R. Sharipova, [1,2]M.P. Belova, [1,2]G.G. Davydov

1. JSC «SPELS», 2. IEAE NRNU MEPHI

This article describes the process of creating an automated system of parametric and functional control of the nomenclature of simple logic integrated circuits in tests based on the National Instruments PXI family equipment. The capabilities designed system observed as well as the software.

Keywords: PXI, logic integrated circuits, parametric and functional testing.

Введение

Логические ИС применяются во всех сложных системах и приборах. Главным достоинством логических элементов, по сравнению с другими цифровыми микросхемами, — это их высокое быстродействие (малые времена задержек), а также малая потребляемая мощность (малый ток потребления). При проведении сертификационных испытаний РЭА зачастую приходится разрабатывать программное обеспечение для каждого типа ИС в отдельности. В связи с этим актуальной является задача создания универсальной автоматизированной системы для исследования различных типов логических микросхем.

Работа посвящена созданию автоматизированной системы параметрического и функционального контроля логических микросхем при проведении исследований на основе применения оборудования стандарта PXI фирмы National Instruments [1].

Используемое оборудование и программное обеспечение

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 2012. Для реализации системы была использована платформа NI PXI с модулями NI-4110 (источника питания), NI-5105 (осциллографа), NI-4071 (мультиметра), NI-2529 (релейного переключателя), NI-6229(32-х канальный аналоговый вход), NI-6723(32-х канальный аналоговый выход), NI-6556(генератор/анализатор цифровых сигналов с полосой пропускания 200МГц и модулем параметрического измерения), NI-5105 (осциллографа). Управление модулями и приборами, а также передача данных осуществлялись с персонального компьютера.

Описание комплекса

Комплекс разработан для контроля изменения параметров-критериев работоспособности микросхем в условиях внешнего воздействия. В процессе исследований микросхема находится в одном из регламентированных электрических режимов (статический / динамический режим, режим пониженного энергопотребления, режим «выключено» и т.д) [2]. В таблице 1 приведены основные измеряемые параметры.

В процессе тестирования происходит последовательная установка режимов микросхемы для измерения параметров из заранее сформированного перечня. В данный перечень, наряду с типовыми, могут входить параметры, характерные для данного типа микросхем: временные параметры, диапазоны входных значений т.д.

Таблица 1

Основные измеряемые параметры

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение параметра	Диапазон	
			от	до
1	Ток потребления(L, H ,Z)	I_{CC}	1нА	100 мА
2	Входной ток	I_I	1нА	100 мА
3	Входное напряжение высокого уровня, В	V_{OH}	-1	Ucc
4	Входное напряжение низкого уровня, В	V_{OL}	-1	Ucc
5	Контроль функционирования	ФК	100Гц	100МГц

* U_{CC} = 0…6В

ПО системы позволяет сохранять результаты измерений в формате TXT, ASCII или листа MS Excel.

На рис. 1 приведен вид приборной панели ПО системы.

Разработанное ПО содержит несколько независимых подпрограмм, работающих параллельно и обменивающихся данными через переменные. Не зависят от типа объекта исследований:

- подпрограмма управления модулем источника питания – позволяет задавать выходное напряжение и максимальный выходной ток, а также измерять фактические значения напряжений и токов по 3 каналам, автоматически переключать диапазоны измерителя токов, оперативно отключать питание микросхемы в случае проявления тиристорного эффекта;
- подпрограмма управления осциллографом NI-5105 – позволяет в реальном времени наблюдать диаграммы функционирования микросхемы;
- подпрограмма управления измерителем тока NI-4071 – позволяет автоматически переключать все доступные диапазоны измерения тока и проводить измерения тока порядка 1 нА с частотой не менее 10 Гц (при усреднении свыше 500 измерений в каждой точке);
- подпрограмма управления блоком реле обеспечивает корректное переключение реле и защиту от ложного срабатывания;
- подпрограмма задания алгоритма проведения исследований определяет последовательность процедур, очередность проведения параметрического контроля, а также момент запуска / остановки воздействия.

Зависят от объекта исследований:

- подпрограмма управления блоками задания и обработки сигналов NI-6723, NI-6229 и NI-6556; позволяет задавать перечень режимов функционирования микросхемы;
- подпрограмма управления источником воздействия позволяет инициировать или остановить воздействие на микросхему. Вид подпрограммы определяется типом источника воздействия.

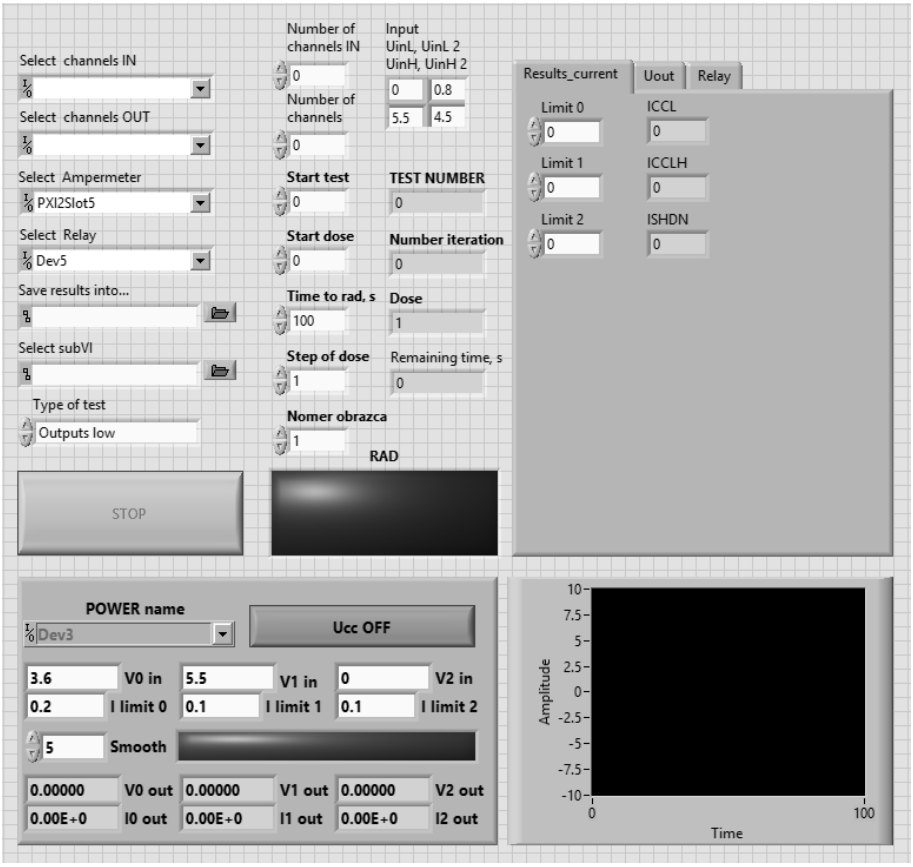


Рисунок 1 – Внешний вид приборной панели

Внедрение и его перспективы

Разработанная система успешно внедрена в АО «ЭНПО СПЭЛС», г. Москва. Планируется расширение серии аналогичных систем [3], ориентированных по функциональной принадлежности исследуемых микросхем и других изделий электронной промышленности.

Список литературы

1. http://www.ni.com/pxi/ – раздел на сайте National Instruments
2. А.С.Колосова, Г.Г.Давыдов, Л.Н.Кессаринский «Автоматизация радиационных исследований приемопередатчиков стандарта RS-485»//Научн.-техн. Сборник «Радиационная стойкость электронных систем «Стойкость-2014» стр.185-186.
3. L. N. Kessarinskiy, D.V. Boychenko, and A.Y.Nikiforov, “An analysis of the radiation behavior of pulse voltage stabilizers,” Russian Microelectronics, vol. 41, no. 4, pp. 251-258, 2012.

КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТЕЙ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ АФАР

Конов К.И., Годин А.С.
НИУ ВШЭ, ОАО НПО "ЛЭМЗ"
konov.k.i@gmail.com, andrey.godin@gmail,com

Описано использование автоматизированного комплекса для измерения диаграмм направленностей активных фазированных антенных решеток (АФАР). Комплекс построен на базе системы позиционирования WiNRADiO WR-ARP-ELAZ-

100 и программы “Tamic Obl”. Такой комплекс позволяет проводить измерения частотных характеристик ФАР в заданном наборе частот. Стоимость комплекса ниже представленных на рынке аналогов в 9 раз, однако он позволяет проводить измерения с требуемой точностью.

Ключевые слова: активная фазированная антенная решетка, измерение диаграммы направленности, измерение частотных характеристик.

COMPLEX FOR MEASUREMENT RADIATION PATTERNS OF ACTIVE PHASE ARRAY

Konov K.I., Godin A.S

National Research University Higher Shool of Economics, JSC “LEMZ R&P Corp.”

Shows the use of automated complex for measuring the radiation patterns of Active Phase Array. The complex was built on the base of the position system WiNRADiO WR-dARP-ELAZ-100 and program “Tamic Obl”. This complex allows to measure frequency characteristics of Active Phase Array at selected frequency range. The cost of such a complex is below to 9 times than represented market analogs, however, it allows measurement with the required accuracy.

Keywords: Active Phase Array, measurement of the radiation patterns, measurement of the frequency characteristics.

Введение

В настоящее время на рынке представлено большое количество измерительных комплексов. Например, измерительный комплекс от компании Diamond Engineering 600 серии [3]. Такой комплекс позволяет проводить измерения с частотой до 18 ГГц. Стоимость этого комплекса составляет 15000 USD.

Рассмотрим систему позиционирования WiNRADiO WR-ARP-ELAZ-100 [4]. Стоимость такой системы составляет 50000 рублей. Шаг измерения по азимуту и углу места у системы WiNRADiO несколько ниже, чем у комплекса от компании Diamond Engineering, однако позволяет измерять частотные характеристики используемых антенн с достаточной точностью. Исходя из того, что стоимость поворотной системы позиционирования WiNRADiO в 9 раз ниже стоимости измерительного комплекса от компании Diamond Engineering, было решено дополнить систему позиционирования WiNRADiO WR-ARP-ELAZ-100 программным обеспечением. Такое специализированное программное обеспечение “Tamic Obl” было написано на языке C++ в среде программирования Microsoft Visual Studio. Оно позволило реализовать функции автоматического измерительного комплекса на базе поворотной системы позиционирования WiNRADiO. Применение этого комплекса позволило проводить измерения излучателей и модулей АФАР с требуемой точностью и сэкономить средства. Предлагается использовать разработанный комплекс при проведении лабораторных работ в университетах, а также на предприятиях для измерения частотных характеристик ФАР.

Перейдем к описанию процесса измерений при помощи автоматического измерительного комплекса, построенного на базе системы позиционирования WiNRADiO WR-ARP-ELAZ-100 и программного обеспечения “Tamic Obl”.

Схема экспериментального измерения частотных характеристик ФАР

Измерения частотных характеристик проводились в безэховой экранированной камере (БЭК) [1].

Схема измерений представлена на рис. 1.

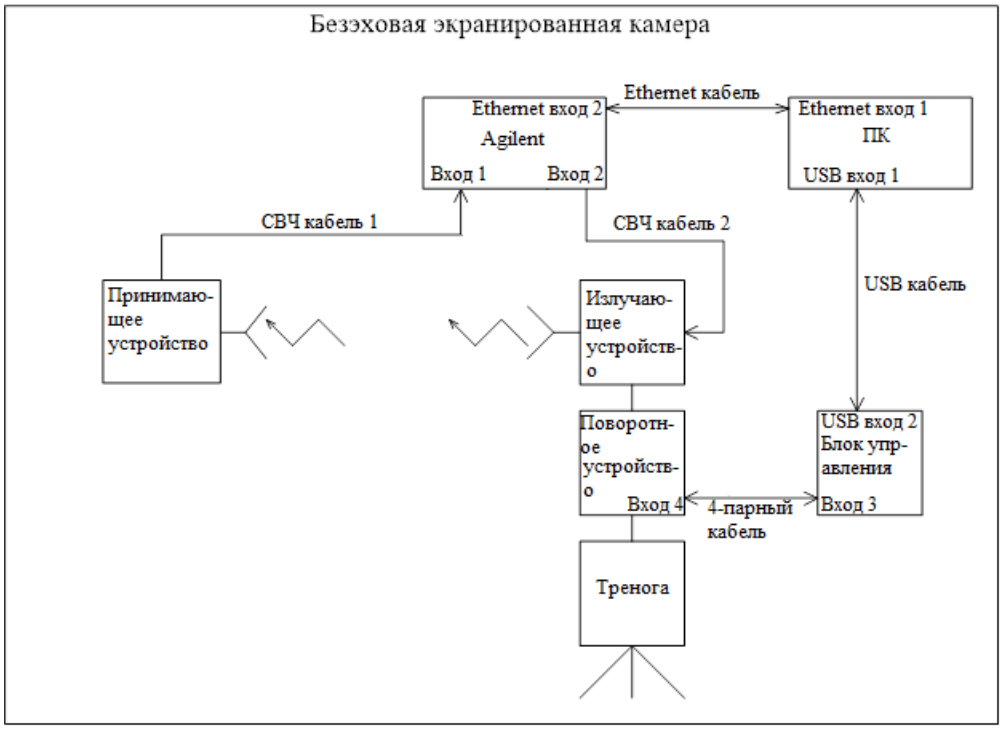


Рисунок 1 – Схема измерений

Как видно из рис. 1, при проведении измерений использовались следующие устройства:

- Анализатор цепей Agilent E5071C [2]
- Персональный компьютер
- Излучающее устройство (измеряемая антенна)
- Принимающее устройство
- Поворотная система WiNRADiO WR-ARP-ELAZ-100
- Блок управления WR-RCU-100-ATC
- Тренога ПШ-23

Излучающее устройство соединяется со входом 2 анализатора цепей Agilent с помощью Ethernet кабеля, принимающее устройство соединяется со входом 1 анализатора цепей Agilent. Излучающее устройство крепится на поворотное устройство, которое установлено на треноге. Управление поворотным устройством производится с помощью ПК через блок управления. Вход 3 блока управления соединен с входом 4 поворотного устройства посредством 4-парного кабеля. USB вход 1 ПК соединен с USB входом 2 блока управления. Ethernet вход 1 ПК соединен с Ethernet входом 2 анализатора цепей с помощью Ethernet кабеля.

Специально разработанная программа “Tamic Obl” позволяет проводить измерения в полностью автоматическом режиме.

В программе “Tamic Obl” устанавливаются:

- Минимальные и максимальные значения углов по углу места,
- Минимальные и максимальные значения углов по азимуту,
- Шаг изменения угла по углу места,
- Шаг изменения угла по азимуту.

После установки параметров измерений, участие оператора не требуется, все происходит в полностью автоматизированном режиме.

Заключение

Описана схема измерения частотных характеристик АФАР при помощи автоматизированного комплекса для мультичастотных измерений частотных характеристик АФАР на основе системы позиционирования WiNRADiO и специально разработанной программы “Tamic Obl”, управляющей комплексом. Описанная система позволила существенно снизить затраты на проведение измерений, при сохранении требуемой точности.

Список литературы

1. Мицмахер М.Ю., Торгованов В.А. Безэховые камеры СВЧ. – М.: Радио и связь, 1982.
2. Agilent E5070B/E5071B ENA Series RF Network Analyzers, May 21, 2003 5988-9463EN.
3. http://diamondeng.net/antenna-measurement/x000
4. http://www.winradio.com/home/arp-elaz-100.htm

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДИАГНОСТИКИ ЭМИССИОННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ТЕРМОЭМИССИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Королев С.В., Королев Д.С.
ФЯЦ «Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина», Москва
svulm@list.ru

В статье рассматривается особенности применения программно-аппаратного комплекса для оперативной диагностики источников электронов вакуумной и плазменной электроники. Показано, что традиционные методы диагностики связанные с дифференцированием эмиссионных характеристик с математической точки зрения являются не состоятельными, так как не учитывают некорректность задачи. Некорректность связанна с неоднозначность решения обратной задачи и большой величиной обусловленности матрицы перехода от экспериментальных результатов к искомым величинам. Предлагается метод определения искомых параметров связанный с минимизацией функционала Тихонова на компактных, положительно определенных множествах. Методом Монте-Карло доказана сходимость решения к точному при погрешности информации стремящейся к нулю. Приведены практические результаты применения предлагаемого метода для диагностики функций распределения ряда материалов.

Ключевые слова: некорректные задачи, эмиссионная неоднородность, PXIe 9527, PXIe 9846

THE SOFTWARE-HARDWARE COMPLEX OF DIAGNOSTIC THE EMISSION OF THERMO – EMISSION MATERIALS

Korolev S.V., Korolev D.S.
All-Russian electro-technical institute named after V.I. Lenin, Moscow

Article considers the peculiarities the software-hardware complex diagnostics sources of electrons in vacuum and& plasma electronics. It is shown that tradition methods of diagnostics, connected with a different approach to emission characteristic, are not well-grounded from the mathematics point of view as they don’t take into consideration ill posed problems of the task. The ill posed problem is connected with the variety of solving the backward task and great causation of the matrix of transition from experimental results to the looked. The suggested method of defining the looked for parameters connected with the

minimization of Tikhonov functional on compact positively defined multitudes. The Monte-Karlo method has proved the approach to the decision to exactness, with error of information limit to zero. Practical results of applying the suggested method for diagnosing the function of distribution of a number materials one given.

Key words: ill posed problem, emission distribution, the software-hardware complex of diagnostic, PXIE 9527, PXIE 9846.

Постановка задачи

Анализ многочисленных научных публикаций показывает — параметры и успешное функционирование СВЧ устройств, используемых в радиолокации и радионавигации, приемо-передающих СВЧ устройств космической связи зависят от эмиссионной неоднородностью катодных материалов используемых в этих устройствах.

Эмиссионная неоднородность материалов приводит к снижению токоотбора и, как следствие, к снижению мощности, неравномерной тепловой нагрузке на коллектор и снижению КПД приборов. Пространственное распределение эмиссионной неоднородности приводит к возбуждению паразитных колебаний и увеличению шума, что отрицательно сказывается на характеристиках СВЧ устройств и их серийно пригодности.

Очевидна необходимость разработки оперативного метода определения эмиссионной неоднородности, позволяющего контролировать качество СВЧ устройств на всех этапах их производства и эксплуатации.

2. Описание решения

Можно показать, что с учетом эмиссионной неоднородности эмиссионная вольт-амперная характеристика (ВАХ) описывается уравнением

$$J(u,T_0)=\int_{\varphi_{min}}^{\varphi_{max}} \min\left[j_1(\varphi,u,T_0),j_2(\varphi,u,T_0)\right]\cdot f(\varphi)d\varphi$$

где $j_1(\varphi,u,T)$ - токоотбор в режиме пространственного заряда;

$j_2(\varphi,u,T)$-токоотбор в режиме насыщения ;

$f(\varphi)$ – статистическая функция распределения работы выхода (ФРРВ), такая, что $f(\varphi)\cdot d\varphi$ численно равна доле поверхности эмиттера с работой выхода лежащей в диапазоне $\varphi \div \varphi + d\varphi$

Если обозначить:

$$K(\varphi,u,T)=\min\left[j_1(\varphi,u,T_0),j_2(\varphi,u,T_0)\right]$$

то уравнение (1), преобразуется в уравнение Фредгольма 1-го рода:

$$J(u,T_0)=\int_{-\infty}^{+\infty} K(\varphi,u,T_0)\cdot f(\varphi)\cdot d\varphi,$$

И учитывая, что

$$j(u_i,\varphi_j)=\int_{-\infty}^{+\infty} K(u_i,\varphi)\delta(\varphi-\varphi_j)d\varphi=K(u_i,\varphi_j)\Rightarrow K(u_i,\varphi_j)=j(u_i,\varphi_j)$$

то матрица перехода от ФРРВ к величине токоотбора содержит элементы, которые определяются, как величина токоотбора с катода, обладающего равномерной эмиссией при заданной работе выхода и напряжении

$$\begin{bmatrix} j_1 \\ \cdots \\ j_n \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} K_{11} & \cdots & K_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{n1} & \cdots & K_{nm} \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} f(\varphi_1) \\ \cdots \\ f(\varphi_m) \end{bmatrix}\Delta\varphi$$

Последнее уравнение позволяет определять эмиссионные параметры приборов (ВАХ и НДХ) с учетом эмиссионной неоднородности в любой электронно-оптической системе.

В [1] показывается, что путем двойного дифференцирования ВАХ можно получить статистическую функцию распределения эмиссионной неоднородности (ФРРВ) по поверхности катода:

$$f(j) = -A\frac{d^2 j}{d\left(\sqrt{u}\right)^2}$$

Однако попытка воспроизвести данную методику дала неожиданный результат. Для проверки методики была априорно задана функция распределения работы выхода и по ней рассчитывалась модельная вольт-амперная характеристика (рис. 1). Далее, по рекомендации, предлагаемой в работе [1], определялась функция распределения работы выхода.

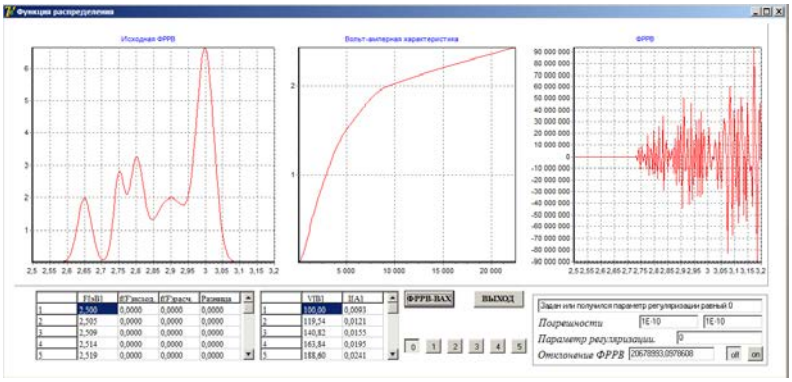


Рисунок 1 – Моделирование процесса определения эмиссионной неоднородности

Как видно из рис.1, предлагаемая методика не позволяет получить адекватного результата. С математической точки зрения такое поведение решения задачи указывает на её некорректностью, и связано с высокой обусловленностью оператора перехода от экспериментальных результатов к искомым величинам [2]. Можно показать, что:

Где $\mathbf{cond(A) = \|K\|_M \cdot \|K^{-1}\|_M \approx 10^{20}}$

$$\|K\|_M = \|K\|_\infty = \max_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}\left|\max\left[(j_1(u_i,\varphi_j,T), j_2(u_i,\varphi_j,T)\right]\right|$$

$$\frac{\max\limits_{1\le i\le m}|\Delta f(\varphi_i)|}{\max\limits_{1\le i\le m}|f(\varphi_i)|} \le \mathrm{cond}(K)\cdot\frac{\max\limits_{1\le i\le m}|\Delta j_i|}{\max\limits_{1\le i\le m}|j_i|} \Rightarrow \frac{\max\limits_{1\le i\le m}|\Delta f(\varphi_i)|}{\max\limits_{1\le i\le m}|f(\varphi_i)|} \le 10^{20}\cdot\frac{\max\limits_{1\le i\le m}|\Delta j_i|}{\max\limits_{1\le i\le m}|j_i|};$$

Очевидно, даже при относительной погрешности регистрирующей аппаратуры 10^{-10} %, погрешность определения ФРРВ может достигать величины 10^{10} % – нереально большая величина.

Основная идея решения некорректной задачи описываемой интегральным уравнением Фредгольма 1-го рода, предложенная акад. Тихоновым А.Н., базируется на привлечении при решении дополнительной, априорной информации о характере решения (например о положительности решения, его ограниченности, монотонности, выпуклости и т.д.) и сведений о погрешности исходной информации и погрешности ядра оператора. То есть при решении используются дополнительные сведения об объекте.

В этом случае, в соответствии с рекомендациям данным в работе [3], функция распределения работы выхода $f(\varphi)$ ищется, как результат минимизации функционала Тихонова:

$$\vartheta = \int_{u_{min}}^{u_{max}} \left[\int_{\varphi_{min}}^{\varphi_{max}} K_h(u,\varphi) \cdot f(\varphi)\, d\varphi - j_\delta(u) \right]^2 du + \alpha \cdot \int_{\varphi_{min}}^{\varphi_{max}} \{[f(\varphi)]^2 + [f'(\varphi)]^2\} d\varphi$$

где $j_\delta(u)$ - экспериментальные значения токоотбора;

Ядру K_h соответствует приближенный оператор, причем $\|K_h - K\| \le h$

$f(\varphi) \ge 0$, $f'(\varphi)$- искомая функция распределения вместе со своей производной;

α - параметр регуляризации, определяемый по обобщенной невязке:

$$\rho_\eta(\alpha) = \int_{u_{min}}^{u_{max}} \int_{\varphi_{min}}^{\varphi_{max}} [K_h(u,\varphi) \cdot f(\varphi)\, d\varphi - j_\delta(u)]^2 d\varphi du - \left\{ \delta + h \cdot \int_{\varphi_{min}}^{\varphi_{max}} \{[f(\varphi)]^2 + [f'(\varphi)]^2\} d\varphi \right\}^2 = 0$$

На рис.2 показаны результаты моделирования процесса определения эмиссионной неоднородности предлагаемым методом и традиционным для ряда значений разрядности АЦП, используемых для регистрации. Вывод о несостоятельности традиционного метода очевиден.

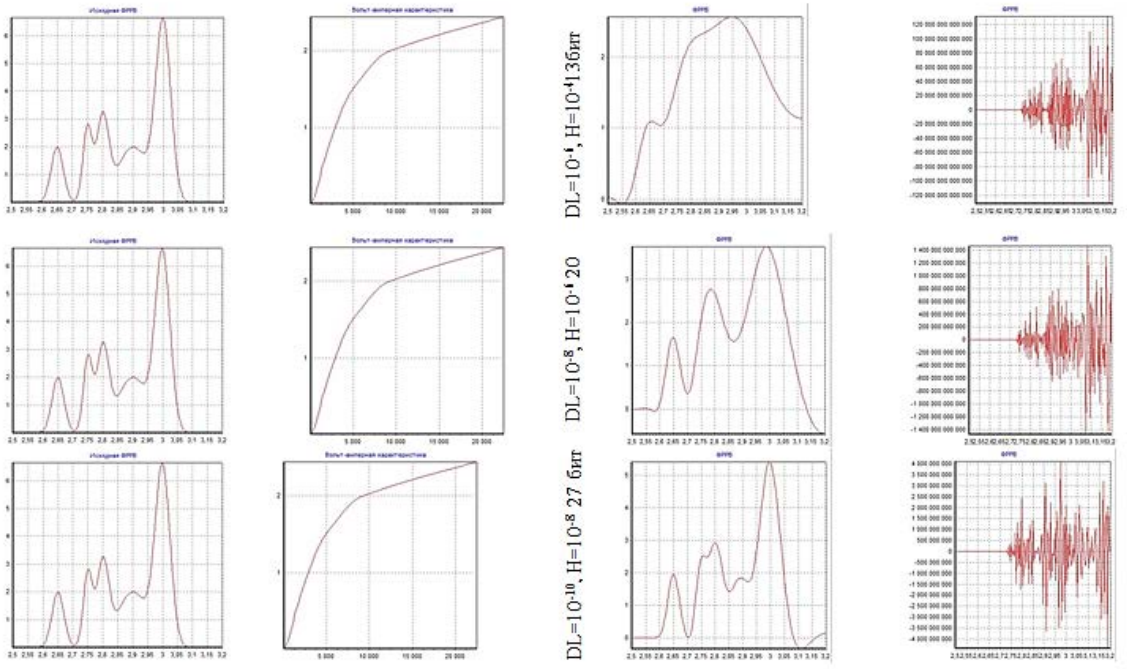


Рисунок 2 – Сравнение результатов моделирования определения ФРРВ из ВАХ предлагаемым методом и традиционным для ряда разрядностей регистрирующей аппаратуры

3. Используемое оборудование и программное обеспечение

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 13 с модулем NI LabVIEW Real Time. Для реализации системы была использована платформа ADLink PXIeS 2590 с

контроллером реального времени ADLink PXIe-3975 и устройства ADLINK PXIe-9527, ADLINK PXIe - 9846.

Список литературы

1. Hasker J.and Van Hijngen N.C.J. Cathode and scaling properties related to the shape of current voltage characteristics // Applied Surface Science. 1985. - v24.- p 318-329.

2. Дж. Форсайт, К. Молер Численное решение систем линейных алгебраических уравнений «Мир» Москва 1969

3. Тихонов А.Н., Гласко В.В. О приближенном решении уравнения Фредгольма 1-го рода //ЖВМ и МФ.– 1964. –Т.4,№3.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 3D ГРАФИКИ LABVIEW ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПАЛЕОПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кошелева Е.А.[1], Кошелев С.А.[2]

1. Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена, г. Санкт-Петербург; 2. ОАО «Концерн «Океанприбор», г. Санкт-Петербург

koshelevaelen@yandex.ru[1], mfp@mail.wplus.net [2]

В статье рассматривается авторская программа «LAB-POLIGON» версии 5.1, разработанная для документирования и визуализации данных полевых геофизических исследований.

Ключевые слова: 3-D графика, LabVIEW, документирование исследований

APPLICATION OF THE 3D GRAPHICS LABVIEW FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA PALEOSOL RESEARCHES

Kosheleva E.A.[1], Koshelev C.A.[2]

1. Russian state pedagogical university of A.I.Gertsena, St.-Petersburg, Russia; 2. JSC"Concerns" Okeanpribor », St.-Petersburg, Russia

In article the author's program «LAB-POLIGON» versions 5.1, developed for documenting and visualization of the given field geophysical researches is considered.

Keywords: 3-D a drawing, LabVIEW, documenting of researches

Постановка задачи

Прогрессирующее потепление климата ведет к деградации многолетней мерзлоты и полному исчезновению льда. На такой территории в условиях широкого распространения термокарстовых процессов повторно-жильные льды в трещинах по мере вытаивания замещаются отложениями, заплывающими сверху. Эту форму "трещин" стали именовать псевдоморфозами [1].

В 1995-98 гг. палеопсевдоморфозы изучались на полигоне П-1 в водораздельной равнине Лужско-Плюсского ландшафта в подзолах Al-Fe-гумусовых. Они ярко выражены в иллювиальных горизонтах, простираются до глубины 1,0 -1,8 м и обычно достигают подстилающей морены (рис 1).

Рисунок 1 – Псевдоморфоза в подзолах Al-Fe-гумусовых.

По нашему мнению, формирование морозобойных трещин вероятнее всего могло произойти в позднеледниковое время [2, 3, 4]. Для исследования была применена методика траншей и полигонов. Для детального картографирования псевдоморфоз была применена авторская методика картографирования Кошелевой Е.А. [3] в масштабе 1:10, позволяющая увидеть особенности их простирания. Основной задачей была фиксация границ горизонтов A_2 и B_{hf}.

Заполнение морозобойных трещин происходило более рыхлым по сравнению с окружающей их породой материалом, а на контакте с дневной поверхностью сформировались небольшие понижения нанорельефа. Эти факторы способствовали формированию мощного подзолистого горизонта (A_2) на месте морозобойных трещин. По их стенкам, в условиях контакта с относительно более плотной породой, шло осаждение железо-гумусовых и алюмо-гумусовых соединений, т.е. формировался заметно сцементированный иллювиальный горизонт (B_{hf}). Этот горизонт отличается от вышележащего горизонта A_2 другими водно-воздушными и физическими свойствами: плотностью, проводимостью и т.д. [4].

В результате детального картографирования стенок траншей автор получил возможность создания матрицы мощности подзолистого горизонта и псевдоморфоз. На основании этих данных можно получить любой вертикальный срез, плоскостной срез, ступенчатую выборку или диагональный срез любой траншеи или полигона с послойным снятием. Выполнение графической обработки таких данных требует не только большого количества времени, но и художественных способностей. Кроме этого затруднено построение 3D-модели.

В 2009-2011 гг. были проведены дополнительные исследования, в ходе которых количество полигонов увеличилось до 5 [4]. Потребовалось уже серьезная обработка данных исследований, которая «вручную» занимала бы продолжительное время [5].

Используемое оборудование и программное обеспечение

Для обработки матрицы данных полигона П-1 с цель построения 3D-изображения почвенно-геоморфологических разрезов в 2009 г. была использована авторская программа «Lab-Poligon», разработанная в среде графического программирования LabVIEW фирмы «National Instruments» [5].

Выбор графической среды программирования LabVIEW связан с тем, что использование LabVIEW позволяет сократить время создание готовой программы в десятки раз по сравнению с обычными «текстовыми» языками программирования типа Visial Basic. При этом 90% времени инженера-программиста при использовании LabVIEW используется на решение поставленной задачи, а не на создание сложных экранных форм для удобства пользователя, что характерно для «текстовых» языков программирования. Программа с 2009 года дополнялась и исправлялась, для начальной версии 1.0 использовалась LabVIEW 8.5, в настоящее время версия 5.1 разработана на LabVIEW 2011 [6].

Описание решения

Программа «Lab-Poligon» позволяет:

- построение 3D-изображения (объемное изображение по координатам X,Y,Z) по экспериментальным данным, заданным в матричной форме или массивами данных. 3D-изображение может быть однотонным или многоцветным (рис.2);
- построение 2D-изображений (плоскостное по координатам X,Y,Z для каждой из пары координат);
- печать 2D-изображений и 3D-изображения в однотонном, многоцветном и черно-белом виде;
- получение горизонтального среза изучаемой территории на любой глубине;
- получение горизонтальных и вертикальных срезов, по заданным пользователям программы критериям;
- запись исходных данных в базу данных;
- чтение данных из базы данных и сравнение их, в том числе и в графическом виде (по в 2D-изображении), с другими данными по данному полигону.

Внедрение и его перспективы

Программа «Lab-Poligon» версии 5.1 имеет дополнительный SubVI, предназначенный для работы с платой NI USB-6259, которая в свою очередь может быть подключена к георадару. Фактически, в этом случае, возможно создание носимого мобильного комплекса, предназначенного для электромагнитного зондирования. Метод электромагнитных зондирований с успехом применяется для определения мощности сезонного талого слоя, выявления илистых и глинистых горизонтов, определения глубины залегания коренных пород и верхней кромки хорошо проводящих рудных тел, определения мощности торфяных залежей, а также для археологических изысканий.

При геофизических исследованиях, измерения чаще всего проводят по системе параллельных профилей. Снятие параллельных профилей на полигоне обычно связано с необходимостью предварительного оконтуривания места исследований и обязательного возврата к начальной точке измерений для снятия очередного профиля. Так работает большинство графических пакетов обработки данных, предназначенных для решения данной задачи. Программа «Lab-Poligon» версии 5.1 позволяет исследователю не только возможность обработка данных «на лету», но при введении исследователем специальной опции, осуществлять передвижение по полигону «змейкой», что значительно сокращает время исследовательских работ. Дополнение программы «Lab-Poligon» SubVI, отвечающим за обработку данных спутниковых геодезических приемников, принимающих сигналы от глобальной космической радионавигационной системы ГЛОНАСС (Россия) и/или Navstar GPS (Navigation Sattelite Timing and Ranging Global Positioning system, США), позволит повысить точность проводимых исследовательских работ.

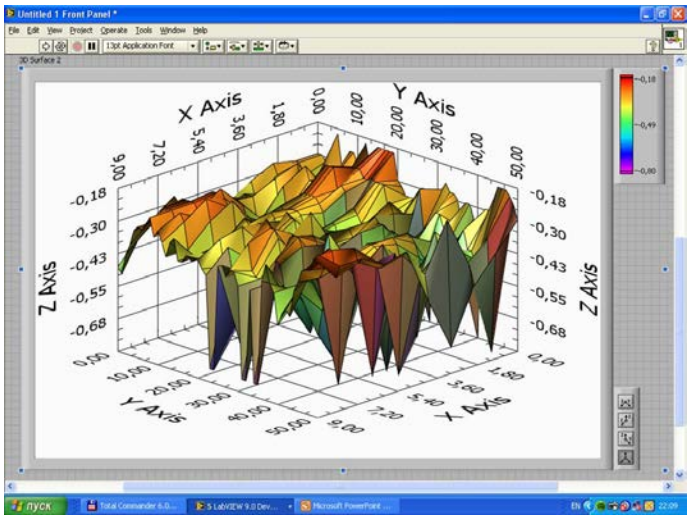


Рисунок 2 – 3D-изображение по экспериментальным данным полигона П-1, заданным массивом данных о глубине залегания нижней границы горизонта A_{2h}+A_2.

Список литературы

1. Романовский Н.Н. Формирование полигональножильных структур. Новосибирск, Наука, 1977.

2. Игнатенко И.В., Кошелева Е.А., Щеколдина И.В. Проявление криогенеза в почвах южно-таежной подзоны Северо-Запада России // III Zjazd geomorfologov Polskich. 1: Streszczenia Komunikatow, posterow I referatow. WNoZ US, SGP, Sosnowiec, 1995. P. 86-87

3. Игнатенко И.В., Юренков Г.И., Кошелева Е.А., Мосин В.Г. Восстановление почвенно-растительного покрова и проявление палеокриогенеза в ландшафтах Блендовской пустыни (Южная Польша) и географической станции РГПУ им. А.И.Герцена "Железо" (Северо-Запад России). СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 1999.

4. Кошелева Е.А. Эволюция ландшафтов бореальной зоны в позднеледниковье и голоцене. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2012. 158 с.

5. Кошелева Е.А., Кошелев С.А. Проблема 3-D графики полигональных структур на примере псевдоморфоз по повторно-жильным льдам. // Геология, геоэкология, эволюционная география. Сборник научных трудов / под ред. Нестерова Е.М. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2010. С. 251-253

6. Кошелева Е.А., Кошелев С.А. Изучение и 3-D моделирование псевдоморфоз по повторно-жильным льдам в подзолах Al-Fe-гумусовых. // Материалы всероссийской научной конференции по археологическому почвоведению. Пущино : Институт физ.-хим. и биолог. проблем почвоведения РАН, 2014. С. 126-129.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ, ПОКРЫТОЙ СЛОЕМ ЛЬДА НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Загидуллин Р.Ш.[1], Купреянов А.А.[2], Румянцев Е.О. [3]
1. МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва; 2. МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва; 3. ФГУП НАМИ, г. Москва
361zag@post.ru [1], zag@bmstu.ru [1], vlankup@yandex.ru [2], evgeny.rumyantsev@nami.ru [3]

В докладе рассматривается автоматизированная система мониторинга параметров движения объекта на стенде для экспериментальных исследований взаимодействия эластомера резины протектора объекта с твердой опорной поверхностью на основе применения оборудования «USB 6009» фирмы National Instruments. Автоматизированная система позволяет определить параметры движения объекта (ускорения по трем координатам), определить по этим данным соответственно скорости движения по трем координатам и записать их параметры, как функции времени на жесткий диск персонального компьютера, Система содержит датчик-акселерометр MMA7260, устройство сопряжения NI USB 6009 и программное обеспечение, выполненное в среде LabVIEW.

Ключевые слова: USB 6009, мониторинг поведения объекта, измерение скорости, акселерометр, испытания аппаратуры

AUTOMATED SYSTEM RESEARCH OF INTERACTION WHEEL ДВИЖИТЕЛЯ WITH A SURFACE COVERED WITH THE ICE LAYER ON PHYSICAL MODEL OF THE CAR WITH ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION

Zagidullin R.S. [1], Kupreianov A.A. [1], Rumancev E.O. [2]
1. Bauman Moscow State Technical University, Moscow; 2. Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Engine Institute»

In the report creation of the automated system of monitoring of parameters of movement of object at the stand of experimental researches of interaction elastomer rubbers of a protector of object on the basis of equipment application «USB 6009» firms National Instruments is considered. The automated system allows to define parameters of movement of object (acceleration on three co-ordinates, according to speed of movement on three co-ordinates) to write down these parameters as functions on time for the electronic carrier of the personal computer, Three Axis Low-g Micro machined Accelerometer, the device of interface NI USB 6009 and the software executed in the environment of LabVIEW.

Keywords: USB 6009, monitoring of behavior of object, measurement of speed, Accelerometer, equipment tests

Постановка задачи

Для корректной оценки характеристик колесного движителя в составе колесной машины и возможности прогнозирования тягово-сцепных и тормозных свойств автомобиля необходимо учитывать трибологические характеристики контакта шины с дорогой. Исследование пары трения: «эластомер – лед» представляет большой практический интерес, так как это напрямую связано с задачей реализации сил трения (и сцепления) в контакте шины с дорогой в зимних условиях. За рубежом, в ряде стран (США, Канада, Швеция, Финляндия, Норвегия), исследованию сцепляемости шин в зимних условиях уделяется очень большое внимание.

Работа посвящена созданию аппаратно-программному комплексу автоматизированной системы регистрации параметров движения объекта на основе применения оборудования «USB 6009» фирмы National Instruments и датчик акселерометр MMA7260 в среде LabVIEW .

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Стенд позволяет увидеть особенности взаимодействия эластомер – твердая опорная поверхность, при проведение опытов на масштабной модели колесной машины. В качестве модели объекта была выбрана модель колесной машины, выполненная в масштабе 1/16 – Traxxas E-Revo. Данная модель является полно приводной (4x4). Ее движение осуществляется за счет электромотора коллекторного типа, который через зубчатые зацепления и карданные валы передает момент на колеса.

Автоматизированная система позволяет экспериментально исследовать взаимодействие эластомера (резины протектора) со льдом, и определить параметры движения объекта (ускорения по трем координатам, соответственно скорости движения по трем координатам). В качестве датчика, рассматривалась производственная линейка датчиков ускорения Freescale Semiconductor. Она насчитывает несколько десятков наименований, перекрывающих диапазоны от ±1,5 g до =250 g и способных, в зависимости от модели, проводить измерения по одной, двум или трем осям. Датчики имеют стандартный пропорциональный аналоговый выход по напряжению, что очень удобно для подключения к АЦП. Одним из достоинств этих датчиков является пропорциональный выход (т.е. выходное смещение при нулевом ускорении и, соответственно, чувствительность линейно изменяются в зависимости от напряжения источника питания). Для быстрой оценки характеристик той или иной модели инерциального датчика, а также ускорения выхода продукта на рынок, Freescale Semiconductor предлагает целое семейство демонстрационных и отладочных модулей, а на сайте компании можно найти множество готовых решений для реализации самых распространенных применений. Например, KIT3109MMAx2x0Q - данная плата предназначена для оценки характеристик и разработки устройств с использованием инерциальных датчиков в корпусе QFN16 с переключаемыми диапазонами измерения MMA7260Q, MMA7261Q, MMA6270Q и MMA6280Q.

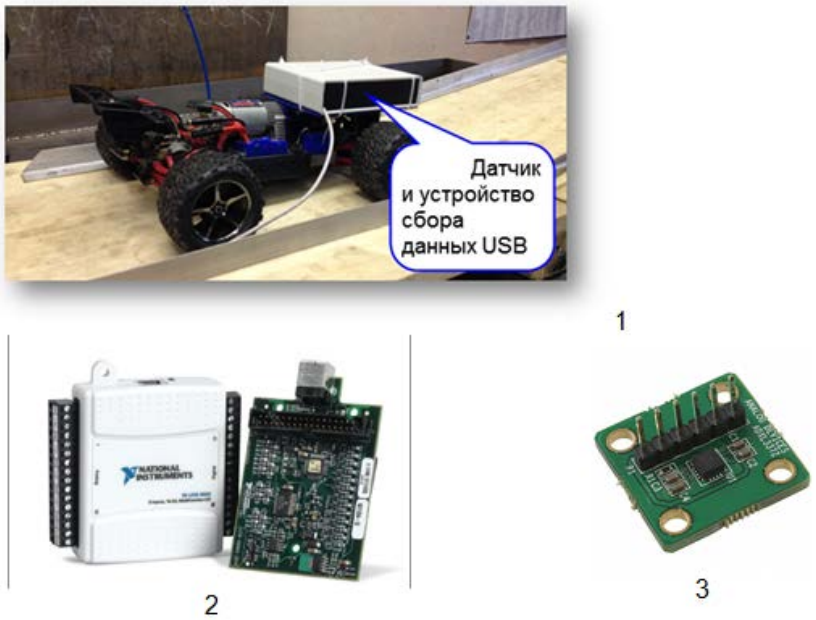


Рисунок 1 – 1) модель колесной машины, выполненная в масштабе 1/16 Traxxas E-Revo; 2) устройство сбора данных USB 6009; 3) плата KIT3109MMAx2x0Q

Инерциальный датчик MMA7260 имеет рабочий диапазон, g в пределах ±1,5; 2,0; 4,0; 6,0 и задаются пользователем, чувствительность мВ/g лежит в пределах 800; 600; 300; 200 и зависит от диапазона. Полоса частот, регистрируемых данных по осям XY -350 Гц, Z – 150 Гц.

3. Описание решения

Сигналы, сформированные в KIT3109MMAx2x0Q подаются на аналоговые входы устройства USB 6009.. Программное обеспечение NI LabVIEW позволяет обработать их и визуализировать в режиме реального времени, выдавать графики ускорений, скоростей и пути на экране компьютера. Предусмотрена возможность создавать отчеты, как в формате текстовых файлов, так и в формате HTML. Внешний вид лицевой панели прибора показан на рис. 2:

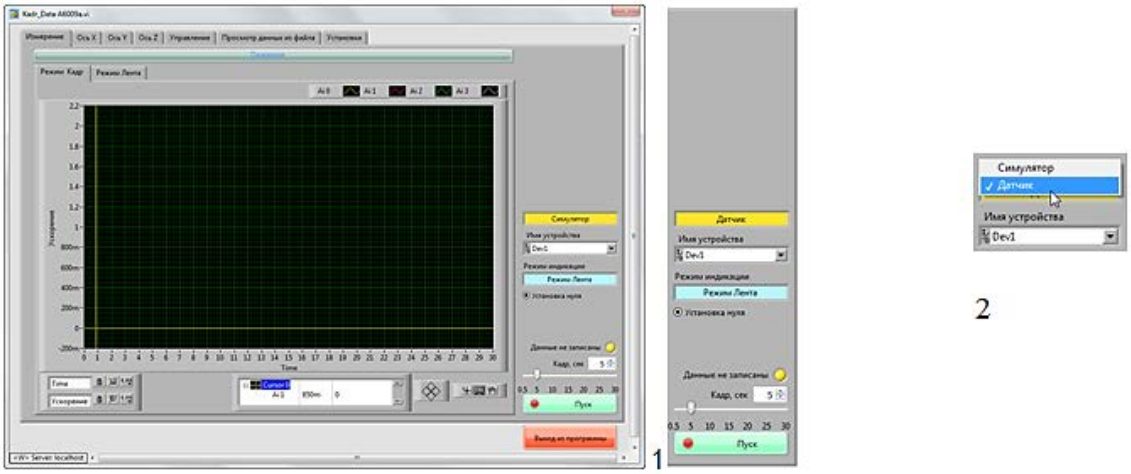


Рисунок 2 – Лицевая панель прибора. 1) Установлен режим «Симулятор», 2) Установлен режим «Датчик».

Комплекс может работать в двух режимах – «Симулятор» и «Датчик». Переключение осуществляется через меню на передней панели. Запуск комплекса осуществляется нажатием экранной кнопки «Пуск», после чего за время, заданное как время кадра, с частотой опроса датчика, определенной в установках режима на закладке «Установки», проводится непосредственное измерение. На закладке «Установки» можно задать режим сохранения результатов.

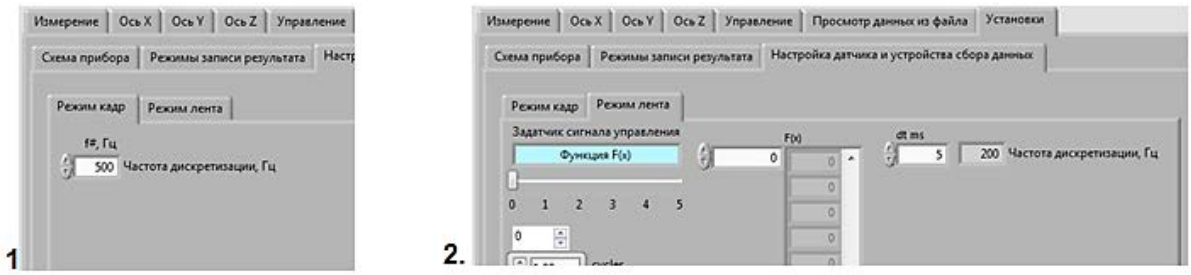


Рисунок 3 – 1) Установлен режим «Кадр», 2) Установлен режим «Лента».

Формат хранения данных выбран как стандартный для LabVIEW формат - *.lvm. Обработка сигналов датчика от KIT3109MMAx2x0Q по трем осям осуществляется с

использованием средств, входящих в состав LabVIEW. Пример решения, где производится непосредственная обработка сигнала датчика, в том числе и интегрирование, показана на рис. 4

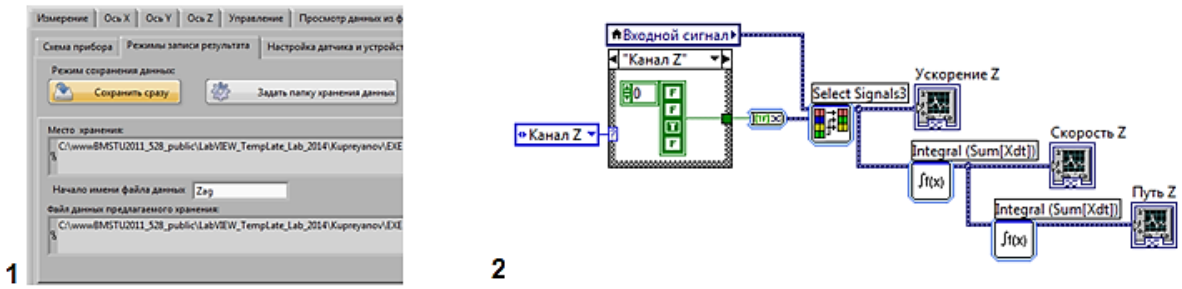


Рисунок 4 – 1) Задание режима хранения результатов. 2) Фрагмент диаграммы программы для расчета параметров движения по оси Z

Формирование сигнала управления мотором формируется и устройством USB 6009. Управление может быть ручным или заранее задано функционально на лицевой панели.

Созданная автоматизированная система позволила существенно ускорить процесс проведения испытаний и повысить качество результата.

4. Внедрение и его перспективы

Разработанная автоматизированная система сбора данных. Проведены пробные испытания модели на ледяной опорной поверхности; Определены основные направления изменения конструкции модели для установления собственного закона приложения момента.

Планируется создание серии аналогичных систем.

Список литературы

1. Купреянов А.А., Морозов М.В. Повышение сцепных свойств автомобиля с электромеханической трансмиссией в тяжелых дорожных условиях //Трибология и надежность. Сб. тр. X межд. конф., Под ред. К.Н. Войнова – СПб., 2010. – С. 157-167.

2. Загидуллин Р.Ш. Multisim, LabVIEW и Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 366 с.: ил. (ISBN 978-5-9912-0022-6. УДК 621.37/. 39.001.63 ББК 32.844-02 З-14).

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Курбанмагомедов К. Д.
«Институт системных технологий», г. Махачкала
sistexn@mail.ru

В работе рассматривается задача контроля и диагностирования сложных технических систем. Предлагается использовать процедуру адаптивного моделирования текущего состояния объекта состояния.

Ключевые слова: Система; контроль; моделирование; структура; устройство; информация.

REASONS FOR THE PRINCIPLES OF CREATION OF THE SIMULATING COMPLEX OF THE SOLUTION OF TASKS OF MONITORING AND DIAGNOSING

Kurbanmagomedov K. D.
"Institute of System Technologies", Makhachkala

In article the task of monitoring and diagnosing of difficult technical systems is considered. It is offered to use procedure of the adaptive simulation of a current status of object of a status.

Keywords: System; monitoring; simulation; structure; device; information.

Исследование и оценка реального состояния сложных объектов при решении задач контроля, диагностирования и технического обслуживания (СКДТО) требует достаточно быстрого и оперативного получения необходимой информации с целью принятия решения о их дальнейшей эксплуатации. При этом в качестве критериев создания подобных систем принимаются высокое быстродействие, а также адекватность соответствующей оценки и наилучшие технико-экономические и стоимостные показатели.

На основании выше изложенного следует, что структура системы «объект анализа - СКДТО» является достаточно сложной, ее составные части имеют достаточно разветвленную схему и анализ работы требует принятие во внимание особенностей стационарных и динамических режимов функционирования анализируемого объекта.

Данная структура характеризуется следующими особенностями:

- рекуррентный характер вычислений при последовательном опросе всех источников информации;
- разрядно - модульный характер функционирования объекта с учетом широкого использование многоразрядных микропроцессорных БИС и микроконтроллеров;
- последовательный характер преобразования информации от первоисточника до конечной ее обработки и принятия решения с множеством ступеней ее преобразования, характеризующихся линейными и нелинейными операциями;
- большое взаимовлияние и взаимозависимость информации, поступающей от различных источников, что приводит к большому риску ошибки и принятию неправильного решения;
- низкая надежность структуры как последовательной структуры, связанная с ее сложностью, отсутствием дублирования из-за высокой стоимости и влиянием на это надежности самой аппаратуры СКДТО.

Функционирование представленной структуры «объект анализа - СКДТО» можно представить с помощью многослойной рекуррентной нейронной сети с обратными связями (рис. 1), в соответствии с функционированием которой можно оценить сложность решения задачи приема, преобразования и обработки информации для достоверной оценки состояния объекта. В связи с тем, что процесс контроля и диагностирования, в общем случае диагноза объекта, можно осуществлять с помощью байесовской модели оценки состояния, рассмотрим сложность решения задачи диагноза по данной модели[2].

Например, для двухслойной рекуррентной нейросети это выражение можно представить[5] в следующем виде (1).

$$Y(t)=f_2(\Sigma^N_{i=1} a_{2i}\, f_1(\Sigma^N_{k=1} a_{1k}\, (x_k+b_{1k}\, x_k(t-1))+ \Sigma^N_{i=1,\,k=1} b_{2ik}\, y(t-1))+ \Sigma^N_{i=1} b_{2i}\, y(t-1)), \quad (1).$$

где k- число нейтронов первого слоя, n- число нейтронов второго слоя, f1f2- функции активации нейронов первого и второго слоя, a1k- возбуждение нейрона первого слоя, a2k- возбуждение нейрона второго слоя, xk - координата входного

вектора, Ь1k2ik Ь2i - синапсические коэффициенты обратной связи первого и второго слоя, y(1), y(t-1) - соответственно координаты выходного вектора в текущий и предыдущий моменты времени.

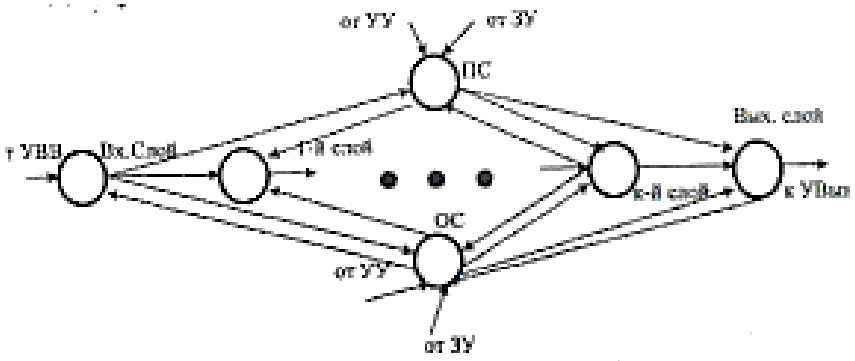


Рисунок 1 – Рекуррентная двухслойная нейронная сеть (УУ- устройство управления, ЗУ- запоминающее устройство, ОС- обратные связи, ПС – перекрестные связи)

В соответствии с данным выражением сложность алгоритма вычислений по одному выходу нейросети соответствует O=(2n2(n+nk+4k)). Из этого выражения следует, что при соответствии системы «объект анализа - СКДТО» двухслойной рекуррентной нейросети с обратными связями, имеет место большой объем вычислений и высокие требования к СКДТО по организации вычислительного процесса. Это делает структуру СКДТО и вычислительный процесс, организация которого необходима в нем для решения поставленной задачи анализа состояния объекта, сравнимым с самим объектом, что подтверждается и практикой. Часто испытательные стенды оказываются более сложными, чем сами проверяемые объекты.

Сложность структуры СКДТО резко возрастает также из-за того, что приходится контролировать все параметры (существенные и несущественные) и требуется высокая частота их периодического наблюдения. Это связано и с тем, что по классической схеме осуществляется анализ состояний структурных элементов объекта, а не технологического процесса, реализованного с помощью этих элементов. При этом оказывается также невозможным достижения заданного уровня качества реализации процесса и, соответственно, выпускаемой продукции.

С другой точки зрения надежность классической схемы построения системы «объект анализа - СКДТО» соответствует последовательному соединению объекта и СКДТО. Это означает, что они вносят равный «вклад», например, в значение вероятности безотказной работы [3].Выход из строя одного из них приводит к отказу всей системы «объект анализа - СКДТО».

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

- необходима новая методология организации процесса контроля, диагностирования и технического обслуживания сложных технических систем, ориентированная на новые аппаратно - программные решения организации процесса;

- необходимо разработать новые методы организации вычислений, основанные на распараллеливании процесса в соответствии с нейросетевой моделью;

- необходимо идентифицировать процесс контроля, диагностирования и технического обслуживания таким образом, чтобы в процессе ее решения учитывать взаимовлияние и взаимосвязанность возникающих в объекте неисправностей или различных состояний, в которых возможно нахождение объекта;

- при решении задачи необходимо учитывать особенности технологического процесса в реальном времени, хотя это предъявляет высокие требования к быстродействию СКДТО;

- необходимо разработать с учетом выше изложенных требований новые технические решения по структурной и алгоритмической организации СКДТО сложных технических систем с развитой организацией памяти и процессорной обработки промежуточных и конечных результатов решения задачи;

- необходимо разработать математические методы, обосновывающие данный подход и моделирующие технологический процесс в каждой конкретной ситуации.

Предлагается метод адаптивного моделирования по состоянию при контроле, диагностировании и техническом обслуживании сложных технических систем состоящий из следующих процедур. На этапе проектирования выполняются следующие виды работ по проектированию аппаратно — программного обеспечения при реализации данной методологии.

1. Построение математической модели структуры объекта анализа и математической модели технологического процесса реализованного в нем.

2. Построение алгоритмов синтеза тестовых последовательностей контроля диагностирования, алгоритмов технического обслуживания и алгоритмов моделирования для структуры объекта и технологического процесса, реализуемого в нем.

3. Построение тестовых последовательностей и моделирующих программ для анализа состояния структуры объекта и технологического процесса, реализуемого в нем.

4. Выбор существенных признаков и контрольных точек в структуре объекта и технологическом процессе, реализуемого в нем.

5. Формирование баз данных тестовых последовательностей, результатов выполнения моделирующих программ и эталонных реакции. Анализ взаимовлияния и взаимозависимостей неисправностей и состояний в структуре объекта и технологическом процессе.

6. Разработка специализированных аппаратно — программных средств моделирования функционирования структуры и технологического процесса, основанных на концепции аппаратной поддержки вычислений и обладающих высоким быстродействием на основе распараллеливания вычислений. Для реализации данных устройств предлагается применить аппаратно - программные средства, использующие ассоциативные вычислительные устройства. Это возможно за счет реализации в них функционального распараллеливания выполнения операций.

В реальном режиме анализа объекта по состоянию предлагается циклическое выполнение следующих процедур.

1. Последовательный анализ состояния структуры объекта и технологического процесса. Сравнение с эталонными значениями.

2. В случае возникновения отказа структурных элементов осуществляется их проверка и замена, Могут быть использованы моделирующие программы.

3. Оценка параметров технологического процесса.

4. Моделирование технологического процесса в случае выявление тенденции к изменению параметров в худшую сторону.

5. Сравнение с эталонными значениями, полученными при выполнении моделирующих программ.

6. Принятие решения о причинах дрейфа и ухудшения параметров, изменение режимов технологического процесса и его корректировка.

Структура моделирующего комплекса, используемого при принятии решений, позволяет хранить информацию не только об исходном состоянии объекта КиД (вначале эксплуатации), но и периодически обновлять её после накопления опыта эксплуатации, неисправностей и технического обслуживания (рис. 2). Эталонная

информация накопляется в блоках 4 (АЗУ1) и в дальнейшем передается в блоке 6 (АЗУ2)

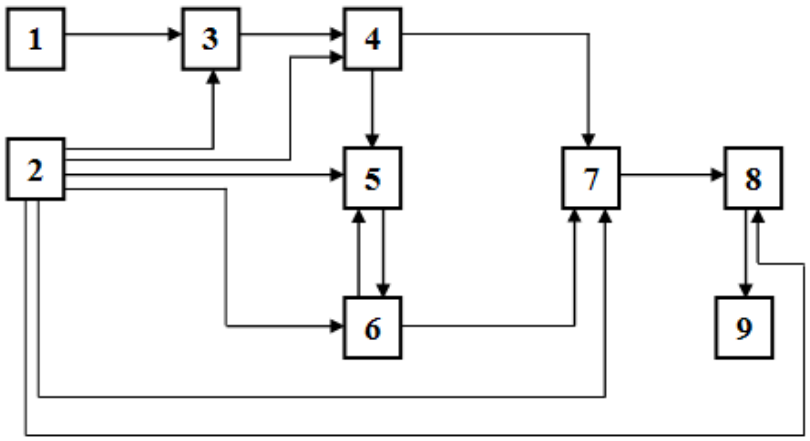


Рисунок 2 – (1- датчик информации, 2- преобразователь, 3-блок управления, 4-ассоциативное запоминающее устройство 1 (АЗУ1), 5- блок обмена информации, 6-ассоциативное запоминающее устройство 2 (АЗУ2), 7- блок сравнения, 8- блок принятия решений, 9- блок отражения информации).

При моделировании технологического процесса используются исходные данные не только из базы данным при выполнении моделирующих программ, но и сведения о текущих значениях технологических параметрах, состояниях элементов системы, получаемых с первичных датчиков после предварительной обработки. Свойство адаптивности алгоритма заключается в том, что реализуется тот вариант основного алгоритма, который соответствует конкретной ситуации изменение технологических и структурных параметров объекта. При реализации данной методологии система «объект анализа - СКДТО» рассматривается как дублированная система и надежность данной системы намного выше надежности последовательной системы/4/. Получены аналитические выражения расчета и сравнение значений показателей надежности. Кроме того, реализация системы моделирования на однотипных ассоциативных параллельных процессорах и возможность ее настройки однородной структуры, повышает ее надежность.

Список литературы

1. В.Э.Малышкин. Основы параллельных вычислений. -2003 ЦИТ СГГА, http://www.ssga.ru/metodich/para11/contents. html.

2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006-104 с.

3. Каштанов В.А., Медведев А.И. Теория надежности сложных систем (теория и практика). – М.: «Европейский центр по качеству», 2002 – 470 с.

4. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: Учебное пособие – Спб.: 2005. – 479 с.

5. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 400 с.

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ СТАНКА

Куц М.С.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Статья посвящена построению автоматизированной системы измерений, предназначенной для исследования теплового состояния станка. Рассмотрены основные требования предъявляемые к таким системам и характерные измеряемые параметры. Представлен вариант реализации АСИ с помощью LabView 10.

Ключевые слова: испытание машин, металлорежущие станки, автоматизированные системы испытание, LabView.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED RESEARCH SYSTEM OF METAL CUTTING MACHINE THERMAL STATE.

Kuts M. S.
BMSTU

The article is devoted to building of automated system of metal cutting machine thermal state research. There are considered main demands required to such systems. There is submitted one solution of ARS building with LabView 10.

Keywords: tests of machines, metal cutting machines, automated research system, LabView

Проведение испытаний посвященные исследованию теплового состояния станков требует значительных затрат как времени, так и средств. Двумя основными проблемами при проведении испытаний в учебном процессе являются их простота и воспроизводимость. Решить данные проблемы возможно при качественной автоматизация испытаний.

Целью испытаний являлись исследования теплового состояния металлорежущего станка. В данном случае необходимо исследовать множество различных параметров. Поэтому к системе АСИ выдвигались следующие требования:

1. АСИ должна располагать средствами к измерению линейно-угловых, температурных параметров, а также времени и потребляемой мощности;
2. АСИ должна быть масштабируемой - иметь возможность подключения дополнительно необходимых датчиков, для увеличения числа измеряемых параметров;
3. АСИ должна иметь возможность графического и числового вывода данных, а также сохранения их для дальнейшего анализа и обработки.

Для исследования термосимметричности вертикально-расточного станка необходимо было наличие датчиков линейных перемещений – для измерения смещения оси шпинделя в течении смены по осям X и Y (2 шт.) и датчиков температуры – для измерения изменения температурного поля станка и его узлов (6 шт.).

Для измерения перемещений были выбраны цифровые индикаторы часового типа ИЧЦ с ходом 0-10 мм и дискретностью 0.001. Для измерения температур выбраны термопары типа «К» (Хромель-алюмеливые) с диапазоном -40..+400°С. Опрос ИЧЦ производится по интерфейсу RS-232. При инициализации датчик отправляет стартовый пакет данных длинной 28 байт, после чего с дискретностью 10кГц отправляет пакеты данных вида «/rXXXXXX/n», где XXXXXX- значение перемещения в мкм. Для опроса термопар используется шасси NI cDAQ-9174 с подключенным к нему модулем NI 9213.

В качестве электронного ключа для управления включением/выключением станком была выбрана плата Ke-USB24R, представляющая собой плату управления

высоковольтными реле 220В/7А подключаемая по USB и определяющаяся как виртуальный COM- порт.

Таким образом требования к программной составляющей системы были следующими:

- Поддержка оборудования стандартного оборудования NI.
- Поддержка сторонних датчиков и оборудования с возможностью взаимодействия по интерфейсу COM.

В соответствии с данным требованиями в качестве среды разработки была выбрана среда LabView 10- поддержка стандартных модулей NI происходит «из коробки» с найменьшими затратами по составлению алгоритма, а для взаимодействия со сторонним оборудованием используется библиотека VISA.

На рис. 1 представлен блок инициализации портов, к которым подключены датчики линейных перемещений и настройка параметров опроса термопар и соответствующий ему блок настройки в интерфейсе пользователя.

На рис.2 изображен алгоритм опроса датчиков перемещений – отброс лишних символов пакета данных, преобразования строковых данных в числовые, вывод их на график и текстовое поле, очистка графика в начале опроса и запись данных в файл *.tdms.

На рис.3 представлен блок опроса термопар, вывод показаний на график и текстовое поле, очистка истории графика и запись данных в файл *.tdms.

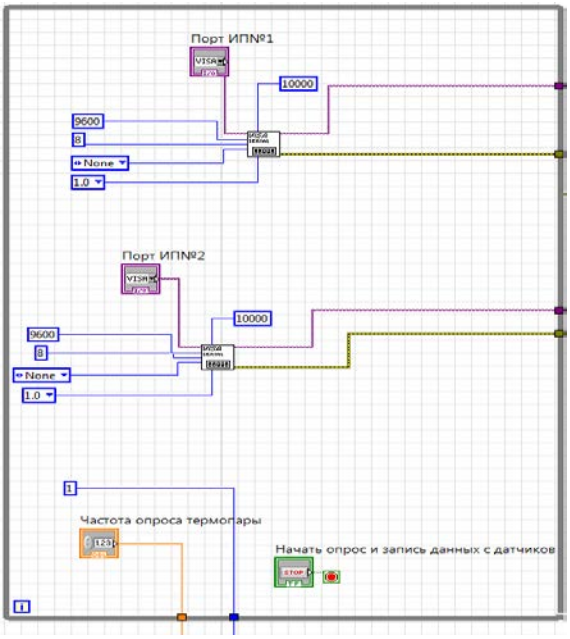


Рисунок 1 – Блок инициализации и соответствующий ему блок на фронтальной панели.

Для обеспечения возможности опроса датчиков перемещений и термопар с различной дискретностью, их опрос производится в параллельных потоках. Завершение потоков происходит по нажатию на кнопку на лицевой панели виртуального прибора.

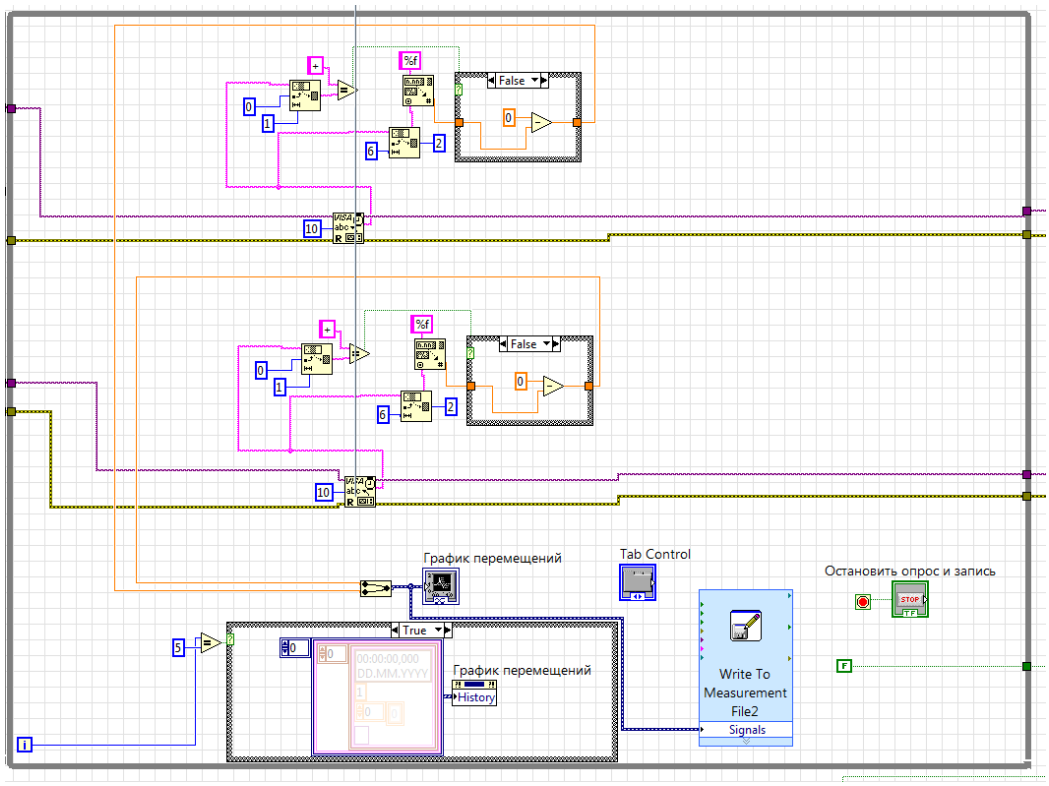


Рисунок 2 – Блок опроса датчиков перемещений

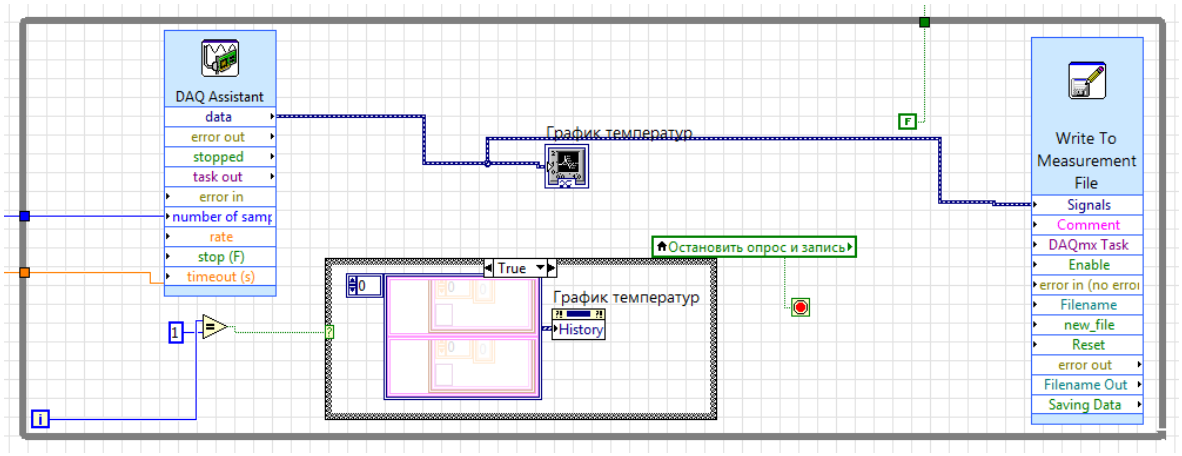


Рисунок 3 – Блок опроса термопар.

Выводы:

Построенная система отвечает всем заданным к ней требованиям, позволяет производить исследование термического состояния станка в автоматическом режиме, осуществляя сбор и сохранение необходимых параметров.

Используемое оборудование является открытой системой, допускает подключение до 16 термопар, количество линейно-угловых датчиков ограничено количеством аппаратных COM портов, установленных на компьютере и может быть увеличено за счет использования слотов расширения виртуальных COM портов.

Система проста в использовании и подходит для проведения лабораторных практикумов в учебном процессе.

Список литературы

1. Р. Ш. Загидуллин. Multisim, Labview, Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств. Издательство: Горячая Линия – Телеком, ISBN 978-5-9912-0022-6; 2009 г.

2. П.А.Бутырин, Т.А. Васьковская, В.В. Каратаев, С.В. Материкин. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW/ Под ред. Бутырина П.А.-М.: ДМК Пресс. 265с.:ил.; 2014 г.

3. Куц М.С. Автоматизированная измерительная система для исследования термического состояния станка. Будущее машиностроение России: сб. тр. Шестой всерос. Конф. Молодых ученых и специалистов. Москва, 25—28 сентября 2013 г./ Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.-360 с.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАЦИИ НА КЛАССАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОТСЧЕТОВ СИГНАЛА КАНАЛА СВЯЗИ ПРИ ЛАГРАНЖЕВОЙ И ЭРМИТОВОЙ АППРОКСИМАЦИИ

Локтионов А.П.
ЮЗГУ, г. Курск

Рассмотрена оптимизация погрешности преобразовательно-вычислительной системы как средства интерпретации результатов наблюдений регуляризацией классов преобразования отсчетов и решетчатой функции сигнала канала связи при лагранжевой и эрмитовой аппроксимации двукратными узлами. Получены решения задачи экспериментально-расчетного определения опорного момента консольной балки, нагруженной сосредоточенной силой на ее конце, в том числе с оптимальным выбором координат отсчетов и параметров преобразования отсчетов.

Ключевые слова: преобразовательно-вычислительная система, канал связи, функция, аппроксимация.

CONVERTING AGGREGATION ON CLASSES OF TRANSFORMATIONS OF SIGNAL SAMPLES OF THE COMMUNICATION CHANNEL WITH LAGRANGE AND HERMITE APPROXIMATION

Loktionov A. P.
Southwest State University, Kursk

Considered optimization error converting-computer system as a means of interpreting the results of observations regularization conversion classes and readings lattice function of the signal of the communication channel at the Lagrange and Hermite approximation of two-time nodes. Solutions of the problem of experimental-calculation determination of a support moment of a cantilever beam loaded with concentrated force at its end including the optimal choice of coordinates references and parameters of transformation of references.

Keywords: converting-computer system, communication channel, function, approximation.

В преобразовательно-вычислительных системах (ПВС) при решении обратных задач достоверность передачи данных первичными преобразователями и каналом связи повышается при использовании математической обработки преобразованного сигнала с целью приведения (редукции) к более совершенному измерительному устройству. Данная работа посвящена сопоставительному анализу методики дискретизации

функций сигнала канала связи с использованием преобразовательной агрегации – декартового произведения вида преобразовательного компакта отсчетов решетчатых функций сигнала и класса преобразования отсчетов канала связи и первичных преобразователей.

Постановка обратной преобразовательно-вычислительной задачи

Особенности обратных задач без утраты общности рассматриваем применительно к контролю сложной механической конструкции по прогибам и наклонам ее элементов [1, 2, 3]. В ПВС преобразуемой функцией может быть функция прогибов элементов конструкции $y(t)$ – решение начальной задачи с дифференциальным уравнением

$$\mathrm{D}^n y = f_o(t), \quad t \in \mathrm{I}, \tag{1}$$

где D^n – стационарный дифференциальный оператор n-го порядка, $f_o(t)$ – внешняя нагрузка, $\mathrm{I} = [t_a, t_b]$ – отрезок задания решения при физических ограничениях на максимальное время t_m ($0 < t_a < t_b < t_m$). Функция $y(t)$ практически не имеет ничего общего с искомой величиной – величиной действующего на элемент конструкции изгибающего момента или поперечной силы, которые с учетом изгибной жесткости элементов конструкции определяются через соответственно вторую или третью производную функции прогибов. Искомую функцию получаем решением обратной начальной задачи.

Рассматриваем в качестве примера, решение обратной начальной задачи строительной механики по определению искомой функции f – начального значения

$$\xi_2 = y''(0) \tag{2}$$

преобразуемых функций ПВС – измеряемых функций $y(t)$ и $y'(t)$, представленных выборками $y(t_i)$ и $y'(t_i)$ – частными решениями

$$y(t_i) = \xi_0 + \xi_1 t_i + \xi_2 t_i^2/2 + \xi_3 t_i^3/6, \tag{3}$$

$$y'(t_i) = \xi_1 + \xi_2 t_i + \xi_3 t_i^2/2 \tag{4}$$

начальной задачи второго порядка

$$y''(t) = f_o(t), \quad f_o(t) = \xi_2 + \xi_3 t, \ t \in \mathrm{I}. \tag{5}$$

где $\xi_0, \ldots, \xi_3$ – начальные значения функции $y(t_i)$, $f_o(t)$ – внешняя нагрузка [2]. Функция $y'(t)$, измеряется например, через углы поворота малых линейных элементов по [6].

Выборки $y(t_i)$ используем при L-аппроксимации лагранжевым интерполяционным многочленом

$$\xi_2 = \sum_{i=0}^{3} L_i\, y^*(t_i), \tag{6}$$

совместно выборки $y(t_i)$ и $y'(t_i)$ используем при эрмитовой аппроксимации двукратными узлами (DxH-аппроксимации) интерполяционным многочленом

$$\xi_2 = \sum_{i=0}^{1} \left(H_i\, y^*(t_i) + C_i\, y'^*(t_i) \right), \tag{7}$$

где L_i коэффициенты Лагранжа; H_i и C_i – коэффициенты Эрмита [5, 7].

Определение 1. Класс p-преобразования отсчетов $y^*(t_i)$ есть линейное преобразование, проходящее через начало координат, с одинаковой приведенной погрешностью ε_p отсчетов во всех отсчетных точках t_i и одинаковым пределом измерений y_p, равным верхней границе $\sup|y^*(t_i)|$ на компактном наборе вещественных чисел $\{y^*(t_1), \ldots, y^*(t_{n+1})\}$. При p-преобразовании для отсчетов сигналов канала связи выполняются равномерная непрерывная норма абсолютной погрешности $\|\Delta y(t_i)\| = \Delta_m y(t_i) \geq \Delta y(t_i)$, где $\Delta_m y$ – верхняя граница абсолютного значения погрешности отсчета ($\Delta y = |y^* - y|$), и соотношение

$$\Delta_m y(t_i) = \varepsilon_p y_p . \quad (8)$$

Дополнительно вводим в рассмотрение класс *pi*-преобразования, который отличается от класса *p*-преобразования тем, что вместо соотношений (8) выполняются соотношения

$$\Delta_m(y(t_i)) = \varepsilon_p y_{pi} \geq \Delta(y(t_i)),$$
$$\Delta_m(y'(t_i)) = \varepsilon_p y'_{pi} \geq \Delta(y'(t_i)), \quad (9)$$

где $y_{pi} = y(t_i)$ и $y'_{pi} = y'(t_i)$ – пределы измерений.

Регуляризация компакта узлов аппроксимации

Вводим количественную меру степени обусловленности задачи редукции числами обусловленности.

Определение 2. Абсолютное числом обусловленности задачи редукции есть величина ν_Δ, если она устанавливает связь между верхними границами абсолютных значений погрешности отсчетов $\Delta_m(y, y')$ и решения $\Delta_m(f^*)$ неравенством

$$\Delta_m(f^*) \leq \nu_\Delta \sup \Delta_m(y, y'). \quad (10)$$

Определение 3. Относительное число обусловленности задачи редукции есть величина ν_δ, если она устанавливает связь между верхними границами относительных значений погрешностей отсчетов $\delta_m(y, y')$ и решения $\delta_m(f)^*$ неравенством

$$\delta_m(f^*) \leq \nu_\delta \, \delta_m(y, y'). \quad (11)$$

Определение 4. Мера погрешности задачи редукции есть минимальное число обусловленности задачи, полученное регуляризацией распределения узлов аппроксимации.

Определение 5. Задача о регуляризации компакта узлов аппроксимации решетчатой функции сигнала канала связи для получения минимальной погрешности аппроксимации при заданной верхней границе абсолютной погрешности отсчетов есть задача параметрической и структурной оптимизации набора узлов в константе Лебега второго рода и в константах Лебега-Эрмита второго рода

$$\Lambda_{n2} = \min \sum_{j=0}^{n} \left| L_j(t) \right|, \quad \Lambda_{H2} = \min \sum_{j=0}^{n} \left| H_j(t) \right|, \quad \Lambda_{C2} = \min \sum_{j=0}^{n} \left| C_j(t) \right|.$$

Результат решения задачи для $t_a = 0{,}05\ t_m$, $t_b = 0{,}95\ t_m$ [1] при четырехточечной *L*-аппроксимации с *p*-преобразованием отсчетов $(\nu_\Delta)_{\min} = 132/t_m^2$, $(\nu_\delta)_{\min} = 40{,}6$, с *pi*-преобразованием отсчетов $(\nu_\Delta)_{\min} = 14{,}9/t_m^2$, $(\nu_\delta)_{\min} = 4{,}60$ [4]. При двухточечной *DxH*-аппроксимации с *p*-преобразованием отсчетов $(\nu_\Delta)_{\min} = 16{,}5/t_m^2$ $(\nu_\delta)_{\min} = 8{,}8$, с *pi*-преобразованием отсчетов $(\nu_\Delta)_{\min} = 12{,}9/t_m^2$ $(\nu_\delta)_{\min} = 3{,}96$ [4].

Выводы

1. Регуляризация компакта узлов аппроксимации решетчатой функцией сигнала канала связи минимизирует неопределённость решения задачи редукции ПВС.

2. При проектировании ПВС в зависимости от требуемого уровня неопределённости определения искомой функции следует принимать решение о возможности использовать менее точную преобразовательную агрегацию с L-аппроксимацией компакта отсчетов при p-преобразовании отсчетов или для повышения точности использовать более сложную в реализации DxH-аппроксимацию с pi-преобразованием отсчетов.

Список литературы

1. Локтионов А. П. Концепция модели исследования внутренних силовых факторов в элементах конструкций измерительными ячейками // Известия вузов. Строительство. 2005. №6. С. 88-93.

2. Локтионов А. П. Модель исследования внутренних силовых факторов в элементах конструкций по прогибам // Изв. вузов. Строительство. 2006. №7. С. 93 – 98.

3. Локтионов А. П. Принцип построения системы измерения взлетного веса и положения центра тяжести ЛА на основе редукции измерений // Изв. вузов. Авиационная техника. 2007. №2. С. 44-47.

4. Локтионов А. П. Структурная регуляризация подсистемы преобразовательного компонента преобразовательно-вычислительных систем. – Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2009. – 323 с.

5. Локтионов А. П., Титов В.С. Дискретизация сигнала канала связи при эрмитовой аппроксимации // Телекоммуникации. – 2014. – № 4. – С. 15–18.

6. Loktionov, A. P. Elongation and Rotation of a Linear Element under the Continuum Deformation [Текст] / A. P. Loktionov // Russian Mathematics. – 2007. – Vpl. 51. – № 3. – P. 42–45.

7. Loktionov A. P. Regularization of the lattice time function of the signal in the communication channel. // Telecommunications and Radio Engineering. – 2013. V. 72. – i 2. – p. 161-171.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ 8-БИТНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Лоскутов И.О., Каракозов А.Б., Некрасов П.В., Никифоров А.Ю.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва
iolos@spels.ru, abkar@spels.ru

В статье представлен созданный автоматизированный комплекс функционального и параметрического контроля 8-битных микроконтроллеров в процессе проведения удаленного эксперимента. Аппаратная часть создана на основе модульных приборов PXI-4110 и PXI-7841R фирмы NI, работающих под управлением программы LabVIEW. Представлена принципиальная схема и методы функционального и параметрического контроля.

Ключевые слова: PXI-4110, PXI-7841R, LabVIEW, микроконтроллер, удаленный эксперимент, испытательный комплекс, функциональный контроль, параметрический контроль, ток потребления.

AUTOMATED TEST SETUP FOR FUNCTIONAL AND PARAMETRICAL CONTROL OF 8-BIT MICROCONTROLLERS

Loskutov I.O., Karakozov A.B., Nekrasov P.V., Nikiforov A. Yu.
National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute)

The developed automated setup for functional and parametric control of 8-bit microcontrollers is presented. The setup hardware is based on the NI modular instruments PXI-7841R and PXI-4110 operated under LabVIEW software. Test circuit and methods are presented.

Keywords: PXI-4110, PXI-7841R, LabVIEW, microcontroller, remote experiment, test setup, functional control, parametric control, power supply current.

1. Введение

Микроконтроллеры (МК) представляют собой электронные устройства, в состав которых входят помимо процессорного ядра развитый набор внутренней периферии. Основное применение МК - системы локальной обработки информации и

автоматизация управления высокопроизводительными устройствами различного назначения. При тестировании МК необходимо контролировать ряд электрических параметров (выходные напряжения, токи потребления, токи утечки и т.д.) и работоспособность его внутренних функциональных блоков [1, 2]. При этом требуется исследовать МК в различных режимах работы, измерять параметры в диапазоне допустимых напряжений питания, частот и т.д. При испытаниях важным аспектом является автоматизация эксперимента, позволяющая сократить время измерения, уменьшить вероятность ошибки, а также протоколировать и обрабатывать результаты эксперимента.

2. Устройство для тестирования

Автоматизированный комплекс создан для функционального и параметрического контроля МК во время проведения удаленного эксперимента. В качестве примера был выбран 8-битный КНИ МК с архитектурой MCS-51, частотой до 12 МГц и низким потреблением. При проведении эксперимента, необходимо обеспечивать:

1) Функциональный контроль базовых периферийных блоков МК (ОЗУ, РСН, АЛУ, АЦП и т.д.). Пользователь должен иметь возможность настроить количество тестов, выбирать ручной или автоматический режим и регулировать время выполнения тестирования.

2) Измерение динамического и статического токов потребления с точностью до 0,1 мА.

3) Измерение высокого и низкого уровней выходного напряжения с точностью до 0,01 В.

4) Регулировку напряжения питания во время функционального и параметрического контроля с точностью до 0,01 В.

3. Описание разработанного измерительного комплекса

Функциональный и параметрический контроль МК обеспечивают модульные приборы PXI фирмы NI и программное обеспечение LabVIEW. Комплекс включает в себя следующие аппаратные модули:

• PXI-1033: 5-ти слотовое шасси (скорость передачи данных 110 Мб/сек, шум менее 38 дБ, мощность 400 Вт);

• PXI-4110: управляемый источник питания (три программируемых канала с диапазонами напряжения от 0 В до +6 В, от 0 В до +20 В и от 0 В до -20 В);

• PXI-7841R: плата цифро-аналогового ввода/вывода (ПЛИС Virtex-5R, 96 двунаправленных цифровых портов, 8 аналоговых входов, 8 аналоговых выходов) [3].

Структурная схема для тестирования представлена на рисунке 1.

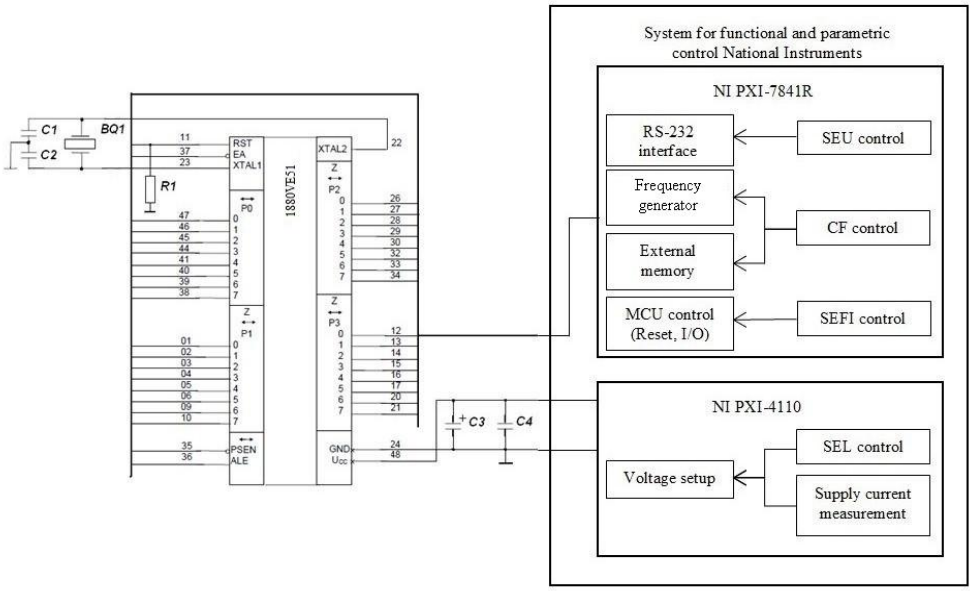


Рисунок 1 – Структурная схема для тестирования МК.

Плата PXI-4110 обеспечивает настройку напряжения питания и измерение тока потребления в диапазоне до 1,0 А с точностью 0,02 мА. Модуль PXI-7841R обеспечивает внешнее тактирование микроконтроллера, прием и передачу тестовых данных, а также реализует внешнюю память программ МК. Последнее позволило исключить сбои в памяти программ, возникающие при внешних воздействиях [4].

Функционирование микросхем контролируется при напряжении питания 5,0 В, при этом проводится контроль следующих функциональных блоков: ОЗУ (чтение/запись ячеек памяти), АЛУ (контроль выполнения набора арифметических и логических команд), система прерываний (контроль корректности обработки прерываний), блок интерфейса UART (контроль приема и передачи тестовой посылки данных), таймеры-счетчики (тестирование счета внешних импульсов, тестирование генерации сигнала с заданными временными параметрами).

Функциональный контроль проходит в следующей последовательности. При включении МК инициализирует перечисленные выше внутренние блоки. После инициализации МК ожидает получение команды от аппаратно-программного комплекса на выполнение тестирования собственной работоспособности. После получения команды МК реализует соответствующий тест и передает результаты в FPGA по последовательному интерфейсу UART. Посылка обрабатывается управляющей программой, созданной в среде LabVIEW, после чего результат тестирования выводится на экран и сохраняется в файл протокола. Для обнаружения зависания МК генерирует непрерывный сигнал на одной из цифровых линий. FPGA модуль контролирует этот сигнал и при обнаружении зависания сбрасывает МК.

Пользователь может контролировать скорость передачи по интерфейсу RS-232, частоту тактирования МК и напряжение питания. Также задается набор и последовательность выполнения тестов внутренних функциональных блоков МК.

Контроль динамических и статических токов потребления производится при повышенном напряжении 5,5 В и максимальной частоте работы микросхемы (наихудший режим работы).

Выходные напряжения измеряются на выходных линиях МК при использовании аналоговых входов модуля PXI-7841R. Измерение проводится при напряжении питания 4,5 В.

4. Применение и развитие

Разработанный автоматизированный комплекс успешно применялся в экспериментальных исследованиях в НИЯУ МИФИ. Примененные решения могут быть адаптированы для испытаний других видов электронных устройств: ПЛИС, микросхем памяти, АЦП, ЦАП, DC-DC преобразователей и др. [5, 6]

5. Выводы

Представлен автоматизированный комплекс функционального и параметрического контроля 8-битных МК. Аппаратная часть создана с использованием модульных приборов NI PXI-7841R и PXI-4110 фирмы NI, работающих под управлением ПО LabVIEW. Представлена схема, и методика функционального и параметрического контроля 8-битных МК с использованием разработанного аппаратно-программного комплекса.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 14-29-09210.

Список литературы

1. D. Boychenko, O. Kalashnikov, A. Nikiforov, A. Ulanova, D. Bobrovsky, P. Nekrasov, “Ionizing dose effects and radiation testing,” Facta universitatis series: Electronics and Energetics Vol 28, No 1, March 2015, pp. 153 – 164.

2. O. Kalashnikov, A. Nikiforov. “TID behavior of complex multifunctional VLSI devices”, In Proceedings of the International Conference on Microelectronics MIEL, 2014, Belgrade, Serbia, pp. 455-458.

3. http://www.ni.com/pxi/ –National Instruments website.

4. A. G. Petrov, A. L. Vasil'ev, A.V. Ulanova, A. I. Chumakov, and A.Y. Nikiforov, “Flash memory cells data loss caused by total ionizing dose and heavy ions,” Central European Journal of Physics, vol. 12, no. 10, pp. 725-729, 2014.

5. O. Kalashnikov, A. Artamonov, A. Demidov, et. al, “ADC/DAC Radiation Test Technique”, Workshop Record 4th European Conf. "Radiations and Their Effects on Devices and Systems" (RADECS 97), 1997, Palm Beach-Cannes, France, pp. 56-60.

6. D. Bobrovsky, O. Kalashnikov, P.Nekrasov, “Functional control technique for FPGA total ionizing dose testing”, RADECS Proceedings, 2012 (to be published).

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Макаров Е.В., Раджабов З.Р., Курбанмагомедов А.К.
«Институт системных технологий», Махачкала
sistexn@mail.ru

В статье рассматривается вопрос композиционные материалы, представляющие собой матрицу, армированную волокнистым наполнителем, обладают ярко выраженной механической анизотропией. Их упругие, пластические, вязкие и прочностные свойства существенно зависят от ориентации и относительного объема волокон и от направления внешней нагрузки.

Ключевые слова: Композит, анизотропия, материалы, свойство, состояние, коэффициент.

MODELING ELASTIC AND STRENGTH PROPERTIES OF REINFORCED COMPOSITES

Makarov E.V., Radjabov Z.R., Kurbanmagomedov A.K.

"Institute of System Technologies", Makhachkala
sistexn@mail.ru

The article discusses the composite material of a matrix reinforced with fiberfill, have a pronounced mechanical anisotropy. Their elastic, plastic, viscous and mechanical properties depend strongly on the orientation and the relative volume of the fibers and the direction of the external load.

Keywords: Composite, anisotropy, material property, a condition factor.

Полимерные композиционные материалы в силу своей гетерогенной структуры представляют собой материалы с ярко выраженной анизотропией физико-механических свойств. Их свойства существенно зависят как и от объемных долей структурных составляющих матрицы и армирующего волокна, так и от степени их взаимодействия. Установленно [1,2], что при горячем пресовании таких материалов между матрицей и армирующим наполнителем образуется граничный слой с характерными для него свойствоми отличными от матрицы и наполнителя. Поэтому при анализе свойств композитных материалов возникает необходимость учета свойств граничных слоев и построить такую математическую модель, которая достаточно точно описывала бы рассматриваемй материал.

Анизотропия упругих свойств такого материала в зависимости от геометрических и физических параметров структурных составляющих определена в работе [3].

Анизотропию физико-механических свойст слоистых металлоорганопластиков на основе эксперементальных методов исследовано в работе [2], где показано, что анизотрапия вязко-упругих свойств металлоорганопластиков зависит от объемной доли армирующего наполнителя, температуры и от угла между осью образца и направлением армирующего наполнителя.

В настоящей работе рассматривается математическая модель композита для исследования коэффициента Пуассона в зависимости от способа армирования и объемных долей составляющих. Для этого рассмотрим однородное упругое состояние однослойного полимерного композита.

Рассмотрим растяжение тонкой пластины, представляющей собой изотропную матрицу, армированную двумя семействами тонких нитей. Пластина нагружена растягивающим напряжением в направлении оси OX, а нити расположены не симметрично относительно выбранной системы координат. Угол между основными и уточными нитями армирующего наполнителя обозначим 2α, а угол между осью OX и осью симметрии композиты обозначим β.

Пусть, что K_0- объемное содержание матрицы K_1 - объемное содержание армирующего наполнителя, причем $K_0 + K_1 = 1$ и $K_1 \langle K_0$, x_0, μ_0- упругие постоянные Ламе матрицы, E_1- модель юнга армирующих нитей.

Коэффициент Пуассона υ_{yx}, характеризующий поперечное сужение в направлении оси OY при растяжении вдоль оси OX, имеет следующее значение [3].

$$\upsilon_{xy} = \frac{(K_0\mu_0 + \frac{K_1E_1}{2}a_{xy})[2K_0\mu_0\lambda_0 + (\lambda_0 + 2\mu_0)\frac{K_1E_1}{2}a_{xy}] - (\lambda_0 + 2\mu_0)\frac{K_1^2E_1^2}{4}b_xb_y}{(K_0\mu_0 + \frac{K_1E_1}{2}a_{xy})[4K_0\mu_0 + (x_0 + \mu_0) + (\lambda_0 + 2\mu_0)\frac{K_1E_1}{2}a_y] - (\lambda_0 + 2\mu_0)\frac{K_1^2E_1^2}{4}b_y^2} \quad (5)$$

Формула (5) имеет довольно громоздкий вид, что затрудняет ее анализ, поэтому исследуем полученное выражение для частного случая растяжения композита вдоль

оси симметрии арматуры, для чего нужно положить $\beta = 0$. В этом случае коэффициенты (4) с учетом (1) примут вид

$$a_x = \cos^4\alpha; a_y = 2\sin^4\alpha; a_{xy} = 2\sin^2\alpha\cos^2\alpha; b_x = b_y = 0 \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5), получим

$$\upsilon_{yx} = \frac{2\lambda_0\mu_0 + E_1\frac{K_1}{K_0}(\lambda_0 + 2\mu_0)\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{4\mu_0(\lambda_0 + 2\mu_0) + E_1\frac{K_1}{K_0}(\lambda_0 + 2\mu_0)\sin^4\alpha} \quad (7)$$

Удобнее перейти от постоянных Ламе λ_0, μ_0 к модулю Юнга E_0 и коэффициенту Пуассона υ_0 с помощью соотношений [4]:

$$\lambda_0 = \frac{E_0\upsilon_0}{(1+\upsilon_0)(1-2\upsilon_0)}, \mu_0 = \frac{E_0}{2(1+\upsilon_0)} \quad (8)$$

Тогда выражение (7) примет вид

$$\upsilon_{xy} = \frac{\frac{\upsilon_0}{1-\upsilon_0^2} + \frac{K_1}{K_0}\overline{E}\frac{\sin^2\alpha}{4}}{\frac{1}{(1+\upsilon_0)^2(1-\upsilon_0)} + \frac{K_1}{K_0}\overline{E}\sin^4\alpha}, \quad (9)$$

где обозначено $\overline{E} = \frac{E_1}{E_0}$.

Исследуем зависимость коэффициента Пуассона υ_{xy} от угла α, решив уравнение

$$\frac{\partial\upsilon_{xy}}{\partial\alpha} = 0 \quad (10)$$

Уравнение (10) принимает вид

$$\sin 2\alpha\{\sin^4\alpha - \frac{2(1-\upsilon_0-\upsilon_0^2)}{\frac{K_1\overline{E_1}}{K_0}(1+\upsilon_0)(1-\upsilon_0^2)}\sin^2\alpha + \frac{1}{(1+\upsilon_0)(1-\upsilon_0^2)\frac{K_1\overline{E_1}}{K_0}}\} = 0 \quad (11)$$

В (11) выражение в скобках не имеет действительных корней, так что экстремум достигается функцией (9) при $\alpha_1 = 0$ и $\alpha_2 = \frac{\pi}{2}$.

Таким образом, максимальное и минимальное значение коэффициента Пуассона при $\alpha = 0$ и $\alpha = \frac{\pi}{2}$ соответственно имеет вид:

$$\upsilon_{xy\max}(0) = \upsilon_0 + \upsilon_0^2;$$

$$\upsilon_{xy\min}(\frac{\pi}{4}) = \frac{\upsilon_0 + \upsilon_0^2}{1 + \frac{K_1}{K_0}\overline{E_1}(1+\upsilon_0^2)(1-\upsilon_0)}; \quad (12)$$

В силу сложности природы процессов происходящих на границе раздела матрица-волокно приведенная математическая модель не предусматривает вклад граничного слоя в коэффициенте Пуассона. Сравнение полученных результатов с экспериментальными данными позволит точно оценить вклад граничного слоя.

Таким образом:

1) значение коэффициента Пуассона зависит от угла между осью армирования и направлением действующей внешней силы.

2) качественный характер кривой зависимости коэффициента Пуассона композита ν_{yx} от угла α, согласно (12) имеет вид, представленный на рис. 2 и определяется значением ν_0 матрицы композита.

3) приведенная в работе математическая модель позволяет провести сравнительный анализ упруго-прочностных свойств сложных полимерных систем.

4) полученные в работе результаты могут быть полезны при конструировании композиционных материалов и может быть предложен как неразрушающий метод контроля свойств композитных материалов.

Список литературы

1. А.А. Алексеев, Е.В.Макаров. Упругие свойства волокнистых композиционных материалов. Учения записки ЦАГИ, 1972, том III, N3.

2. Г.М. Магомедов, З.Р.Раджабов, Г.П. Машинская, А.Б. Айвазов. Анизотропия вязко-упругих свойств слоистых металлоорганопластиков. Механика композитных материалов, 1989, том 25, стр. 559-563.

3. Е.В.Макаров. Основы математической теории упругости. Москва, МГОУ,2007

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ БЫСТРОГО ВВОДА/ВЫВОДА NI PXI-7841R ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СБИС МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Марфин В.А., Каракозов А.Б., Некрасов П.В.
АО «ЭНПО СПЭЛС», Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
vamar@spels.ru

В статье рассматривается применение модульного прибора NI PXI-7841R в условиях проведения удаленного контроля параметров функционирования СБИС микропроцессоров при радиационном эксперименте. Также рассматривается использование дополнительного модуля NI PXIe-7962R с целью увеличения количества линий ввода/вывода и частоты переключения сигналов.

Ключевые слова: PXI-7841R, микропроцессор, PXIe-7962R.

USING MODULES RAPID IO NI PXI-7841R FOR THE FUNCTIONAL CONTROL OF THE MICROPROCESSORS

Marfin V.A., Karakozov A.B., Nekrasov P.V.
JSC “Specialized Electronic Systems” (ENPO SPELS), National Research Nuclear University MEPHI

The article discusses the use of a modular device NI PXI-7841R in the conditions of the remote control operating parameters of VLSI microprocessors under radiation experiment. Also discusses the use of an additional module NI PXIe-7962R in order to increase the number of I/O lines and switching signal’s frequency.

Keywords: PXI-7841R, microprocessor, PXIe-7962R.

1. Введение

Основным узлом современной вычислительной аппаратуры, в том числе и специального назначения, является микропроцессор. Вследствие этого, актуальной

является задача контроля работоспособности СБИС данного класса в условиях радиационного эксперимента: проведение функционального и параметрического контроля.

К задачам функционального контроля (ФК) относится тестирование работоспособности внутренних блоков процессора. При этом процедура ФК должна обладать высокой диагностической способностью и достаточно малым временем выполнения для того, чтобы давать достоверную оценку работоспособности МП СБИС при радиационных исследованиях. Особенности данной задачи подразумевают наличие требований к тестирующему оборудованию: функционирование микропроцессора в реальном режиме работы (достаточное количество цифровых линий ввода/вывода; быстродействие; работа в режиме реального времени; автономность и автоматизация), тестирующее оборудование должно быть применимо в условиях удаленного эксперимента (длина линий до 10 метров).

2. Используемое оборудование

Поставленная задача была решена применением модульного оборудования стандарта PXI (ф. National Instruments) и, в частности, платы быстрого ввода/вывода NI PXI-7841R на основе ПЛИС FPGA Virtex-5 LX30 - модуля цифро-аналогового ввода/вывода. Данное оборудование обладает приемлемой мобильностью и может быть применено в условиях удаленного эксперимента. Задачами, решаемыми модулем NI PXI-7841R являются: подача тактового сигнала; управление режимами работы процессора; загрузка в микропроцессор тестирующей программы; реализация интерфейсов передачи данных; сбор, первичный анализ и передача на ПК результатов тестирования. Для электрического сопряжения исследуемой СБИС и тестирующего оборудования была разработана плата-адаптер, приведенная на рис. 1.

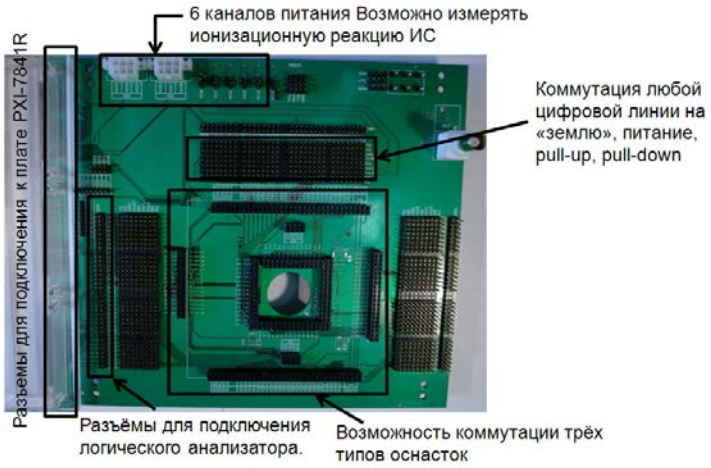


Рисунок 1 – Внешний вид платы-адаптера.

3. Программное обеспечение

Для реализации алгоритмов тестирования работоспособности микропроцессоров и управления работой модуля ввода/вывода использовалась среда визуального программирования LabView. В LabView FPGA создаются программные блоки, требующие максимального быстродействия. В LabView Host разрабатываются блоки, которые не требуют исполнения в реальном времени - этот модуль исполняется на ПК.

Наиболее типичными блоками, реализуемыми в базисе ПЛИС, являются:

- Блок синхронизации - позволяет плавно менять частоту тактирования, чтобы контролировать поведение МП СБИС в разных режимах работы.

- Блок интерфейса Прямого Доступа к Памяти (ПДП) на примере процессора ЦОС TMS320C50 - позволяет обмениваться информацией с памятью МП (рис. 2).
- Интерфейс внешней памяти - реализует интерфейс внешней для микропроцессора памяти, которая содержит загружаемую тестирующую программу, тестовые данные, а также промежуточные результаты ФК.

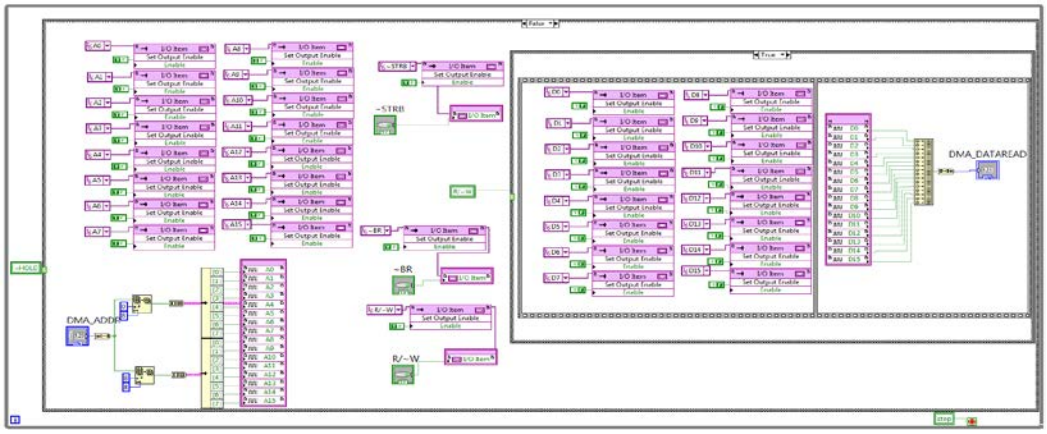


Рисунок 2 – Реализация блока ПДП в модуле FPGA, сигнал HOLD установлен, чтение.

В зависимости от конкретной модели исследуемого микропроцессора вышеприведенный список может дополняться блоками различных интерфейсов передачи данных (SPI, I2C, UART, GPIO, McBSP, PCI и др.)

На основе разработанных блоков создается программа, осуществляющая управление работой всех блоков, а также первичный анализ и сохранение результатов контроля функционирования исследуемого микропроцессора. В отдельной среде разработки создается программа, тестирующая работоспособность внутренних блоков процессора, которая выполняется непосредственно исследуемым процессором.

4. Расширение возможностей

Модуль NI PXI-7841R в составе аппаратно-программного комплекса (АПК) широко применяется при тестировании функционально-сложных СБИС в АО “ЭНПО СПЭЛС” [2-4]. Вместе с тем, вследствие непрерывного развития класса микропроцессоров (рост тактовой частоты, увеличение разрядности шин адреса и данных, появление новых интерфейсов и пр.) требования к тестирующей аппаратуре также меняются. В этом случае предполагается использование дополнительно модуля NI PXIe-7962R - модуля семейства FlexRIO, построенного на ПЛИС Virtex-5 SX50T. Данный модуль также является платой быстрого ввода/вывода и предоставляет пользователю доступ к 132 одиночным линиям ввода/вывода, а также позволяет дискретно менять логические уровни линий ввода/вывода. Максимальная скорость передачи данных PXIe-7962R достигает 1Гбит/с. Особенностью прибора NI PXIe-7962R является наличие краевого разъема, с помощью которого осуществляется физический вывод сигналов, а также отсутствие защитных цепей выводимых линий ПЛИС. Для учета вышеназванных особенностей была реализована плата адаптера [1].

5. Заключение

Модуль быстрого ввода/вывода NI PXI-7841R в составе АПК позволяет проводить ФК СБИС микропроцессоров при тестировании их работоспособности. Главными преимуществами модуля являются: применимость в удаленном радиационном эксперименте; автономность и автоматизация работы; сбор и первичный анализ результатов с последующей передачей на ПК. Вместе с тем, для расширения возможностей планируется дополнение АПК модулем реконфигурируемого быстрого

ввода/вывода NI PXIe-7962R с разработанной платой адаптера, позволяющим увеличить количество цифровых линий до 228, добавить дополнительные режимы ввода/вывода, повысить скорость передачи данных до 400 МГц, плавно менять напряжение логических уровней выходных сигналов ПЛИС FPGA.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 14-29-09210.

Список литературы

1. К.А. Кагирина, В.А. Марфин, П.В. Некрасов. Расширение аппаратно-программного комплекса для исследования радиационной стойкости сложно-функциональных СБИС прибором реконфигурируемого ввода/вывода // XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА». Тезисы докладов. В 3-х частях. М.: НИЯУ МИФИ, 2015.

2. O.A. Kalashnikov, and A.Y. Nikiforov, “TID behavior of complex multifunctional VLSI devices,” in Proc. 29th Int. Conf. on Microelectronics, MIEL 2014, Belgrade, Serbia, May 2014, pp. 455-458.

3. O.A. Kalashnikov, “Statistical variations of integrated circuits radiation hardness,” in Proc. 12th European Conf. on Radiation and its Effects on Components and Systems, RADECS-2011, Sevilla; Spain; Sept. 19 -23, 2011, pp. 661-664.

4. P.V. Nekrasov, A.A. Demidov, and O.A. Kalashnikov, “Functional checks of microprocessors during radiation tests,” Instruments and Experimental Techniques, vol. 52, no. 2, pp. 196-199. 2009.

АЛГОРИТМЫ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Махов В.Е.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
wmahov@gmail.com

Рассмотрены вопросы повышения эффективности обнаружения и идентификация малоразмерных объектов изображения. Для повышения быстродействия системы обнаружения предложена оптическая система с большим углом обзора. Показана возможность надежного обнаружения и идентификация малоразмерных объектов изображения математическими методами непрерывного вейвлет преобразования интегральной функции распределения освещенности.

Ключевые слова: непрерывное вейвлет преобразование, НВП, оптико-электронная система

ALGORITHMS WAVELET TRANSFORM FOR IDENTIFICATION OF SMALL OBJECTS

Makhov V.E.
" St. Petersburg State Polytechnic University" (St. Petersburg, Russia)
wmahov@gmail.com

The problems of improving the efficiency of detection and identification of small objects in the image. To increase the speed the detection system proposed optical system with a wide viewing angle. The possibility of reliable detection and identification of small objects in the image of mathematical methods of continuous wavelet transform cumulative distribution function of illumination.

Keywords: continuous wavelet transform CWT, optical electronic system.

В настоящее время для идентификации малоразмерных объектов сцены существуют и успешно используются автоматизированные оптико-электронные системы. Недостатком таких систем является малое поле зрения, что не позволяет идентифицировать группу объектов всей сцены. В задачах идентификации объектов важным является вопрос выделения доминантной информационной составляющей в изображении.

Метод вейвлет анализа позволяет исследовать первую и вторую производную функции распределения освещенности [1, 2] в малой выборке, что позволяет получать информацию о характерных особенностях объектов. Немаловажным вопросом является контроль параметров движения объектов, которые могут происходить на фоне механической нестабильности регистрирующей системы [3]. Путем вейвлет анализа можно выделить и определить параметры движения [2] в одном кадре изображения. Оптическая регистрация может происходить на фоне других наложенных объектов. Вейвлет анализ может идентифицировать наложенные изображения [3]. Декомпозиция сигнала позволяет осуществлять локальную фильтрацию, повышая достоверность обнаружения, что позволяет обнаружить объекты на фоне помех различного типа и интенсивности.

Рассмотрим основные пути идентификации цели на фене других объектов, используя характерные оптические признаки объектов, такие как предполагаемая форма, удаленность, параметры движения. Фоновые объекты могут быть случайными элементами окружающей среды, возникающими или исчезающими во времени, иметь хаотическое или нехарактерное для объекта перемещение. Используя локальный анализ Фурье в серии изображений может выделить или удалить нежелательные объекты фона (программа Registax). Предполагаемая удаленность объекта по отношению к близким элементам фона можно зафиксировать путем стереосъемки, сканирования поля зрения или смещением фоторегистратора, а также используя угловой фильтрации пучка лучей идущих от объекта [4]. Угловая фильтрация в оптической системе позволяет осуществить заданное преобразование формы изображения или получить несколько изображений одного и того же изображения, по взаимным координатам которых определяется удаленность объекта.

Оптимальным вариантом построения оптической схемы является увеличение поля зрения оптической системы. Благодаря этому можно его можно установить на гиперфокальном расстоянии от приемника. Большинство попавших в кадр нежелательных объектов будет мало по относительной площади, что позволяет их легко удалить. Объекты имеет характерные параметры формы, которые могут иметь принципиальные отличия от других объектов, регистрируемых оптической системой и матричным фотоприемником. Кроме того, имеется явно выраженная ориентация формы. При предварительном анализе сцены (изображения) можно предварительно использовать интегральное распределение освещенности в заданном регионе местоположения цели:

$$g_x(x) = \int_{y_1}^{y_2} I(x,y)dy\,, \quad g_y(y) = \int_{x_1}^{x_2} I(x,y)dx$$

Кривые интегральное распределение освещенности по осям OX и OY не имеет ярко выраженных особенностей, соответствующих объекту (рис. 1).

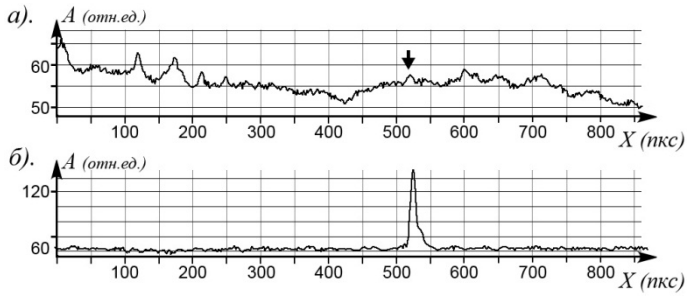


Рисунок 1 – Распределение освещенности в изображении:
а) интегральное; б) в горизонтальной линии профиля

Поэтому для анализа распределения освещенностей предлагается использовать вейвлет представление распределения освещенности, которое обеспечивает определение первой и второй производной функций распределения освещенностей (рис. 2).

Первая производная характеризует особенность распределения освещенности в исследуемом объекте и характеризует индивидуальные особенности формы, в то время как вторая производная на границах изображения связана с характерными параметрами движения [2], т.е. можно определить колебательную нестабильность системы регистрации или ложных объектов. Вейвлет декомпозиция (рисунок 2ж, рисунок 2з) может быть использована как средство фильтрации в изображении определенных объектов. Фильтрация связана с Фурье образами самих вейвлетов. Вейвлет анализ (непрерывное вейвлет преобразование - НВП) детектирует максимумы распределения освещенности [3]. Выбор типа вейвлета [1] влияет на шкалограмму и кривые коэффициентов НВП. Как было показано ранее [3], для локализованных (малоразмерных) световых меток [3] вейвлеты типа bior_3_1 и Mexican Hat дают кривые коэффициенты НВП с одним максимумом и максимальной амплитудой кривых коэффициентов НВП, однако в ряде случаев (иного распределения освещенности) оптимальным может являться выбор другого типа вейвлета.

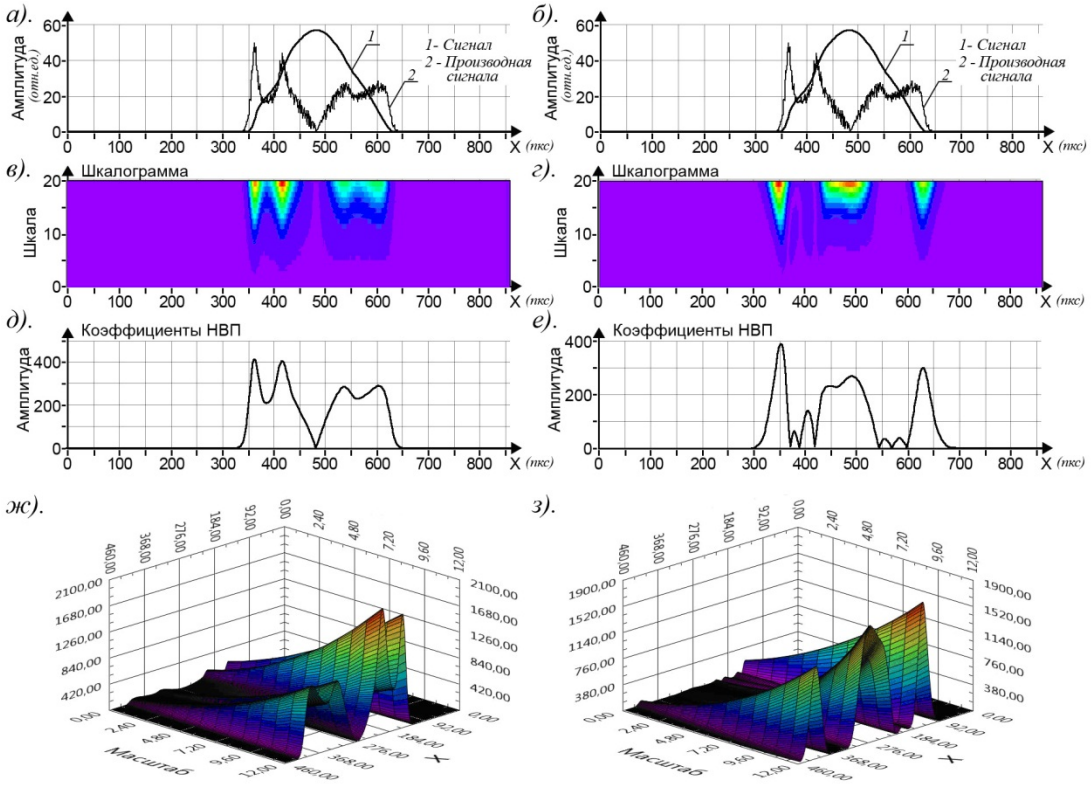


Рисунок 2 – Вейвлет анализ функции распределения освещенности:
а), б). Сигнал (кривая 1), его производная (кривая 2); в). Шкалограмма НВП bior_3_1;
г). Шкалограмма НВП Mexican Hat; д). Кривые коэффициентов НВП bior_3_1;
е). Кривые коэффициентов НВП Mexican Hat; ж). 3-D шкалограмма bior_3_1;
з). 3-D шкалограмма Mexican Hat

Выбор вейвлета целесообразно проводить путем модельных исследований предполагаемых типов сигналов [1]. В любом случае, максимумы кривых коэффициентов НВП детектирует объекты сцены. При этом видно, что особенности функций кривых коэффициентов отображают индивидуальные особенности распределения освещенности в регистрируемых объектах, что может являться их характерным признаком. Таким образом, идентификацию объектов можно осуществлять по форме кривых коэффициентов НВП. Для представленной на рисунке 2а изображение сцены с объектом вейвлет Mexican Hat и вейвлет bior3_1 позволяют выделить более четко границы малоразмерных объектов.

Список литературы

1. Махов В.Е., Потапов А.И. Использование алгоритмов вейвлет анализа для построения оптических измерительных систем // Контроль. Диагностика. 2013. № 1. С. 12 –21.

2. Махов В.Е., Потапов А.И. Исследование измерительной оптической системы в условиях механической нестабильности объекта контроля // Контроль. Диагностика. 2013. № 2. С. 12 –23.

3. Махов В. Е. Исследование алгоритмов вейвлет- преобразования для определения координат световых меток // Вопросы радиоэлектроники. Серия «техника телевидения», вып. 2. – СПб.: ФГУП НИИТ, 2012. – С. 78 – 89.

АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СВЕТОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Махов В.Е.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
wmahov@gmail.com

Рассмотрены вопросы идентификации и определения координат световых объектов, полученных в оптической системе алгоритмами билинейного частотно временного представления распределения освещенности в их изображениях. Дана методика и алгоритмы определения координат световых объектов для тестовых сигналов распределения освещенностей, и изображения сцены, содержащих изображения объектов. Экспериментально показано, что точность определения координат объектов составляет 0.5 пикс.

Ключевые слова: световые объекты, частотно-временной анализ.

LIGHT OBJECTS IDENTIFICATION ALGORITHM

Makhov V.E.
" St. Petersburg State Polytechnic University" (St. Petersburg, Russia)

The problems of identifying and determining the coordinates of light objects, obtained in the optical system algorithms bilinear joint time-frequency analyze of the distribution of light in their pictures. The methodology and algorithms for determining the coordinates of light objects for the test signals of the luminance distribution and images of a scene containing images of objects. It is experimentally shown that the accuracy of determining the coordinates of objects co-constitutes 0.5 pixels.

Keywords: light objects, joint time-frequency analyze.

Автоматизированная система регистрации и идентификации световых объектов является одной из важных задач технического зрения, используемых в робототехнических системах. В системах определения координат малоразмерных световых объектов широко используются оптико-электронные системы с растровой модуляцией. Недостатком таких систем является сравнительно низкое быстродействие, невозможность отображения исследуемого объекта и фоновых объектов исследуемой сцены. Обобщенная модель фазово-растрового метода [1], позволяет реализовать метод модуляции локализованных световых меток на матричных фотоприемниках. Изопластичность интегральных преобразований позволяет также реализовать иные системы определения координат, повысить точность определения световых меток.

Квадратичные алгоритмы JTFA включают в себя следующие методы: STFT спектрограмма; Распределение Вигнер-Вилли (Wigner-Ville - WVD); Распределение псевдо Вигнер- Вилли (Wigner-Ville- PWVD); Частотно-временное распределение класса Коэна (Cohen); Распределение Чои-Вильямса (Choi-Williams - CWD); Коническое распределение; Спектрограмма Габора (Gabor); Адаптивная спектрограмма.

Для проведения исследований использованы различные модели распределения освещенности в малоразмерных объектах. В базовой модели изображения объекта были использованы функция Гаусса, которая хорошо моделирует распределение освещенности, как в линии профиля изображения, так и интегральное распределение освещенности удаленного объекта. Смоделированные сигналы освещенности с различной шириной и амплитудой представлены на рисунке 1. На рисунке 1в - распределение освещенности при наложении двух контуров объектов. Ширина контура

распределения освещенностей связана с удаленностью объекта и аберрациями оптической системы.

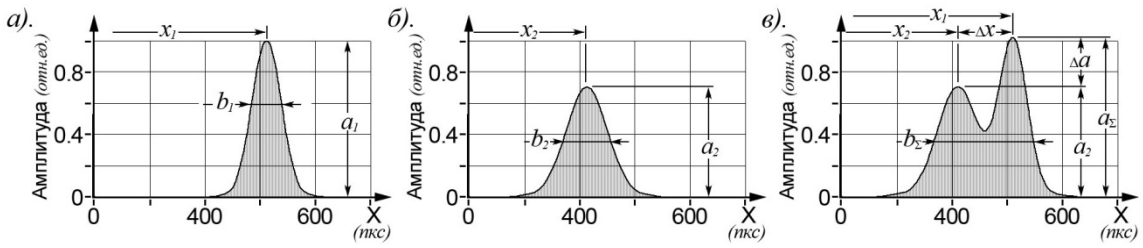


Рисунок 1 – Модельные сигналы световых объектов:
а) сигнал 1 (x_1= 512 *пкс*, b_1=0.1, a_1=1); *б)* сигнал 2 (x_1= 412 *пкс*, b_2=0.14, a_2=0.7);
в) композитный сигнал (*"а"* + *"б"*)

Спектрограммы указанных функций распределения освещенностей представлены на рисунке 2. Лучшее отображение особенностей представленных модельных сигналов имеют спектрограммы Габора. По интенсивности спектральных составляющих можно определить амплитуду сигналов.

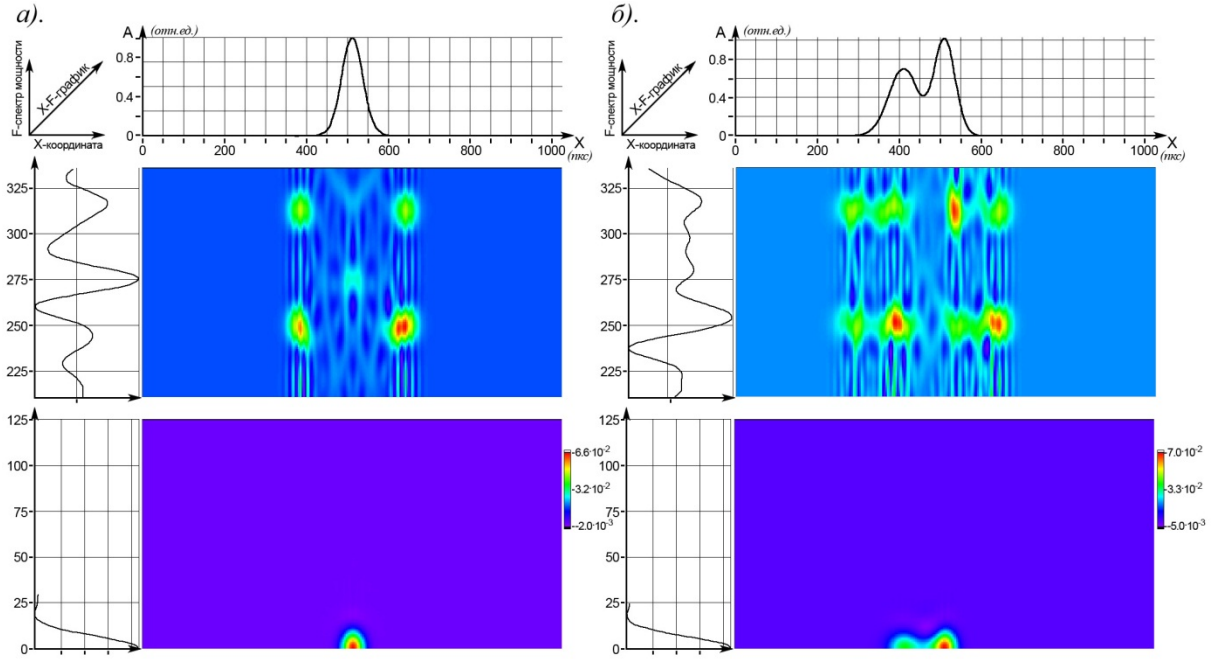


Рисунок 2 – Спектрограмма Габора 3-го порядка для функции распределения освещенности Гаусса: *а)* одна функция; *б)* две наложенных функции

Координаты световых объектов определяются по координатам максимумов интегральной частотной характеристики, используя методы математического ожидания, максимумы аппроксимирующей функции [2], обеспечивают точность измерения координат световых меток в матричном фотоприемнике - 0.1 *пкс*.

Все спектрограммы отображают локальные особенности кривых распределения освещенности в изображении. Для реальных изображений объектов ранее рассмотренные спектрограммы имеют иной характер, чем для модельных сигналов. На рисунке 3 представлен фрагмент изображения ночной сцены (размером 860 х 654 *пкс*), содержащее изображение интересуемого светящегося объекта.

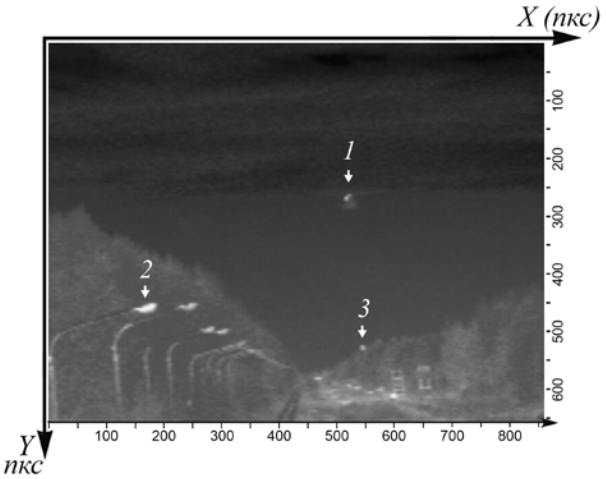


Рисунок 3 – Изображение ночной сцены:
1 - интересуемый объект; *2* - световые объекты; *3* - ложный объект

Для изображения сцены характерны помимо изображения самого объекта, другие объекты фона различного размера и формы, некоторые из которых можно идентифицировать как ложный объект. Для распознавания объектов сцены рассматривалась интегральная кривая распределения освещенности по координатам *OX* и *OY* (рисунок 4а). Для более точной идентификации объектов и определения их координат рассматривалась распределение освещенности в выделенной строке (рисунок 4б) или столбце изображения. Соответствующие спектрограммы распределения освещенностей представлены на рисунке 4в и рисунке 4г.

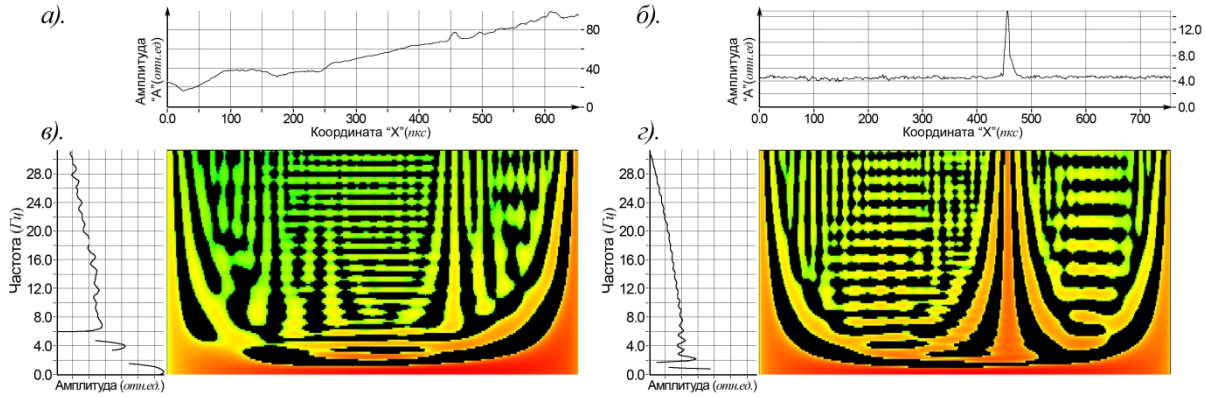


Рисунок 4 – Спектрограмма Чои-Вильямса (Choi-Williams) для функции распределения освещенности: *а)*. Сигнал усредненной по столбцам изображения; *б)*. Сигнал в одной строке профиля изображения; *в)*. Мгновенный спектр мощности, спектрограмма усредненного сигнала; *г)*. Мгновенный спектр мощности, спектрограмма в одной строке

Проведенные исследования показали возможность определения характерных особенностей и координат световых объектов по их изображениям методом JTFA.

Список литературы

1. Махов В.Е., Потапов А.И. Гетеродинно-растровый метод контроля качества изделий // АН СССР «Дефектоскопия» № 10, 1989. - С. 68-84.

2. Махов В. Е., Потапов А. И. Использование алгоритма непрерывного вейвлет-преобразования в системах технического зрения // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54, № 9. С. 10-15.

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

Никонова Г.В. [1], Маркелов А.С. [2]
Омский государственный технический университет, Омск
ngvlad@mail.ru [1], asm2009@mail.ru [2]

В статье представлена методика градуировки и линеаризации выходной характеристикой аналогового МЭМС датчика давления. Описан алгоритм полиномиальной аппроксимации нелинейной выходной характеристики датчика и способ его реализации в программной среде LabVIEW.

Ключевые слова: давление, градуировка, датчик, нелинейность, аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер, полином, LabVIEW

LINEARIZATION CALIBRATION CURVES PRESSURE SENSOR

Nikonova G.V., Markelov A.S.
Omsk State Technical University (OmSTU), Omsk

The paper presents a methodology for calibration and linearization of the output characteristic of the MEMS pressure sensor with analogue output. The algorithm of polynomial approximation of the nonlinear output characteristic of the sensor and the method of its implementation in a software environment LabVIEW.

Keywords: pressure, calibration, sensor, nonlinearity, analog-to-digital converter, microcontroller, polynomial, LabVIEW

Постановка задачи

Увеличение потребности в датчиках и преобразователях различного типа связано с развитием автономных систем контроля и информационно-измерительных комплексов. Автоматизация контроля давления в технологическом процессе также связана с внедрением измерительных устройств с управляемой точностью [1]. Компенсация нелинейности выходной характеристики датчиков давления, которая является основной составляющей погрешности измерения показаний аналоговых датчиков давления, в частности микро-электромеханических (МЭМС), является актуальной научно-технической задачей.

В статье представлен программно-аппаратный способ компенсации нелинейности выходных параметров датчика давления, по экспериментальным точкам, полученным в ходе градуировки. Предложен алгоритм коррекции погрешности аналоговых датчиков давления с использованием аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера, персонального компьютера и программы полиномиальной аппроксимации выходной функции датчика.

Используемое оборудование и программное обеспечение

Для решения поставленной задачи разработан испытательный стенд. Программа для исследования и компенсации погрешности выходной характеристики аналогового датчика реализована в среде программирования фирмы National Instruments LabVIEW 2010. Для оцифровки использовался АЦП ADS1110, для сопряжения с ПК - отладочная плата ARDUINO UNO, совместимая с программным обеспечением LabVIEW.

Описание решения

Испытательная установка для исследования датчика давления (рис. 1): *1 – датчик; 2 – аналого-цифровой преобразователь; 3 – отладочная плата; 4 – персональный компьютер*.

Для исследования выбран кремниевый пьезорезистивный сенсорный датчик давления MPXV10GC6U в корпусе SOP фирмы Freescale Semiconductor, предназначенный для измерения давления в диапазоне от 0 до 10 kP. На результат измерений влияет погрешность нелинейности выходной характеристика датчика из-за отсутствия нормализированного выходного сигнала и компенсации температурной погрешности.

Идеальная линейная выходная характеристика рассчитывается как:

$$V_{out} = V_{off} + sensitiviti * P,$$

где V_{out} – выходное значение в mV, V_{off} – начальное смещение датчика в mV, *sensitiviti* – чувствительность, P – давление. Погрешность нелинейности составляет 1% от полного диапазона, который составляет 30 mV.

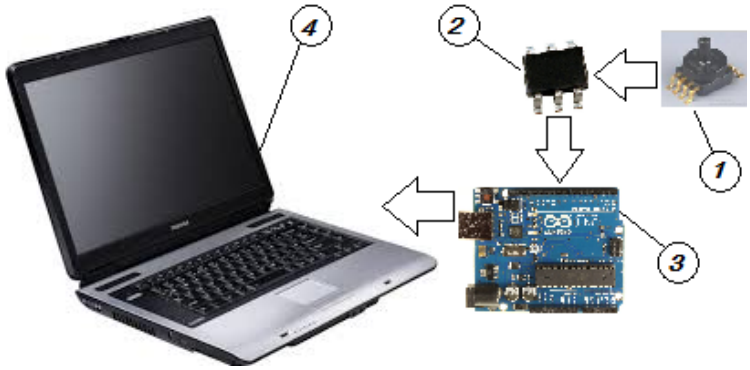


Рисунок 1 – Структура испытательной установки

В качестве АЦП используется прецизионный 16 разрядный дельта-сигма АЦП фирмы Texas Instruments ADS1110 с дифференциальными входами и непрерывной автокалибровкой.. Встроенный источник опорного напряжения 2.048В обеспечивает диапазон дифференциального входного сигнала ± 2.048 В. ADS1110 использует последовательный интерфейс I^2C и работает от одного источника питания напряжением +2.7…5.5 В. ADS1110 может выполнять преобразования с частотой 15;30;60;240 выборок в секунду. Встроенный усилитель с программируемым коэффициентом усиления до 8 позволяет измерять слабые сигналы с высокой разрешающей способностью [2].

Сопряжение испытательного стенда с персональным компьютером обеспечивает плата ARDUINO UNO на базе МК Atmel AVR ATmega328P имеющая: 14 цифровых входов/выходов; 6 аналоговых входов; кварцевый резонатор на 16 МГц; разъемы: USB, питания, внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопку сброса. Интегрированная среда разработки Arduino — это кроссплатформенное приложение на Java, включающее в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату. Программа управления реализована на языке программирования Processing (аналог C/C++), работает с I^2C интерфейсом и USB in/out, для программирования и сопряжения контроллера с ПК.

Алгоритм линеаризации выходного параметра датчика реализован в программной среде LabVIEW NI, в виртуальном приборе (ВП). Для определения реальной функции преобразования предварительно проводится градуировка датчика, которая производится в рабочем диапазоне датчика от 0 до 10 kP с шагом 1 kP.

Экспериментальные точки, полученные в ходе градуировки аппроксимируются полиномом N степени, чем больше степень полинома тем выше точность аппроксимации. LabVIEW позволяет построить аппроксимирующий полином нужной степени, и рассчитать его коэффициенты с помощью функции General Polynomial Fit [3].

В разработанной программе заложено уравнение идеальной функции и из полученных при построении полинома коэффициентов составляется уравнение полиномиальной функции. Измеренное значение напряжения с АЦП поступившее на МК передается в программу, где это значение приводится к идеальной линейной функции и полученной полиномиальной. Разница в значениях и есть коэффициент поправки, приближающий измеренное значение к идеальной линейной функции преобразования датчика, что позволяет снизить мультипликативную погрешность нелинейности датчика. Так же программа устраняет начальное смещение нуля датчика и АЦП, устраняет аддитивную погрешность датчика и АЦП. Для начала работы программы подключается стенд с исследуемым датчиком к персональному компьютеру через USB. Далее определяется номер COM порта к которому привязалось устройство и запускается программа. В появившемся окне установим скорость обмена данными между ПК и устройством равную 9600 и номер COM порта. Для отображения на графике идеальной выходной функции датчика и реальной полиномиальной, одновременно с результатами измерений, зададим начальную степень полинома в соответствующем окне программы (рис. *2a*).

На графике ВП можно наблюдать текущее значение измеренного напряжение и соответствующее ему значение давления в режиме реального времени. Под графиком располагаются ячейки, отображающие текущее значение не линеаризованного выходного напряжения с датчика в V и mV, и соответствующее этому значение давления в kP, под ними расположены ячейки, отображающие компенсированное (приведенное к идеальной выходной характеристике) значение напряжения в mV, и соответствующее ему значение давления в kP (рис. *2b*).

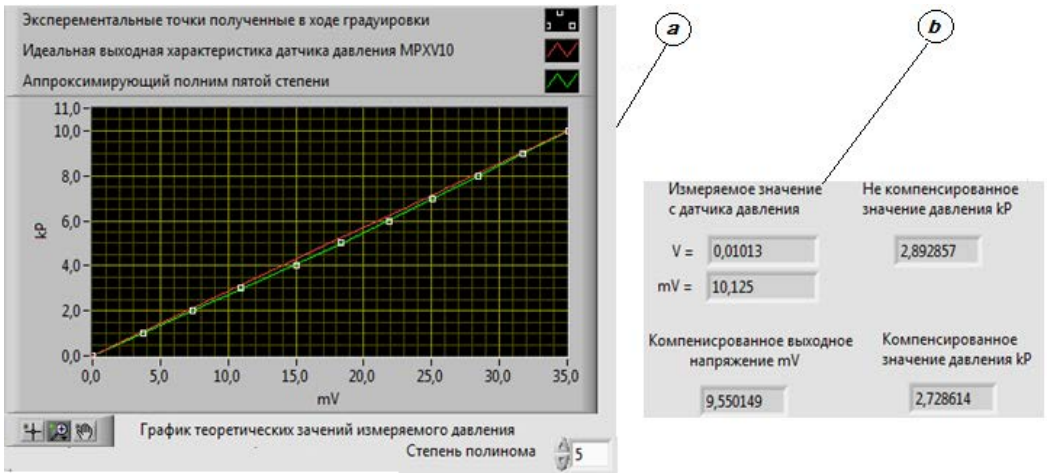


Рисунок 2 – Результат работы виртуального прибора.

Разработка программно-аппаратного способа компенсации нелинейности выходных параметров датчика давления, по экспериментальным точкам, полученным в ходе градуировки сигнала с МЭМС датчика, позволила автоматизировать измерительный процесс и управлять его точностью, с отображением значений давления в реальном времени.

Внедрение и его перспективы

Разработанный испытательный стенд используется для градуировки датчиков при проведении научно-исследовательских работ, а также внедрён в учебном процессе при изучении дисциплины «Физические основы получения информации».

Список литературы

1. Nikonova, G.V. Measuring Devices with Sensibility Adjustment. Electronic Instrument Engineering, 2006. APEIE '06. 8th International Conference on Actual Problems of. Publication Year: 2006. Page(s): 273. DOI: 10.1109/APEIE.2006.4292494.

2. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков ANALOG DEVICE. URL: http://www.analogdevice.com
http://www.ni.com – раздел на сайте National Instruments

К ИЗМЕРЕНИЮ ВЕБОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

Поляк Ю.Е.
ФГБУН Центральный экономико-математический институт
polak@cemi.rssi.ru

В последние 10 лет вебометрические инструменты широко используются для оценки научных, образовательных и других организаций. В докладе обсуждаются вопросы, связанные с корректностью измерений вебометрических показателей.

Ключевые слова: вебометрика, вебометрические рейтинги, измерение вебометрических индикаторов, поисковые машины

ON MEASURING OF WEBOMETRIC INDICATORS

Polak Y.
Central Economics and Mathematics Institute
polak@cemi.rssi.ru

Webometric tools are widely used to assess the scientific, educational and other institutions for the last 10 years. Some issues related to the correct measurement of webometric indicators are discussed in the paper.

Keywords: webometrics, webometric ranking, measuring of webometric indicators, search engines

В последнее время вебометрические инструменты широко используются для оценки научных, образовательных и других организаций. Начало было положено в 2004 г., когда испанская лаборатория киберметрии Высшего совета по научным исследованиям министерства науки и инноваций представила Webometrics Ranking of World Universities [11], в котором оценка образовательных и научно-исследовательских достижений университетов мира выполнялась на основе анализа представления вузов в интернет-пространстве, через сравнение их веб-сайтов. Эти измерения регулярно повторяются, результаты публикуются дважды в год; в последней, 16-й по счету версии (январь 2015 г.) представлены 23887 вузов, в том числе 1530 российских. Этот рейтинг остается наиболее авторитетным в мире.

Термин «вебометрика» (webometrics) был введён Т.Алминдом и П.Ингверсеном [10] и обозначает раздел информатики, в рамках которого исследуются количественные аспекты конструирования и использования информационных ресурсов, структур и технологий применительно к Всемирной паутине.

В России необходимость иметь официальные сайты для образовательных учреждений следует из ст. 32 закона РФ № 3266-1 «Об образовании» от 10 июля 1992 г. (в современной редакции), и к настоящему времени у подавляющего большинства российских научно-образовательных учреждений имеются веб-сайты (как правило, домены 2-го уровня в зоне *.ru*). Однако качество интернет-ресурсов многих организаций оставляет желать много лучшего. В упомянутом испанском рейтинге среди первых 500 университетов лишь один российский (это, как легко догадаться, МГУ); он занимает 129-е место. Можно, конечно, сетовать на несовершенство инструментария и критериев, не соответствующих отечественной специфике; тем не менее, анализ рейтингов веб-сайтов позволяет выявить слабые места и указать пути совершенствования информационной политики вуза или научного учреждения.

Что касается измерительных инструментов для количественного (и частично качественного) анализа веб-сайтов, то эту функцию успешно выполняют поисковые машины (search engines), появившиеся в конце прошлого века. Детали алгоритмов их работы представляют тщательно охраняемую коммерческую тайну, однако в их основе всегда в той или иной форме присутствуют информационное наполнение и ссылочная популярность. Именно эти величины представляют интерес для создателей мирового вебометрического рейтинга, а такие параметры как дизайн сайта, его «юзабилити» (эргономичность, дружественность к пользователю), популярность контента, выраженная числом посещений, в расчетах не участвуют и на результат не влияют.

Расчеты испанских коллег основаны на данных таких поисковых инструментов как Google, Yahoo, Live Search, Exalead, Majestic SEO и др. (подробнее их методика описана в [8]). Эти системы далеко не всегда корректно обрабатывают кириллические тексты. Огласку получил эпизод, когда в версии рейтинга Webometrics от января 2012 г. показатели Высшей школы экономики и ряда российских технических вузов были рассчитаны с ошибками, что заметно исказило их позиции в рейтинге [9].

Для повышения достоверности результатов отечественные разработчики создают собственные рейтинги. Укажем, в частности, исследования Карельского научного центра РАН, Института вычислительных технологий Сибирского отделения РАН. В основном следуя западной методике, они наряду с Google применяют для вычислений отечественный поисковик Яндекс; при этом получаемые значения показателей порой различаются на порядок. Яндекс и Google использовались и при формировании Российского вебометрического индекса научных и образовательных учреждений. Эта работа проводилась при участии автора по инициативе Института научной и педагогической информации Российской академии образования [1-7]. Были исследованы официальные веб-сайты свыше тысячи вузов, имеющих государственную аккредитацию, и более 700 учреждений, принадлежащих государственным академиям (РАН, РАО, РАМН, РАСХН).

При разработке и тестировании Индекса постоянно возникали вопросы, касающиеся субъектов измерения, выбора инструментария, методики измерения показателей, а также их ранжирования и формирования сводного индекса. Не все они окончательно разрешены; при дальнейшей работе требуется дополнительный анализ и обсуждение. Так, в поисковой системе Google оказывается невозможен поиск по организациям, имеющим кириллические домены *.рф*: система рассматривает имя домена как обычное ключевое слово, и результаты поиска некорректны.

В качестве единиц анализа берутся доменные имена официальных сайтов организаций. Однако многие организации создают и поддерживают весьма значимые и информативные веб-ресурсы, имена которых не имеют ничего общего с титульным сайтом. Например, в ВЦ МГУ помимо основного сайта *srcc.msu.su* поддерживается огромная информационная система «Россия» *www.cir.ru,* ресурс по параллельным

вычислениям *parallel.ru* и др.; в ИПУ РАН наряду с *www.ipu.ru* существует крупный сайт «Теория управления организационными системами» (доменное имя *www.mtas.ru*), который тоже не воспринимается поисковыми системами как веб-ресурс института.

Свертка частных показателей в интегральный может выполняться по различным формулам. У испанских коллег показатели имеют весовые коэффициенты, которые периодически меняются с целью усилить роль размещенных на сайте полнотекстовых файлов и статей, а также их цитирования в интернете. Другие исследователи для каждого критерия находят порядковый номер организации, а затем суммируют полученные ранги.

Ряд сайтов отечественных научно-образовательных учреждений нуждается в серьезной доработке. Значительная доля сайтов неинформативна, что приводит к низким значениям вебометрических показателей (по понятным причинам среди них многие сайты военных вузов). Некоторые учреждения ограничиваются страницами на общих сайтах, что делает невозможным корректный подсчет показателей, либо вообще не имеют веб-представительств (в основном это негосударственные вузы и учреждения РАСХН).

Несмотря на указанные обстоятельства, вебометрические рейтинги – как мировой, так и национальные – предоставляют большой объем сопоставительной информации и объективно способствуют улучшению качества веб-сайтов, влияют на государственную политику в сфере науки и образования и финансирование вузов; перспективы академического сотрудничества с другими университетами страны и мира; выбор абитуриентов и качество студентов. При этом необходима постоянная работа по совершенствованию самих рейтингов.

Список литературы

1. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е., Усанов В.Е. О российском индексе веб-сайтов научно-образовательных учреждений // Информационные ресурсы России. 2012. № 4. С. 2-7.

2. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е., Усанов В.Е. Вебометрический индекс научно-образовательных учреждений России // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Том 1. / Гл. ред. С.У.Увайсов; Отв. ред. И.А.Иванов - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 345-350.

3. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е. Новый вебометрический индекс научно-образовательных учреждений России // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У.Увайсов; Отв. ред. И.А.Иванов – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ. 2013. С. 105-109.

4. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е. О новом рейтинге веб-сайтов российских университетов // Дистанционное и виртуальное обучение 2013. №1. С. 40-47.

5. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е., Усанов В.Е. Развитие вебометрического индекса научно-образовательных учреждений России. // Информационные ресурсы России. 2013. № 4. С. 16-24.

6. Поляк Ю.Е. О методике ранжирования сайтов организаций науки и образования // Дистанционное и виртуальное обучение 2014. №5. С. 49-64.

7. Поляк Ю.Е. Наукометрические показатели в оценке деятельности ученых и организаций // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 8. С.101-106.

8. Поляк Ю.Е. Российский и международный опыт вебометрических исследований // Информационные ресурсы России, 2014. №6. С.2-9.

9. Стадник И. Рейтинговое проклятие [Электронный ресурс]. URL: http://opec.ru/1394936.html (дата обращения: 27.11.2014).

10. Tomas C. Almind and Peter Ingwersen. Informetric analyses on the World Wide Web: Methodological approaches to «webometrics». // Journal of Documentation, 1997 - 53 (4): 404–426.

11. Webometrics Ranking of World Universities [Электронный ресурс]. URL: http://webometrics.info (дата обращения: 17.03.2015).

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР АВТОМАТИЧЕСКОГО СОХРАНЕНИЯ КАДРОВ ВЫВОДИМЫХ НА ЭКРАН ВИДЕОДАННЫХ

Попов В. С., * Дженгиз Х.
МГТУ им. Н. Э. Баумана
*popov_vlad@mail.ru, * H.Cengiz@hotmail.com*

В статье рассмотрен виртуальный прибор, предназначенный для сохранения кадров выводимых на экран видеоданных, в том числе кадров веб-камер. Приведены части лицевой панели и блок-диаграммы виртуального прибора.

Ключевые слова: веб-камера, кадр, видео, изображение, цифровая обработка изображений, LabVIEW, NI Vision, обнаружение движения

AUTOMATIC FRAME SAVING OF DISPLAYED VIDEODATA VIRTUAL INSTRUMENT

Popov V.S., * Cengiz H.
Bauman Moscow State Technical University

The article considers the virtual instrument intended to save the frames displayed on the screen including webcams frames. Parts of the front panel and the block diagrams of the virtual instrument are given.

Keywords: webcam, frame, video, image, digital image processing, LabVIEW, NI Vision, motion detection

Введение, актуальность, цели и задачи

В настоящее время в сети Интернет доступны видеоданные множества веб-камер, которые находятся в самых разных городах и странах планеты. В то же время в целях научных исследований, систем обеспечения безопасности, контроля возникает необходимость получения этих видеоданных для анализа (в частности, планируется задействовать данный виртуальный прибор в задаче определения эмоций человека [1], находящегося за удалённым компьютером). Удобство использования видео с веб-камер, доступных в Интернете, очевидно: появляется возможность получения кадров огромного множества сцен при минимальном уровне временных, денежных и трудовых затрат. В то же время зачастую низкое качество и частота кадров веб-камер являются существенным недостатком при обработке изображений.

Большинство используемых технологий для передачи кадров веб-камер через Интернет, например, технология Adobe Flash, не позволяют сохранить передаваемые видеоданные. Целью разработки рассматриваемого виртуального прибора является сохранение видеокадров веб-камер, доступных по сети Интернет, в долговременной памяти компьютера для дальнейшей обработки видеоданных.

Основные задачи виртуального прибора:

1. Обнаружение областей движения на экране монитора;
2. Выбор области движения максимальной площади (в пикселях);

3. Сохранение кадров выбранной области в долговременной памяти компьютера.

Виртуальный прибор получает снимки экрана с помощью вызова функции Clipboard.GetImage user32.dll [2]; для корректной работы виртуального прибора по получению и сохранению изображений должен быть открыт браузер либо иная программа, обеспечивающие вывод на экран видео, кадры которого необходимо сохранить; область вывода видео не должна изменяться во время работы программы.

Лицевая панель и пример работы виртуального прибора

На лицевой панели виртуального прибора содержатся вкладки «Обнаружение движения», «Текущий кадр», «Кластер ошибки». Вкладка «Обнаружение движения» включает в себя меню выбора режима обнаружения движения и индикатор Image Display «Difference», на котором отображены области движения (Рис. 1). Вкладка «Текущий кадр» содержит индикатор Image Display «Current Frame» (Рис. 1).

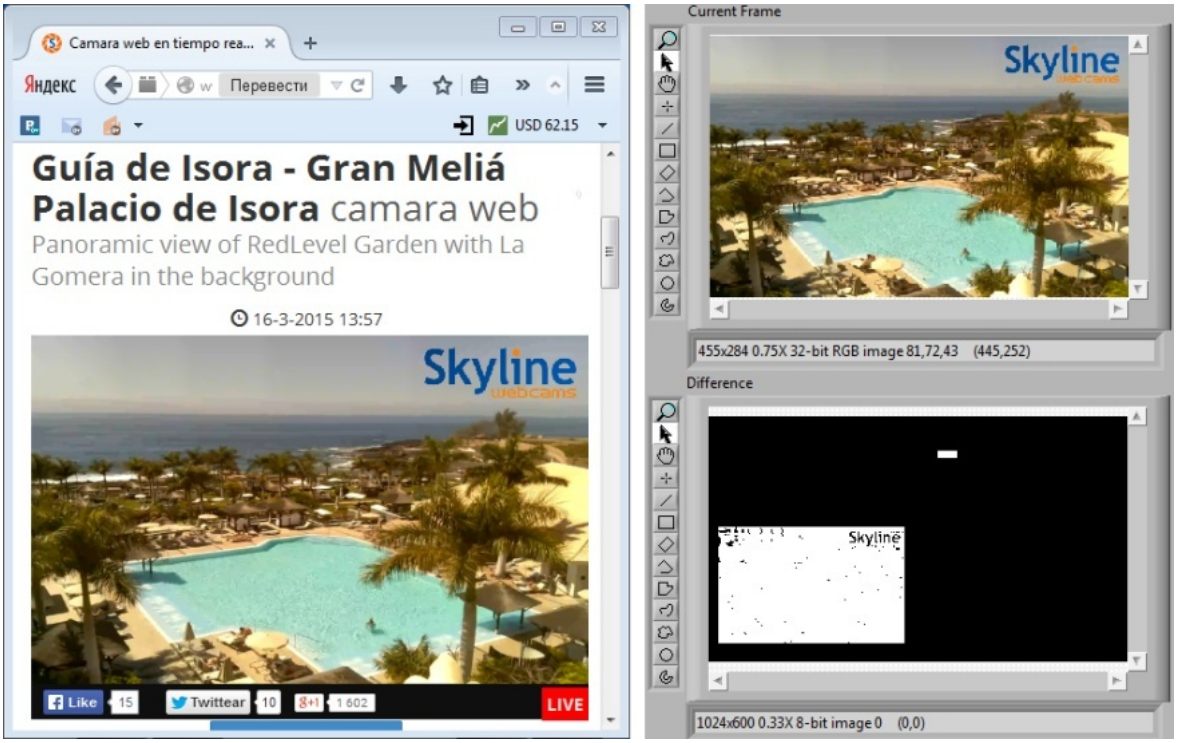


Рисунок 1 – Браузер с изображением, поступающим с веб-камеры, индикаторы «Current Frame» (справа сверху) и «Difference» (справа снизу).

Блок-диаграмма

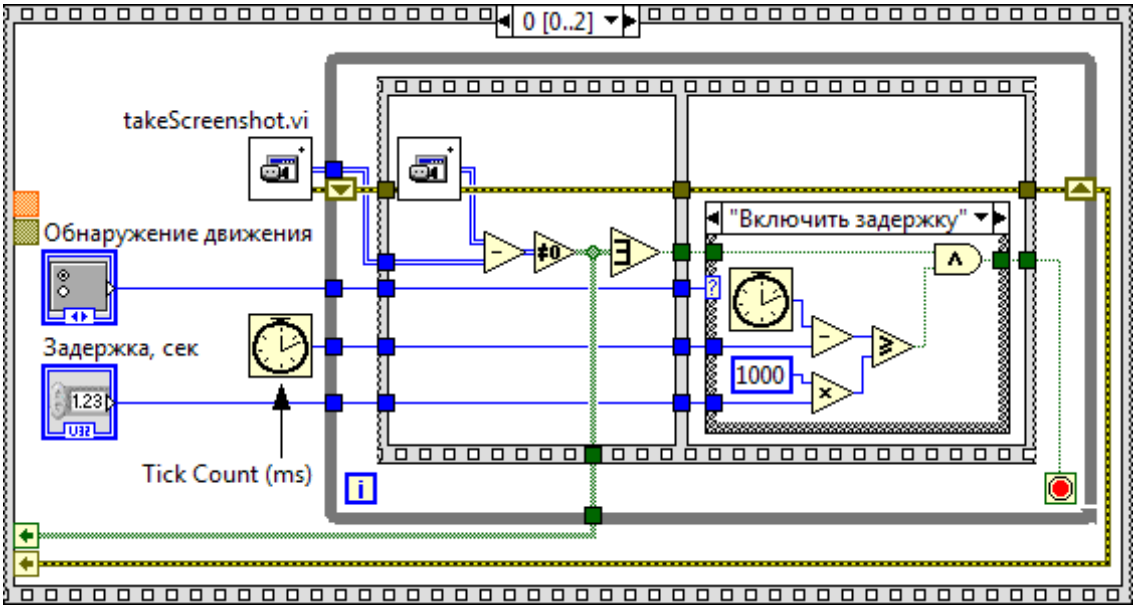


Рисунок 2 – Фрейм №0 Stacked Sequence Structure, в котором с помощью вычитания изображений (снимков экрана) решена задача обнаружения областей движения на экране монитора.

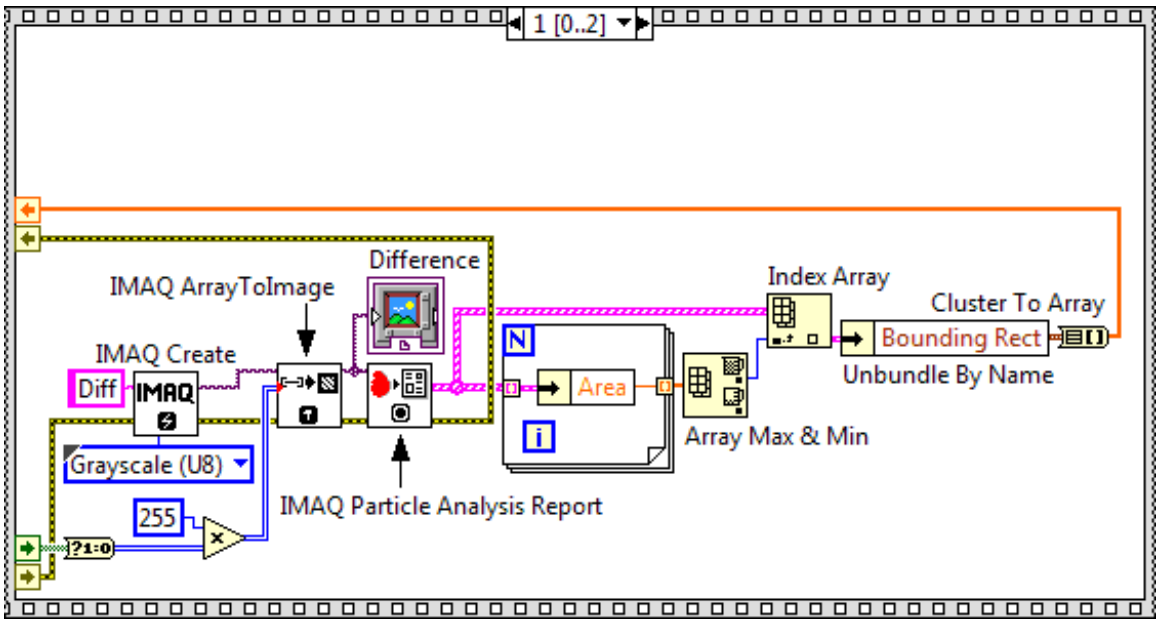


Рисунок 3 – Фрейм №1 Stacked Sequence Structure, в котором решена задача получения координат области движения максимальной площади.

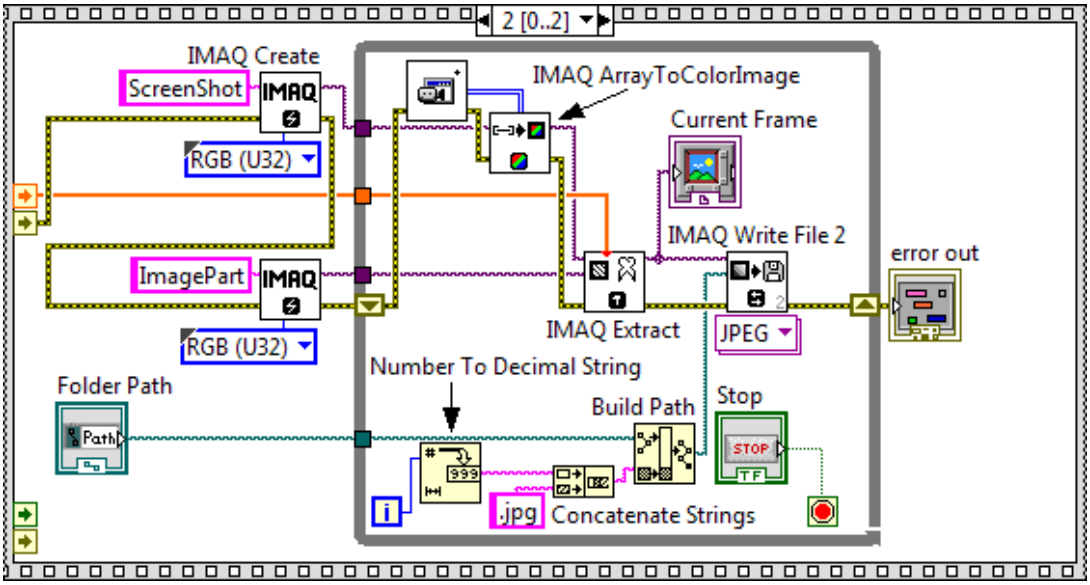


Рисунок 4 – Фрейм №2 Stacked Sequence Structure, в котором решена задача сохранения изображений выбранной в предыдущем фрейме области.

Список литературы

1. Видьманов Д. А. Система распознавания эмоций человека на видеоданных // Молодежный научно-технический вестник. 2014. № 3. ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н. Э. Баумана». Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/716887.html (дата обращения 16.03.2015).

2. Programmatically Acquire a Screen Capture in LabVIEW // National Instruments URL: https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-19720

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОЙ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Привалов А.Н., Клепиков А.К.
ФГБОУ ВПО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»
Privalov.61@mail.ru, don-klepikov@yandex.ru

Предложен алгоритм последовательных упрощений графа позволяющий оценить временную сложность выполнения математического алгоритма при проведении вычислительного алгоритма.

Ключевые слова: алгоритм, временная сложность алгоритма, эксперимент, полумарковская модель, граф состояний.

NUMERICAL METHODS OF ESTIMATION OF THE TIME COMPLEXITY OF THE ALGORITHM DURING THE EXPERIMENT

Privalov A.N., Klepikov A.K.
FGBOU VPO «TSPU them. L. N. Tolstoy»

An algorithm for successive simplifications of the graph allows to estimate the time complexity of the mathematical algorithm during the computational algorithm.

Tags: algorithm, the time complexity of the algorithm, experiment, semi-Markov model, the state graph.

Одной из важнейших задач, возникающих при проектировании виртуальных экспериментальных работ является задача оценки временной сложности программной реализации алгоритма [2], поскольку от прогнозных значений временных оценок зависят решения по структуре и составу проектируемого программного обеспечения.

Количество элементарных операций, затраченных алгоритмом для решения конкретного экземпляра задачи, зависит не только от размера входных данных, но и от самих данных. Например, количество операций алгоритма сортировки вставками значительно меньше в случае, если входные данные уже отсортированы.

При моделировании вычислительных систем применяют различный математический аппарат, наиболее часто - теорию Марковских процессов и аппарат теории массового обслуживания [1, 2].

Марковские цепи широко используются в качестве временных моделей программ и вычислительных процессов. При моделировании программы состояния Марковской цепи отождествляются с модулями (операторами) программ, а матрица вероятностей переходов определяет порядок переходов между модулями, зависящий от структуры программы и исходных данных, значения которых определяют развитие вычислительного процесса. На такой модели можно вычислить число обращений к модулям программы и плотность распределения времени выполнения программы.

В соответствии с классическим определением, полумарковский процесс [1] –это случайный процесс $X(t)$с конечным или счетным множеством состояний $N=\{1, 2, ...\}$, имеющий ступенчатые траектории со скачками в моменты времени $0<t_1<t_2<...$. Значения полумарковского процесса $X(t_n)$ в моменты скачков образуют Марковскую цепь с переходными вероятностями

$$P_{ij} = P\left\{ X(\tau_n) = j \,\middle|\, X(\tau_{n-1}) = i \right\}$$

Полумарковские процессы являются естественным обобщением Марковских цепей и процессов и широко применяются в качестве математических моделей сложных стохастических систем.

В самом общем случае граф, описывающий структуру алгоритма, является полным с петлями, т.е. в матрице смежности $R_{jn} = 1$, $1 \le j \le J$, $1 \le n \le J$.

Для расчёта временных характеристик законов распределения времени достижения подмножества состояний вычислительного процесса можно воспользоваться методом анализа, основанным на последовательных упрощениях графов, отображающих структуры исследуемых алгоритмов.

Суть алгоритма последовательных упрощений заключается в том, что в графе G, представляющем исследуемый алгоритм, отыскиваются некоторые подмножества состояний, $\Psi_i = \left\{ \psi_{i,1(\psi_i)}, ..., \psi_{i,j(\psi_i)}, ..., \psi_{i,J(\psi_i)} \right\} \subset A$, которые затем заменяются подмножествами $\zeta_i = \left\{ \zeta_{i,1(\zeta_i)}, ..., \zeta_{i,k(\zeta_i)}, ..., \zeta_{i,K(\zeta_i)} \right\}$, такими что:

$$I(\Psi_i) = I(Z_i)$$
$$O(\Psi_i) = O(Z_i)$$
$$p_n(I(\Psi_i), O(\Psi_i),$$

Рассмотрим ряд преобразований, выполняемых для упрощения графа структуры исследуемого процесса (табл 1).

При расщеплении вершин по признаку $O(a_i)$ значения числовых характеристик пересчитываются следующим образом:

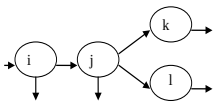
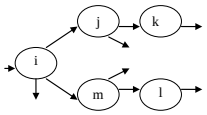
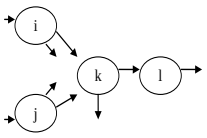
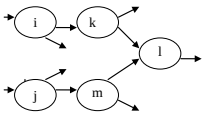
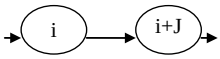
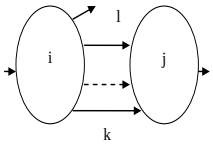
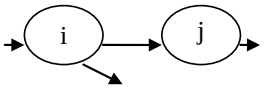
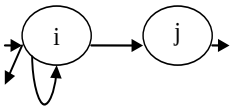
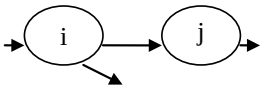
$p_{ij} = p_{ij}(1 - p_{jl})$;

$p_{im} = p_{ij}(1 - p_{jk})$;

$p_{jk}= p_{jk}(1- p_{jl})$;
$p_{ml}= p_{jl}(1- p_{jk})$;
$[T_{ij}, D_{ij}, T_{ij\,min}, T_{ij\,max}]^T=[T_{ij}, D_{ij}, T_{ij\,min}, T_{ij\,max}]^T$;
$[T_{im}, D_{im}, T_{im\,min}, T_{im\,max}]^T=[T_{ij}, D_{ij}, T_{ij\,min}, T_{ij\,max}]^T$;
$[T_{jk}, D_{jk}, T_{jk\,min}, T_{jk\,max}]^T=[T_{jk}, D_{jk}, T_{jk\,min}, T_{jk\,max}]^T$;
$[T_{ml}, D_{ml}, T_{ml\,min}, T_{ml\,max}]^T=[T_{jl}, D_{jl}, T_{jl\,min}, T_{jl\,max}]^T$.

Таблица 1.

Эквивалентные преобразования граф-схем алгоритмов

Вид преобразования	Структура исходного подграфа	Структура преобразованного подграфа
Расщепление вершин по признаку $O(a_i)$		
Расщепление вершин по признаку $I(a_i)$		
Объединение последовательных вершин		
Объединение параллельных дуг		
Ликвидация циклов		

При расщеплении вершин по признаку $I(a_i)$ числовые характеристики определяются равенствами:

$[p_{ik}, T_{ik}, D_{ik}, T_{ik\,min}, T_{ik\,max}]^T=[p_{ik}, T_{jl}, D_{jl}, T_{jl\,min}, T_{jl\,max}]^T$;
$[p_{kl}, T_{kl}, D_{kl}, T_{kl\,min}, T_{kl\,max}]^T=[p_{kl}, T_{kl}, D_{kl}, T_{kl\,min}, T_{kl\,max}]^T$;
$[p_{im}, T_{im}, D_{im}, T_{im\,min}, T_{im\,max}]^T=[p_{ik}, T_{jl}, D_{jl}, T_{jl\,min}, T_{jl\,max}]^T$;
$[p_{ml}, T_{ml}, D_{ml}, T_{ml\,min}, T_{ml\,max}]^T=[p_{kl}, T_{kl}, D_{kl}, T_{kl\,min}, T_{kl\,max}]^T$.

Все дальнейшие преобразования указаны в табл. 1.

В случае исходного графа графа из 4-х вершин с петлями (рис. 1) описанного матрицами P,T,D после применения алгоритма последовательных упрощений получается выходной граф (рис. 2)

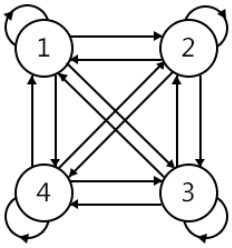


Рисунок 1 – Исходный граф

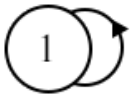


Рисунок 2 – Упрощённый граф

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет производить упрощение графа, отображающего структуру исследуемого алгоритма вычислительной процедуры и может быть полезен при анализе времени выполнения математического алгоритма решающего прикладную задачу в процессе проведения эксперимента.

Список литературы

1. Ларкин Е.В., Привалов А.Н. Проектирование программного обеспечения вычислительной среды тренажерных систем. Тула: ТулГУ, 2010. – 259 с.

2. Привалов А.Н., Ларкин Е.В. Моделирование информационных процессов тренажерных систем: Концепция, методология, модели. Saar-brucken Deutchland: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co., 2012.

3. Феррари Д. Оценка производительности вычислительных систем. - М.: Мир, 1981. - 576 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Сапунов Е. В.
Пензенский государственный университет
rtech@pnzgu.ru

Рассматривается измерительный модуль для определения частоты единичного усиления и запаса устойчивости по фазе на частоте единичного усиления операционного усилителя. Приведена структурная схема измерительного модуля, описана его работа. Показаны идеализированные передаточные характеристики усилителя/фазового детектора AD8302 для измерения коэффициента усиления и разности фаз и характеристики исследуемого экземпляра микросхемы. Определена роль модуля в аппаратно-программном комплексе для исследования операционных усилителей.

Ключевые слова: операционный усилитель, измерение параметров, передаточная характеристика

MEASURING MODULE FOR DETERMINING OF DYNAMIC PARAMETERS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS

Sapunov E.V.
Penza State University

Measuring module for determining the unity gain frequency and phase margin at unity gain frequency of the operational amplifier is considered. The structure chart of measuring module is shown, its operation is described. Idealized transfer characteristics for the gain and phase measurement of gain and phase detector AD8302 and characteristics of the tested chip instance are given. The role of the module in the hardware-software complex for investigation of operational amplifiers is defined.

Keywords: operational amplifier, parameters measurement, transfer characteristic

Для определения работоспособности операционных усилителей (ОУ) на верхних границах их рабочих частот, разработчикам необходимо обращаться к документации на определенный ОУ. Но очень часто производитель указывает лишь минимальное или типовое значение частоты единичного усиления. Другой важный параметр - запас устойчивости по фазе на частоте единичного усиления обычно отсутствует в документации, приводится лишь типичный график зависимости усиления и фазы на выходе ОУ от частоты.

Поэтому важной задачей является определение фактических значений частоты единичного усиления и запаса устойчивости по фазе на частоте единичного усиления операционных усилителей.

Для построения измерительного модуля была использована интегральная микросхема усилителя/фазового детектора AD8302 от компании Analog Devices, Inc. Для обработки результатов эксперимента используется среда графического программирования National Instruments LabVIEW.

AD8302 представляет собой микросхему, которая способна работать в диапазоне от низких частот до 2,7 ГГц и имеет два входа и два выхода. Один выход используется для измерения коэффициента усиления/ослабления между входными сигналами, второй – для измерения разности фаз между входными сигналами. Один из входов является опорным, т.е. относительного него происходит преобразование.

Для измерения используется схема измерения, показанная на рис. 1.

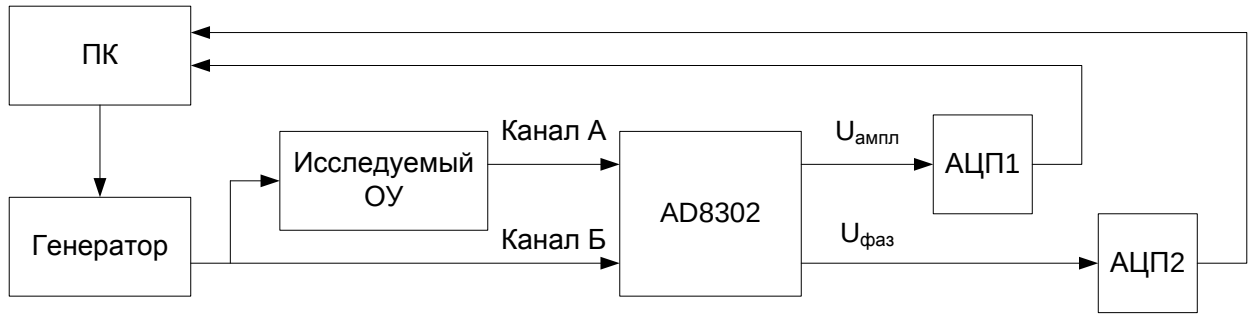


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного модуля

Персональный компьютер (ПК) управляет генератором на основе синтезатора прямого цифрового синтеза (DDS) AD9851, который изменяет частоту тестового гармонического сигнала по заданному алгоритму (например, как описано в [1]), до тех пор, пока не будет найдена частота единичного усиления. Генерируемый сигнал проходит напрямую на опорный канал Б AD8302 и на исследуемый ОУ, после чего опорный сигнал и сигнал с выхода ОУ обрабатываются AD8302 и на его соответствующих выходах вырабатывается напряжение, пропорциональное отношению амплитуд и разности фаз сигналов на его входах. Выходные напряжения AD8302

оцифровываются с помощью аналого-цифровых преобразователей АЦП1 и АЦП2 и передаются на ПК. Значения коэффициента усиления и разности фаз рассчитываются программой обработки результатов измерений с использованием сведений о характеристиках AD8302 [2].

Идеализированные передаточные характеристики показаны на рис. 2.

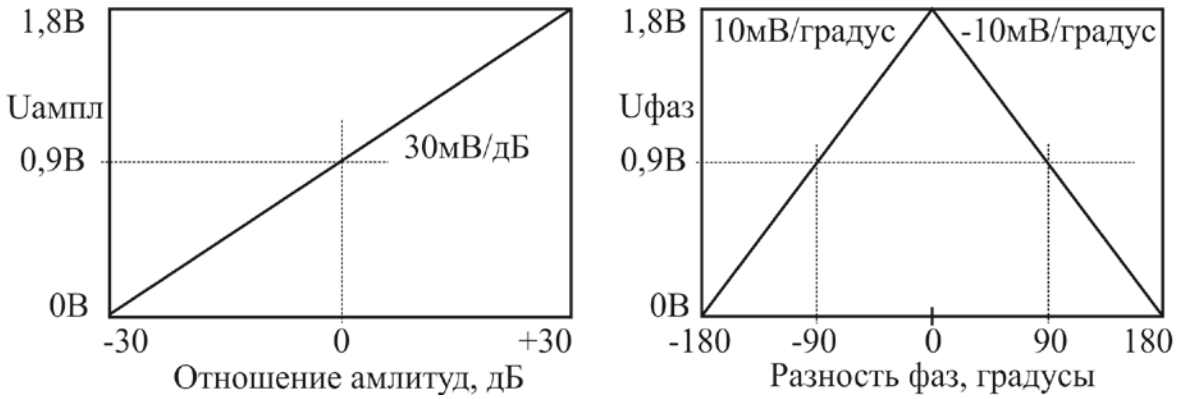


Рисунок 2 – Идеализированные передаточные характеристики AD8302 для измерения коэффициента усиления и разности фаз

В идеальном случае передаточные характеристики для измерения усиления имеют наклон 30мВ/дБ, а для измерения разности фаз - 10мВ/градус и не зависят от частоты. В реальных условиях фактические передаточные характеристики отличаются для разных экземпляров микросхем, а также изменяются в зависимости от частоты и условий эксплуатации.

Характеристики, полученные автором для исследуемого экземпляра микросхемы AD8302, показаны на рисунках 3 и 4. На рисунке 3.б показаны зависимости наклона характеристики при усилении и ослаблении сигнала и практически не отличаются. Зависимости, показанные на рисунке 4, получены на частотах 100кГц, 1 МГц, 10 МГц, 50 МГц и мало отличаются на рабочих участках характеристик.

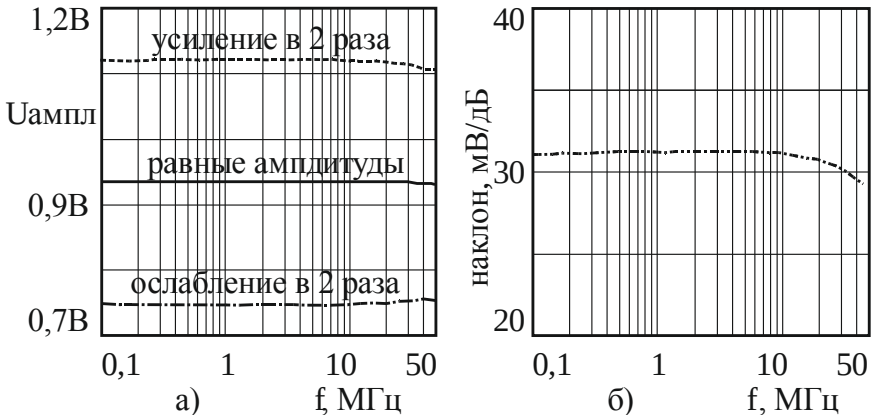


Рисунок 3 – Зависимости от частоты выходного напряжения при измерении коэффициента усиления (а) и наклона характеристики (б)

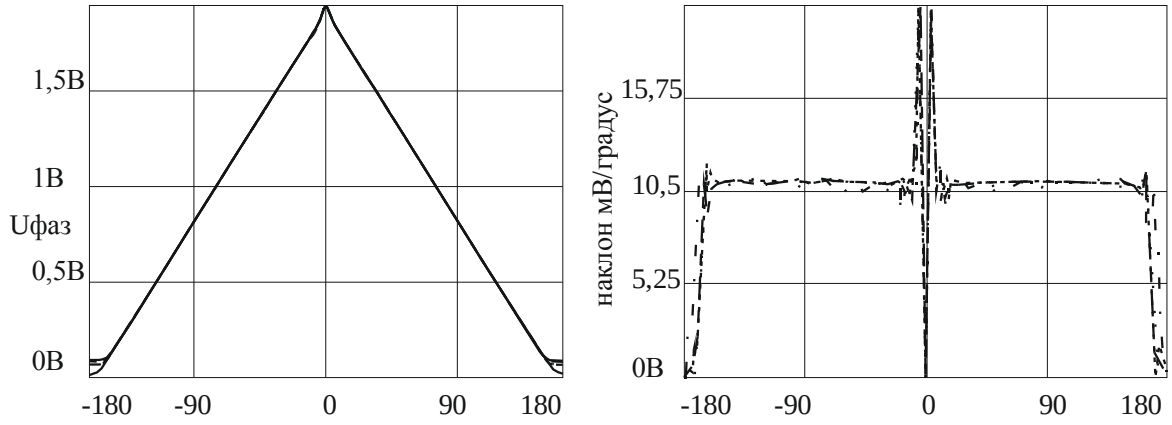


Рисунок 4 – Зависимости от фазы выходного напряжения при измерении фазы (а) и наклона характеристики (б)

Микросхема AD8302 позволяет проводить измерение частоты единичного усиления и запаса устойчивости по фазе на частоте единичного усиления ОУ одновременно, что сокращает временные затраты на проведение измерения.

Данный модуль может быть использован в аппаратно-программном комплексе для исследования ОУ без ухудшения динамических характеристик комплекса [3].

Список литературы

1. Методика измерения частоты единичного усиления операционных усилителей / М. Ю. Паршуков, А. В. Светлов, В. В. Комаров, Е. В. Сапунов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 2. – С. 41 – 51.

2. D8302 LF–2.7 GHz RF/IF Gain and Phase Detector // Analog Devices, Inc., 2002. URL: http://www.analog.com/media/cn/technical-documentation/data-sheets/AD8302.pdf

3. Иосифов, В. П. Определение полных динамических характеристик средств измерений с применением рекуррентных процедур / В. П. Иосифов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 1. – С. 126–131.

СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Светлов А. В., Колдов А. С., Родионова Н. В.
Пензенский государственный университет
rtech@pnzgu.ru

Представлена структурная схема стенда для измерения параметров пьезокерамических элементов, представляемых четырехэлементной эквивалентной электрической схемой. Рассмотрена методика совокупных измерений параметров пьезокерамических элементов с подачей на исследуемый элемент синусоидального и импульсного тестовых сигналов и последующим решением системы уравнений, описывающих выходные сигналы измерительной схемы.

Ключевые слова: пьезокерамический элемент, совокупные измерения, стенд.

STAND FOR MEASUREMENT PARAMETERS PIEZOCERAMIC ELEMENTS

Svetlov A.V., Koldov A.S., Rodionova N.V.
Penza State University

Is a block diagram stand for measuring piezoelectric elements represented by four-

element equivalent circuit diagram. The method of aggregate measuring the parameters piezoceramic elements be applied to the element under study sinusoidal and pulse test signals and the subsequent decision of the system of equations describing the output signals of the measuring circuit.

Key words: piezoceramic elements, aggregate measurement, stand.

1. Постановка задачи

Разработан стенд для измерения параметров пьезокерамических элементов (ПКЭ) в соответствии с четырехэлементной эквивалентной электрической схемой. Исследуемый ПКЭ включается в состав специально созданной измерительной схемы на основе быстродействующего операционного усилителя (ОУ). Выполняются совокупные измерения параметров ПКЭ с последовательной подачей на вход измерительной схемы синусоидального и импульсного тестовых сигналов и последующим решением системы уравнений, описывающих выходные сигналы измерительной схемы [1].

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Использована среда программирования National Instruments LabVIEW.

3. Описание решения

Структурная схема аппаратной части стенда для измерения параметров пьезокерамических элементов приведена на рис. 1. Для представления электрических свойств ПКЭ используется четырехэлементная эквивалентная электрическая схема, в состав которой входят: C_1, L_1, R_1 – динамические емкость, индуктивность и сопротивление; C_2 – параллельная емкость. Исследуемый ПКЭ включается во входной цепи измерительной схемы на основе ОУ OPA655, в цепи отрицательной обратной связи которого включен опорный конденсатор C_0. Для формирования синусоидального и импульсного тестовых сигналов используется один и тот же программно управляемый генератор прямого цифрового синтеза (Direct Digital Synthesis – DDS) AD9851, обладающий высоким разрешением (до 0,04 Гц) и быстрой перестройкой частоты. Этим обеспечивается гибкость и многофункциональность стенда. Огибающая выходного напряжения измерительной схемы выделяется амплитудным детектором, выходной сигнал которого оцифровывается с помощью АЦП. Стабилизация режима работы ОУ по постоянному току обеспечивается при помощи аналогового ключа ADG736, включенного в цепи отрицательной обратной связи ОУ. При периодическом замыкании ключа осуществляется принудительный разряд емкости C_0.

Программное обеспечение стенда подготовлено в среде LabVIEW.

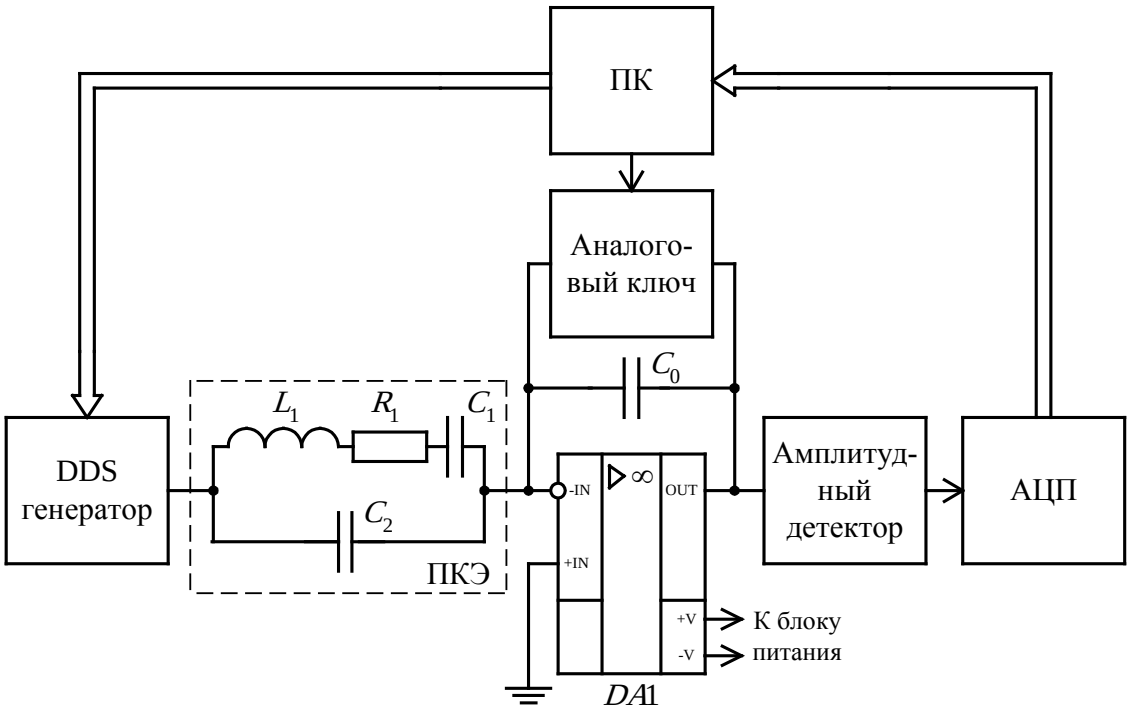


Рисунок 1 – Структурная схема стенда

Для измерения частоты последовательного резонанса f_0 и частоты параллельного резонанса (антирезонанса) f_1 на вход измерительной схемы подается синусоидальное напряжение с выхода DDS-генератора. Осуществляется поиск частоты последовательного резонанса с итерационным сужением диапазона поиска. Измеряются частота f_0 и амплитуда $U_{\text{макс}}$ выходного напряжения на этой частоте. Затем измеряются частоты f' и f'' выше и ниже резонансной, при которых амплитуда выходного напряжения составляет $0{,}707U_{\text{макс}}$. По измеренным значениям частот f_0, f' и f'' определяются расстройка $2\Delta f = f'' - f'$ и добротность $Q = f_0 / 2\Delta f$. Измеряется частота параллельного резонанса (антирезонанса) f_1.

Для измерения статической емкости ПКЭ, равной сумме емкостей C_1 и C_2, на вход измерительной схемы с выхода DDS-генератора подается перепад (скачок) постоянного напряжения U_0, примерно равный половине значения максимального выходного напряжения ОУ. Выходное напряжение амплитудного детектора:

$$U_{\text{АД}}(t) = \frac{U_0 C_1}{C_0} \cdot \left(1 - \mathrm{e}^{-at}\right) + \frac{U_0 C_2}{C_0}, \tag{1}$$

где a – декремент затухания колебаний в цепи.

С помощью АЦП фиксируется установившееся значение выходного напряжения амплитудного детектора, пропорциональное сумме C_1 и C_2:

$$U_{\text{уст}} = \frac{U_0 (C_1 + C_2)}{C_0}. \tag{2}$$

В результате анализа переходного процесса по методике, изложенной в [2], определяется декремент затухания колебаний a:

$$a = \frac{ln\left(\frac{U_{уст} - U(t_1)}{U_{уст} - U(2t_1)}\right)}{t_1}, \quad (3)$$

где $U(t_1)$ и $U(2t_1)$ – отсчеты огибающей экспоненциально изменяющегося напряжения в некоторые кратные моменты времени t_1 и $2t_1$.

Полученные в результате измерений значения $f_{0изм}$, $f_{1изм}$, $U_{уст.изм}$, а также одна из двух характеристик потерь в ПКЭ: $Q_{изм}$ или $a_{изм}$, подставляются в уравнения, входящие в одну из двух систем уравнений:

$$\begin{cases} \frac{U_0(C_1+C_2)}{C_0} = U_{уст.изм}, \\ \frac{1}{2\pi\cdot\sqrt{L_1 C_1}} = f_{0изм}, \\ \frac{1}{2\pi\cdot\sqrt{L_1 C_1}}\cdot\sqrt{1+\frac{C_1}{C_2}} = f_{1изм}, \\ \frac{2\cdot\pi\cdot L_1}{R_1}\cdot f_{0изм} = Q_{изм}, \end{cases} \text{ или } \begin{cases} \frac{U_0(C_1+C_2)}{C_0} = U_{уст.изм}, \\ \frac{1}{2\pi\cdot\sqrt{L_1 C_1}} = f_{0изм}, \\ \frac{1}{2\pi\cdot\sqrt{L_1 C_1}}\cdot\sqrt{1+\frac{C_1}{C_2}} = f_{1изм}, \\ \frac{R_1}{2\cdot L_1} = a_{изм}, \end{cases} \quad (4)$$

В результате решения первой или второй системы уравнений получаются искомые параметры: $C_{1изм}$; $C_{2изм}$; $L_{1изм}$; $R_{1изм}$.

4. Заключение

Использование разработанного стенда и предложенной методики позволяет определить параметры C_1, C_2, L_1 с относительными погрешностями, не превышающими 1,5 %, а параметр R_1 – 2,5 %. Результаты исследования будут способствовать расширению области применения ПКЭ [3].

Список литературы

1. Измерение электрических параметров пьезокерамических элементов / А.В. Светлов, А.В. Блинов, А.Г. Дмитриенко, Б.В. Цыпин // Новые технологии. Том 2. – Материалы X Всероссийской конференции. – М.: РАН, 2013. – С. 149 – 154.

2. Определение параметров двухполюсников по значениям дискретных отсчетов выходного напряжения измерительной схемы / А. Н. Андреев, В. А. Казаков, А. В. Светлов, Д. А. Светлов // Измерительная техника. – 1999. – № 8. – С. 19 – 22.

3. Янчич, В. В. Пьезоэлектрические акселерометры с двумя динамическими и частотными диапазонами / В. В. Янчич, Д. В. Джения, Вл. В. Янчич // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. – № 3 (27). – С. 127–134.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.

Колистратов М.В., Сивкова А.А.
НИТУ «МИСиС»
kolistratov-mv@yandex.ru, sivkova2806@gmail.com

В данной работе рассматривается одна из актуальных проблем экономии электроэнергии. Одним из способов снизить расходы на электроэнергию является реализация энергоэффективных световых решений. Предложен алгоритм, позволяющий реализовать экономию электроэнергии в учебных помещениях за счет автоматического управления уровнем искусственного освещения. Программное обеспечение для реализации алгоритма управления разработано и проверено на практике с помощью NI ELVIS II и программной среды LabVIEW.

Ключевые слова: энергоэффективность, электроэнергия, освещение, управление, автоматизация, оптимизация, NI ELVIS II, LabVIEW.

IMPLEMENTATION OF ALGORITHM OF LIGHTING CONTROL SYSTEM IN DIFFERENT TYPES OF CLASSROOMS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY.

Kolistratov M.V., Sivkova A.A.
NUST «MISIS»

In this research considers one of the most actual problems of energy saving. One of the ways to reduce energy costs is to implement energy-efficient lighting solutions. For realizing electricity savings in the classrooms is proposed an algorithm, which allows to automatically control lighting. Software for implementation of the control algorithm is developed and tested in practice using NI ELVIS II and graphical programming environment LabVIEW.

Keywords: energy efficiency, electricity, control lighting, automation, optimization, NI ELVIS II, LabVIEW.

1.Постановка задачи

В настоящее время, одной из важнейших задач по сокращению природных ресурсов является энергосбережение. Выделяют следующие основные направления и способы энергосбережения: экономия электрической энергии, экономия тепла, экономия воды, экономия газа. По данным Международного энергетического агентства, в мировом масштабе 19% электроэнергии расходуется на освещение. Известно, что стоимость тарифов на электроэнергию увеличивается на 15% ежегодно, а основные источники электроэнергии загрязняют атмосферу выбросами вредных веществ. Оптимизация потребления электроэнергии на освещение является одним из самых распространенных способов экономии электроэнергии.

Целью данной работы является реализация алгоритма системы управления освещением в учебных помещениях, которая позволяет минимизировать затраты на электроэнергию.

2.Используемое оборудование и программное обеспечение

Лабораторная станция NI ELVIS II, среда графического программирования LabVIEW и разработанное программное обеспечение на его основе.

3.Описание решения

В рамках выполнения работы, для реализации алгоритма системы автоматического управления светом были проведены следующие мероприятия:

1. на базе образовательной платформы макетирования и прототипирования NI ELVIS II и программной среды LabVIEW была создана система сбора данных для снятия световых характеристик;
2. проведён суточный мониторинг освещения у окна и на рабочих местах;
3. определены зависимости внутреннего освещения от внешнего;
4. разработан алгоритм управления освещением;

Рисунок 1 – Алгоритм управления освещением.

5. разработано программное обеспечение:

- программа просмотра мониторинга (суточная освещенность);
- программа определения переходных характеристик, которая позволяет вычислять коэффициенты, для различных помещений (используется при установке системы);

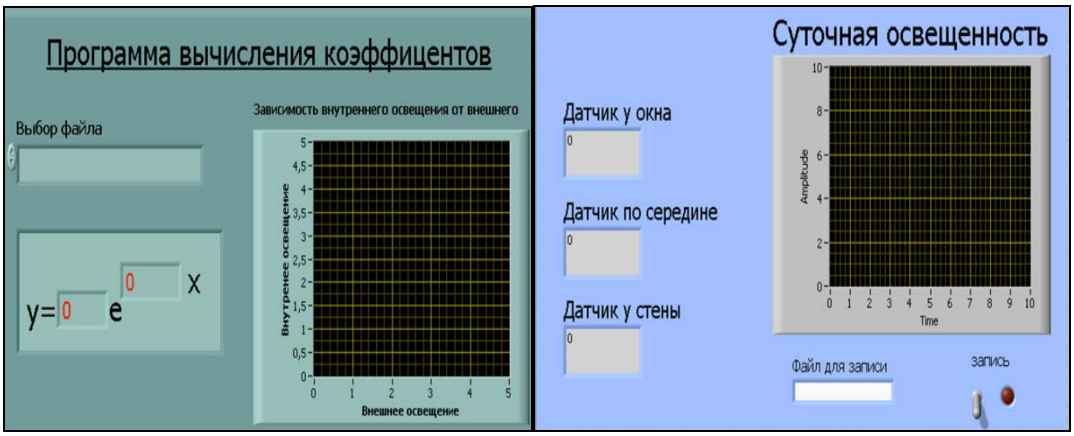


Рисунок 2 – Интерфейсы программ вычисления коэффициентов и просмотра мониторинга.

- программа управления;

- программа анализа данных (выводы для облегчения труда пользователя, данная программа выполняет суточную и пакетную обработку данных, вычисляет время работы системы, потребляемую мощность, показывает изменение освещения, формирует отчёт;

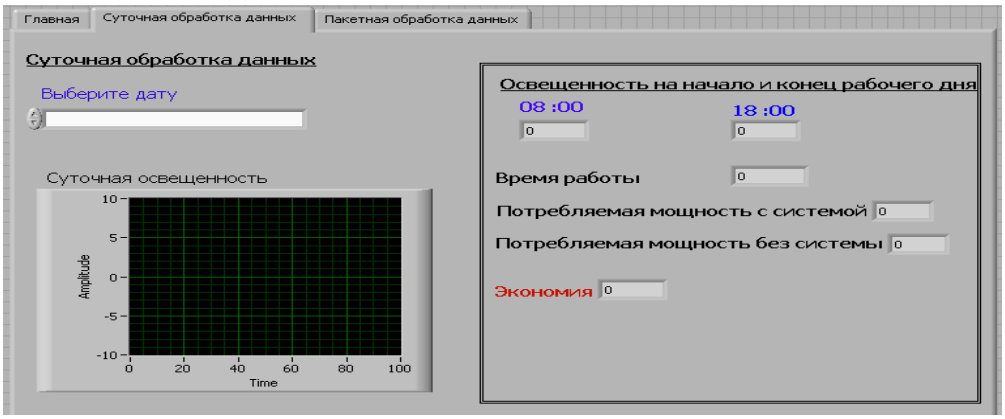


Рисунок 3 – Программа анализа данных(вкладка-суточная обработка).

6. для проверки алгоритмов управления и тестирования системы создан макет аудитории №313,корпуса Б, НИТУ «МИСиС»;

7. оценена экономическая эффективность решения.

Было выявлено, что естественный солнечный свет, проходящий через световые проемы, распределяется неравномерно. Интенсивно освещаются те части помещения, которые расположены ближе к окну. Т.е. освещённость в помещении различна и зависит от типа помещения и степени удалённости от светового проёма. Таким образом, когда в самых отдалённых точках от окна освещённости недостаточно, требуется включение электрического освещения всего помещения. В результате, рабочие места, расположенные ближе к окну становятся освещенными выше нормы, а это приводит к большому расходованию электроэнергии. В связи с этим, было принято решение о необходимости оптимального размещения световых источников, т.е. объединение светильников в секции, расположенные параллельно источнику естественного освещения.

Созданная система позволяет автоматически управлять источниками искусственного освещения в помещении. На оконный проем устанавливается фотодатчик, который измеряет уровень освещенности естественного света. Уровень освещенности для каждой секции рассчитывается по уравнениям, которые вычисляет программа при установке системы в аудитории. После этого система принимает решение о включении или выключении сегментов, сравнивая уровень текущей освещенности с необходимым уровнем. Соответственно, при недостаточной освещенности, первым включается дальний от окна сегмент, остальные при включении учитывают суммарный уровень естественного и искусственного освещения. Система начинает работать, после открытия двери в аудиторию. Расход электроэнергии не происходит, когда аудитория закрыта.

4.Выводы

Использование продуктов National Instruments, в частности платформы NI ELVIS II и пакета программирования LabVIEW, позволило разработать и протестировать систему управления светом. В результате тестирования системы, была зафиксирована экономия электроэнергии более 50%. На основании проведенного

анализа сформировано техническое задание для реализации целевого устройства управления освещением.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Давлеткиреева Л.З. [1] , Скокова И.К. [2]
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г.Магнитогорск
ldavletkireeva@mail.ru [1] , skokova0567@mail.ru [2]

В статье рассматривается теоретические особенности научных мероприятий в сфере информационных технологий. Описаны алгоритм и формы их проведения. Ставится основная цель науки на ближайшее десятилетие.

Ключевые слова: информационные технологии, Интернет, научные мероприятия.

THEORY AND PRACTICE OF RESEARCH ACTIVITIES IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

Davletkireeva L.Z., Skokova I.K.
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

The article discusses the theoretical aspects of research activities in the field of information technology. Put the main purpose of science for the next decade.

Keywords: information technology, Internet, research activities.

На сегодня технологии оказывают большое влияние на профессиональную и повседневную деятельности человека. Неотъемлемой частью повседневной жизни уже стали коммуникации и поиск информации с использованием Интернет-пространства, а также общение с помощью web-инструментов. С каждым годом информационные технологии (ИТ) открывают все более широкие перспективы для повышения качества пользователей.

В стратегии развития отрасли ИТ в РФ на 2014-2020 годы и на перспективу до 2025 года большое внимание уделяется исследовательской деятельности. В рамках проекта для обеспечения конкурентоспособности российских ИТ в будущем реализуется поддержка алгоритмического и исследовательского потенциала для того чтобы вопрос об использовании и дальнейших перспективах применения ИТ оставался актуальным проводят мероприятия, соответствующие данной тематике. Мероприятия способствуют повышению интереса студентов к современным научным проблемам. Научно-исследовательские работы позволяют студентам получить дополнительную информацию и знания в области новейших направлений фундаментальных и прикладных исследований, открывать для себя разнообразные методы исследования, позволять системно, глубоко и разносторонне осмысливать современные социально-экономические явления и процессы, учит самостоятельно ставить и решать научные проблемы, публично представлять результаты научных открытий на конференциях и семинарах [3].

Много существует методологий и способов, которые позволяют в рамках научно-исследовательской деятельности находить новые пути решений изучаемой проблемы. Одной из научных дисциплин является аналитика. Курносов Ю.В. в своей

книге «Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы» определяет данный термин как «целостную совокупность принципов методологического, организационного и технологического обеспечения индивидуальной и коллективной мыслительной деятельности, которая позволяет эффективно обрабатывать информацию с целью совершенствования качества имеющихся и приобретения новых знаний, а также подготовки информационной базы для принятия оптимальных управленческих решений» [2]. На сегодня с развитием технологий нового поколения существует определенная связь между терминами «наука» и «ИТ», что является ядром современных интеллектуальных технологий, которые позволяют с большими темпами развития отражать действительность, разрабатывать новые стратегии развития всех сфер жизнедеятельности общества, создавать идеи будущей системы на решающих участках, структуры и организации, позволяющие их реализовать на практике. Автор соотносит научные мероприятия к классу методов коллективной генерации идей, разработанному в начале 1950-х годов во время разработки программ, связанных с вооруженной и космической техникой, проводившихся по заданию правительства США. Сейчас данный метод используется повсеместно как метод выдвижения новых идей при характеристике решений сложных проблем, перспективных планов и прогнозов. Основной задачей является генерация идей, которая формирует творческую активность, и одна из идей может являться целью исследования. После постановки цели данный вариант решения анализируют, согласно плану. Уровень развития ИТ играет важнейшую роль во всех сферах деятельности человека, прежде всего в сфере управления, политики, технических ресурсов, гуманитарных отраслях науки. Суть ИТ в анализе состоит, в подготовке массивов данных и аналитических процедур для дальнейшего их изучения специалистом [2].

Каждое мероприятие имеет определенные требования, организационный план, который подразумевает логичность и порядок действий, направленных на построение мероприятия в целом. План мероприятия состоит из пунктов, каждый из которых требует выполнения определенных обязанностей. Чтобы планируемое мероприятие прошло на должном уровне, необходимо проводить соответствующую подготовку. Вся работа в этом направлении должна быть отлажена, проконтролирована специалистами. Необходимым условием является четкое распределение обязанностей, функций между участниками этого процесса. Назначенное лицо или группа лиц (оргкомитет) должны относиться к своим обязанностям с особым вниманием, ответственность [1].

Проведение мероприятий состоит из следующих основных этапов:

Подготовительный этап. Мероприятие начинается с идеи. Оно может быть посвящена какому-либо событию или проблеме, которая актуальна на сегодняшний день. Идея должна пройти процедуру принятия решения на коллегиальном органе учреждения – собрании трудового коллектива, заседании у директора, ученом совете и т.д. Решение реализуется в приказе. Данный приказ является юридическим документом о проведении. Где прописаны ответственные лица, форма, тематика, план проведения. Следующей задачей является – оповещение участников мероприятия. Оповестить можно несколькими способами: объявление на сайте конкурса, в других – рекламные, коммерческие или информационные письма. Текст предстоящего мероприятия должен содержать нужную информацию (вид, тематика, организаторы, основные участники, дата проведения, требования к оформлению, контактная информация). Также нужно подготовить техническое и программное обеспечение (ПО). Желающие принять участие, должны пройти процедуру регистрации.

Основной этап. На данном этапе проходит само мероприятие. Оно может состоять из одной части (в основном это конференции), так из нескольких (олимпиады,

конкурсы). Во время организации работы оцениваются и составляется рейтинг участников.

Заключительный этап. После того, как основная часть завершилась, нужно узнать мнение у участников, требуется найти и выбрать критерии, чтобы оценить эффективность мероприятий [1].

Важным критерием заключительного этапа является дальнейшее развитие научного исследования. Результаты, которые имеют важное теоретическое значение и практическое применение, публикуются в статьях, научных отчетах, в учебные материалы, в учебниках, учебных пособиях, методических рекомендациях. И одним из важнейших достижений является реализация прикладных исследований, определяющих направления технологического развития в области ИТ. В Стратегию развития были включены следующие направления, которые представлены на рис.1.

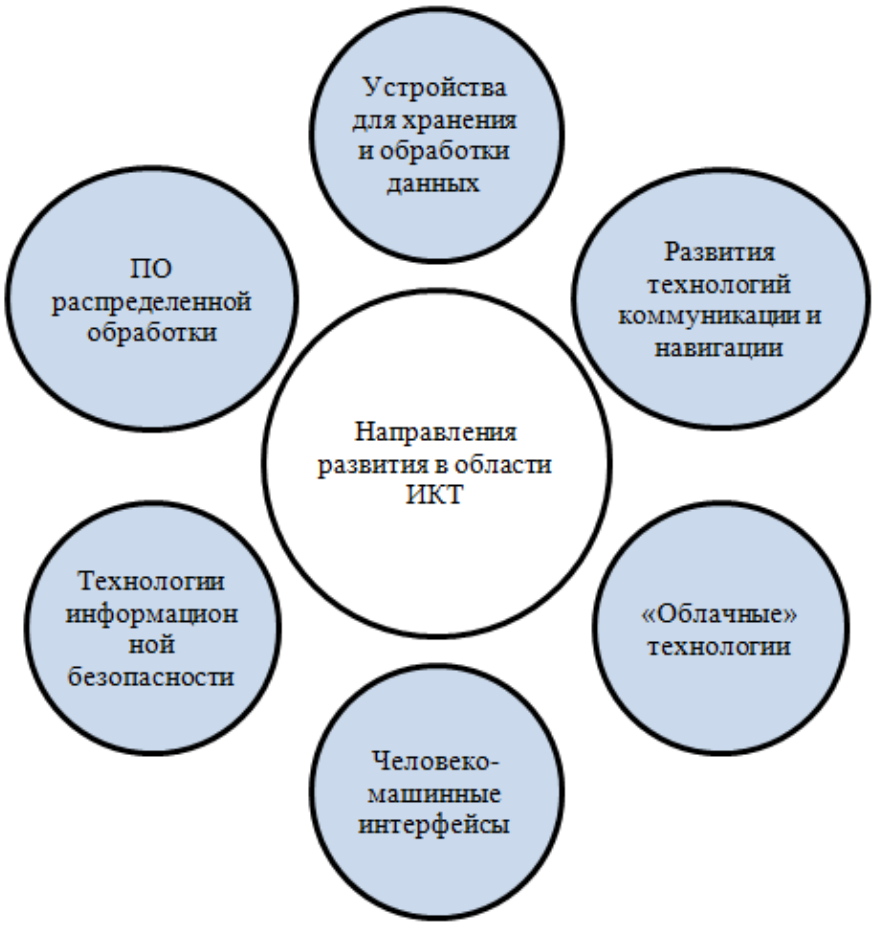


Рисунок 3 – Направления стратегии в области ИТ.

Устройства для хранения и обработки информации включают в себя анализ больших массивов данных, новые методы и ПО для моделирования сложных систем, новые суперкомпьютерные технологии и приложения, а также способы обработки и передачи данных.

Технологии информационной безопасности включают в себя биометрические системы и системы идентификации, приложения и инфраструктурные, повышающие безопасность в компьютерных сетях, а также новые алгоритмы проверки компьютерных средств вычислительной техники.

Человеко-машинные интерфейсы включают в себя методы применения жестов, зрения, голосовых интерфейсов для управления компьютерными и

робототехническими системами, а также новые программные средства и устройства, необходимые для адаптации людей с ограниченными возможностями.

В «облачные» технологии входят алгоритмы обеспечения взаимодействия устройств сотовой связи, алгоритмы взаимодействия комплексов роботехники, новые элементы сетевой инфраструктуры передачи данных, сенсорные сети, а также новые элементы ПО для реализации разнообразных моделей.

Развитие технологий коммуникации и навигации должно повлиять на эффективность существующих коммуникаций, новые технологии и системы проводной и беспроводной связи, а также новые типы геоинформационных и навигационных систем (ГИС) [3].

Научные мероприятия проводят как очно, так и зачно. Очное участие проходит в центрах научных исследований: в компаниях разработчиков, университетах и т.д. В последнее время большую популярность получила заочная форма с применением Интернет-технологии, которая считается очень удобной формой, когда у тебя нет возможности приехать на место мероприятия [1].

Основная стратегическая цель – активизация научной деятельности. Одним из ключевых элементов системы управления экономическим и научно-технологическим развитием страны является долгосрочный прогноз научно-технологического развития РФ. Его главной целью является разработка вариантов долгосрочного научно-технологического развития, на основе которых определяются позиции страны в системе международной научной и технологической кооперации, а также необходимые мероприятия для развития национальной инновационной системы [1, 3]. На сегодняшний день, научный центр «Сколково» является ярким примером поддержки инновационной деятельности в стране, в частности в области информационных технологий. Как утверждает премьер-министр страны Д.А. Медведев, что развитие Сколково является приоритетной задачей для поддержки инновационной деятельности в стране [4].

Список литературы

1. Давлеткиреева Л.З., Скокова И.К. Актуальность и преимущества проведения Интернет-конференции как одной из форм обмена опытом между образовательными учреждениями/ Л.З. Давлеткиреева, И.К. Скокова // Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической конференции (23-24 октября 2014 года) – в 4-х томах, Том 1. – Кемерово: ООО «ЗапСибНЦ», 2014 – 196 с. – С. 99-101.

2. Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. — Москва: Издательство «Русаки», 2004 г. — 550 с.

3. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 1 ноября 2013 г. N 2036-р г. Москва. URL:// http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 08.03.2015).

4. Чубаров С.В. Инновации в информационных технологиях в РФ // Материалы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: http://www.scienceforum.ru/2014/465/6054 (дата обращения: 08.03.2015).

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И ПРОЦЕССОВ НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ

Старостин И.Е., Степанкин А.Г. [1], Быков В.И. [2]
1. НИИСУ, ФГУП, Москва; 2. ИБХФ им. Н.М. Эмануэля, РАН, Москва
niisu@niisu.ru [1] , ibcp@sky.chph.ras.ru [2]

Приводится концепция программно-аппаратного комплекса математического моделирования систем, в которых протекают неравновесные процессы, а также определения свойств веществ и процессов из экспериментальных данных. Математической основой этого комплекса является опубликованный авторами ранее потенциально-потоковый метод математического моделирования неравновесных процессов.

Ключевые слова: математическое моделирование, неравновесные процессы, программно-аппаратный комплекс.

CONCEPT HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX SIMULATION AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE PROPERTIES OF SUBSTANCES AND PROCESSES OF NONEQUILIBRIUM SYSTEMS

Starostin I.E., Stepankin A.G. [1], Bykov V.I. [2]
1. BRE, FSUE, Moskow, Russia; 2. IBCP named after N.M. Emanuel, RAS, Moskow, Russia

Concept provides hardware-software complex mathematical modeling of systems in which the flow non-equilibrium processes, as well as op-determination of properties of substances and processes from experimental data. XYZ mathematical basis of this complex is a published author before the potential-but-stream method of mathematical modeling of non-equilibrium processes.

Keywords: mathematical modeling, non-equilibrium processes, software and hardware.

1. Постановка задачи

Практическая реализация возможностей математического моделирования и вычислительного эксперимента существенно повышает эффективность инженерных разработок особенно при создании принципиально новых, не имеющих прототипов машин и приборов, материалов и технологий [1, 2]. Функционирование технических объектов, осуществление технологических процессов сопряжены с протеканием неравновесных процессов в этих перечисленных системах. Примерами неравновесных процессов являются: химические превращения, в том числе и процессы горения, фото-, плазмо- и электрохимические реакции, диффузия, теплопередача, в том числе и теплообмен излучением, фазовые переходы первого и второго рода, материаловедческие процессы, в частности, процессы старения материалов [3].

Методы моделирования неравновесных процессов, разработанные в рамках современной неравновесной термодинамики, а также их физическая основа, применимые в общем случае для моделирования неравновесных систем, описаны в ранее опубликованных авторами работах [4 – 9] и основываются на макроскопических свойствах веществ и процессов, которые определяются из экспериментальных данных [4, 5, 7]. Задачей настоящей работы является разработка на основе этих методов концепции программно-аппаратного комплекса, позволяющего решать следующие задачи:

– математическое моделирование на основе известных из эксперимента свойств веществ и процессов неравновесных систем; структура и параметры, а также исходное состояние моделируемой системы задается пользователем;

– определение из экспериментальных данных свойств веществ и процессов.

2. Описание концепции

Как было показано в работах [4 – 9], потенциально-потоковый метод может быть применен в общем случае моделирования неравновесных процессов (при известных свойствах веществ и процессов, снимаемых из экспериментальных данных). Сущность потенциально-потокового метода заключается в определении термодинамических сил, являющихся причиной и необходимым условием протекания неравновесных процессов (в том числе и случайные силы [8]) и матриц восприимчивостей к этим силам [4, 5, 8]. Матрицы восприимчивостей к термодинамическим силам являются «шкалой» кинетических свойств неравновесных систем [6]; кинетические свойства определяют особенности протекания неравновесных процессов, движимых термодинамическими силами, причем последние от этих свойств не зависят [6]. Зная термодинамические силы (в том числе и случайные), кинетические матрицы, внешние потоки (в том числе и их случайные составляющие), мы строим математическую модель динамики неравновесной системы [4 – 8]. Матрицы восприимчивостей сложной системы строятся из матриц восприимчивостей простых подсистем [4, 7]; матрицы восприимчивостей простых подсистем строятся из экспериментальных данных [7]. Благодаря потенциально-потоковой структуре уравнений метода возможен анализ корректности приближенного решения [9]. Именно поэтому потенциально-потоковый метод положен в основу предлагаемого программно-аппаратного комплекса.

Предлагаемая концепция программного комплекса моделирования неравновесных процессов и определения из экспериментальных данных свойств веществ имеет следующие основы:

– файловые системы, в которых хранятся свойства веществ и процессов;

– алгоритмическая база численного моделирования неравновесных процессов (алгоритмы синтеза системы потенциально-потоковых динамических уравнений и алгоритмы численного интегрирования этих уравнений);

– алгоритмическая база определения свойств веществ и процессов из экспериментальных данных;

– визуализация полученных результатов;

– система ввода структуры рассматриваемой системы и ее параметров.

Программный комплекс, основанный на этой концепции, дает возможность вычислительного эксперимента, причем точность и адекватность полученных результатов полностью определяется точностью экспериментального определения свойств веществ.

Структура аппаратной части комплекса показана на рис. 1. Как видно из этого рисунка основой комплекса является персональный компьютер, а также для экспериментальной части этого комплекса дополнительно используется USB устройство, обрабатывающее сигналы с датчиков экспериментальной установки. Результаты обработки экспериментальных данных заносятся в соответствующие файловые системы; результаты математического моделирования выносятся на экран персонального компьютера.

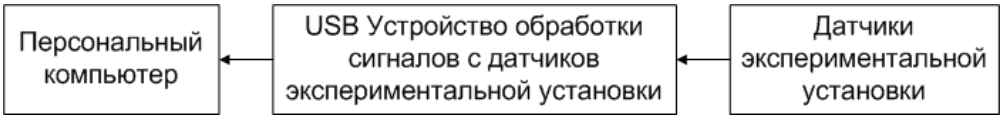


Рисунок 4 – Аппаратная часть

Программная часть комплекса показана на рис. 2. Синтез потенциально-потоковых уравнений (как для лабораторной, так и для не лабораторной системы) осуществляется в соответствующей библиотеке синтеза. Функции обработки экспериментальных данных, а также функции численного интегрирования потенциально-потоковых уравнений заложены в математическую библиотеку.

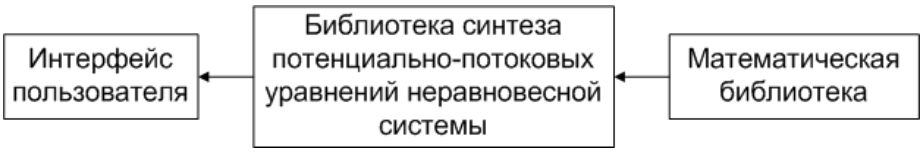


Рисунок 5 – Программная часть

Список литературы

1. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математическое моделирование механики и электродинамики сплошной среды. – М., Изд-во МГТУ им. Баумана, 2008.

2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М., Изд-во М1ТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

3. Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.Ф. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1986.

4. Халютин С.П., Старостин И.Е. Потенциально-потоковый квазиградиентный метод моделирования неравновесных процессов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – № 2(22). – С. 25 – 35.

5. Быков В.И., Старостин И.Е., Халютин С.П. Потенциально-потоковый метод и современная неравновесная термодинамика // Сложные системы. – 2014. – № 1(10). – С. 4 – 30.

6. Быков В.И., Старостин И.Е., Халютин С.П. Кинетические свойства неравновесных систем. Четвертое начало термодинамики // Сложные системы. – 2013. – № 4(9). – С. 68 – 86.

7. Быков В.И., Старостин И.Е., Халютин С.П. Построение матрицы восприимчивостей потенциально-потоковых уравнений для простых подсистем сложной системы // Сложные системы. – 2013. – № 3(8). – С. 66 – 86.

8. Старостин И.Е. Учет случайных факторов при моделировании неравновесных процессов потенциально-потоковым методом // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Т. 2. – М., 2013. – С. 378 – 384.

9. Старостин И.Е., Халютина О.С. Анализ корректности численного решения потенциально-потоковых уравнений в сосредоточенных параметрах // Труды международного симпозиума «Надежность и качество»: в 2 т. Т. 1. – Пенза: 2014. – С. 126 – 130.

ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НИР ОБУЧАЮЩИХСЯ ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

Талтенов А. А., Кульмамиров С. А., Жилкибаева А. Б.
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева
taltenov_aa@enu.kz, vtkulma@mail.ru, aekamedka@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы восстановления НИР обучающихся в дисциплинах образовательных программ физико-технического и инфокоммуникационного направления казахстанского высшего образования посредством создания учебно-лабораторных центров и виртуальных исследовательских лабораторий.

Научно-исследовательская работа обучающегося, исследовательская, цифровые виртуальные приборы, дистанционное образование.

PROBLEMS OF RESTORATION OF NIR TRAINED THROUGH VIRTUAL RESEARCH LABORATORIES

Taltenov A., Kulmamirov S., Zilkibaeva A.
The Euroasian national university of L. N. Gumilev
taltenov_aa@enu.kz, vtkulma@mail.ru, aekamedka@mail.ru

In article problems of restoration of NIR of the educational programs of the physics and technology and infocommunication direction of the Kazakhstan higher education which are trained in disciplines by means of creation of the educational and laboratory centers and virtual research laboratories are considered.

Keywords: Research work trained, research, digital virtual devices, remote education.

В настоящее время образовательный процесс казахстанской высшей школы становится более гибким и динамичным, так как всеобще производится аккредитация образовательных программ национальных университетов со стремлением адаптировать учебный процесс к потребностям отдельного обучающегося. Такое изменение образовательного процесса вызвано со сменой социально-экономических условий страны: образование перестало быть одним из бесплатных благ, средний слой в Республике Казахстан практически стирает свои грани в обществе, промышленные предприятия не заинтересованы в инвестировании долгосрочной подготовки специалистов. Это означает, что обучающиеся зачастую вынуждены оплачивать обучение самостоятельно, что неизбежно приводит к совмещению работы и обучения в вузе. Работающие молодые люди ежегодно стоят перед выбором, куда пойти: на занятия или на работу - и по структуре общественного строя страны второй вариант побеждает.

В Евразийском национальном университете им. Л. Н. Гумилева (г. Астана), реагируя на реальные экономические и эволюционные процессы, в сентябре 2014 года с целью реализации своей стратегии в инновации образования создан учебно-лабораторный центр физико-технического профиля (УЛЦ).

В цели УЛЦ сформулировано, что важную часть высшего образования будет составлять научно-исследовательская подготовка, осуществляемая внеаудиторно (дистанционное образование). Становится очевидной потребность в разработке таких форм и средств обучения, которые позволили бы учесть требования современности при разрешении обозначенных выше проблем. В УЛЦ для повышения эффективности исследовательской подготовки обучающихся в основном используются лучшее учебное оборудование (National Instruments - США, PHYWE - Германия) и виртуальные учебные лаборатории (виртуальные исследовательские лаборатории).

Как известно, в период 2000 – 2015 года в Казахстане предпринималась попытка объединения европейских научных школ на основе тесной взаимосвязи европейской и национальной научной политики, обмена знаниями и информацией, а также свободного передвижения ученых в границах стран ЕС. При этом основное внимание уделялся проблеме создания структуры и укрепления Европейского научного пространства,

важной составляющей которого является пространство, формируемое на основе глобальной компьютерной Интернет сети.

Виртуальное пространство это не более чем кодированные сигналы, позволяющие относительно быстро накапливать, преобразовывать и пересылать сообщения. При этом простота доступа к информационным массивам зависит от умения пользователя сформировать запрос.

В свете этого в образовательной деятельности УЛЦ ЕНУ им. Л. Н. Гумилева необходимо создать рабочую среду, не требующую наличия физического пространства для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся. Взаимодействие научных специалистов и педагогов и их связь с коллегами в такой среде может осуществляться по современным каналам связи с использованием достижений информационных технологий.

Для организации такого инновационного будущего университета не нужна особая потребность в физическом пространстве, потребуется лишь небольшое помещение для размещения системы, обеспечивающей функционирование в киберпространстве (примером служит образовательная технология американской компании National Instruments или германского производителя учебного оборудования PHYWE).

С организационной точки зрения виртуальная лаборатория – это учебное подразделение университета, оснащенное компьютерным оборудованием и программным обеспечением, имитирующим процессы, протекающие в изучаемых реальных объектах (с этой целью и создано УЛЦ в ЕНУ им. Л. Н. Гумилева).

В виртуальных лабораториях характерно использование программ моделирования примеров в изучаемых или проектируемых объектах, а также математических пакетов, программ оптимизации, баз данных и др. Такие лаборатории обеспечивают возможность совместной работы обучающихся и преподавателей (в том числе находящихся в разных территориях) с использованием компьютерных технологий.

Учебные лаборатории УЛЦ – это новая виртуальная среда обучения, которая позволяет моделировать поведение объектов реального мира в компьютерной образовательной среде и помогает обучаемым овладевать новым знаниями и умениями в научно-естественных дисциплинах. Несмотря на то, что они ориентированы, прежде всего, на применение в качестве средств обучения математике, физике, химии, многим инженерным дисциплинам, в исследованиях рассматриваются возможности и преимущества использования виртуальных лабораторий в исследовательской деятельности.

Например, в УЛЦ виртуальные опыты ставятся в виде проведения презентации и вебинаров, применяются для ознакомления обучаемых с техникой выполнения экспериментов, проведения виртуальных экспериментов, что помогает освоить навыки записи наблюдений, составления отчетов и интерпретации данных в лабораторном журнале, получать удовлетворение от собственных открытий (процесс реализации университетских лабораторных занятий).

В университете учебные лаборатории создаются в двух направлениях (в зависимости от способа представления знаний о предметной области). Виртуальные лаборатории, в которых представление знаний о предметной области основано на отдельных фактах, ограничены набором заранее запрограммированных экспериментов (в силу простоты, такой подход среди обучающихся более популярен). Другой подход позволяет обучаемым проводить любые эксперименты, не ограничиваясь заранее подготовленным набором результатов. Это достигается с помощью использования математических моделей, позволяющих определить результат любого эксперимента и

соответствующее визуальное представление (такая постановка задачи ближе к преподавательскому составу). К сожалению, подобные модели в УЛЦ пока возможны для ограниченного набора опытов, где имеются бренд оборудования ведущих стран (например, учебные стенды NI).

В положении УЛЦ указывается, что исследовательская лаборатория – это виртуальное сообщество исследователей (преподавателей), занимающихся отдельной научной проблемой, функционирующее в рамках информационно-исследовательского пространства, т.е. одна из телекоммуникационных форм исследовательской деятельности университета. Такие лабораторий создаются с целью поддержки конкретных научных направлений университета. В итоге исследовательские лабораторий, поддерживая обмен научными идеями, обеспечивают возможность совместной работы экспериментаторов территориально удалённых друг от друга.

Описанный подход для применения в высшем образовании может решить и проблему научно-исследовательской подготовки обучающихся специальностей инженерного, физико-технического и химического профилей. Здесь нужно выделить принцип интеграции учебной и научно-исследовательской работы, одним из способов реализации которого является вовлечение обучающихся в различные формы НИР и научных проектов университета.

Одной из таких форм выступает участие и выполнение научно-исследовательских работ в лабораториях университета. Созданный УЛЦ физико-технического профиля – это учебное подразделение ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, оснащенный компьютерным оборудованием и программным обеспечением, имитирующим процессы, протекающие в изучаемых реальных объектах. В виртуальных лабораториях характерно использование программ моделирования примеров в изучаемых или проектируемых объектах, а также математических пакетов, программ оптимизации, баз данных и др.

К функциям технической и программной поддержки УЛЦ относятся: создание и обеспечение удаленного доступа к оборудованию, информационное обслуживание удаленных абонентов; унификация учебной информации и разработка баз знаний; разработка процедур интегрирования массивов (тексты, таблицы, статистика и т.п.); создание информационно-поисковых подсистем и системы защиты информации; организационно-методическое обеспечение ресурсов на электронных носителях.

Ожидается, что будут проводиться исследования для формирования следующих подсистем новой УЛЦ:

1. Расчетный центр: работа с наборами моделей и объектов различного типа.
2. Хранилище значимых исследований, функционирование поискового процесса.
3. Конференц-зал, обеспечивающий работу зала виртуальных конференций, организация удаленного консалтинга (аналог общепринятого понятия «форум», но с использованием «научной клавиатуры»).
4. Дискуссии (аналог общепринятого понятия «чат»).

Таким образом, учебные лаборатории УЛЦ будут обладать полным набором свойств, характерных для традиционной организации научных исследований. Следовательно, использование виртуальных лабораторий в процессе подготовки инженерного кадра и проведения исследовательской работы в ЕНУ им. Л. Н. Гумилева представляется вполне оправданным и реализуемым на базе инновационного начинания и современных информационно-коммуникационных технологий.

Список литературы

1. Гостев В.М. Internet-технологии в образовательном процессе Казанского университета / В.М. Гостев, В.Ю. Михайлов. – Режим доступа: http://www.uran.donetsk.ua /~masters/2004/fvti/timashov/library/report005.htm.

2. Михайлов В. Ю. Виртуальная лаборатория как средство обеспечения коллективной научно-методической работы / В.Ю. Михайлов, В.М. Гостев, В.В. Кугуракова, В.А. Чугунов. – Режим доступа: http://ito.edu.ru/2002/III/1/III-1-1122.html.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Хади О.Ш. [1], Литвинов А.Н. [2]

1.Технологический Университет (Багдад, Ирак); 2. Пензенский Государственный Университет, Пенза

aodayshaker@mail.ru [1], litvinov@pnzgu.ru [2]

Для микросборок прямоугольного типа,представляющих собой гетерогенную структуру,выполнено математическое моделирование НДС его элементов при опрессовке внешним избыточным давлением . При построении математической модели использован метод конечных элементов, реализованный в пакете ANSYS. Выполнено моделирование НДС микросборок и даны практические рекомендации по определению допускаемого давления опрессовки с учетом конструкторско-технологических особенностей микросборки.

Ключевые слова: микросборка, многослойные платы, давление опрессовки, напряженно-деформированное состояние, моделирование.

MONITORING OF LAYER STRUCTURES IN THE DEVICES OF INSTRUMENT ENGINEERING FOR INCREASING SAFETY IN THE PROCESS OF THEIR OPERATIONAL LIFETIME

Hadi A.Sh. [1], Litvinov A.N [2]

1.University of Technology (Baghdad, Iraq); 2.Penza State University, Penza

For micro-assemblies of the rectangular type representing the heterogeneous structure, the mathematical simulation of strain-stress state for their components was performed at external excess pressure testing. While constructing the mathematical model, the finite element method was used implemented in ANSYS package. Modeling of micro-assemblies strain-stress state was made and the critical recommendations were given regarding the determination of allowable pressure in the pressure testing taking into consideration the design and engineering particulars of the micro-assembly.

Keywords: micro-assembly, multilayer boards, pressure testing, strain-stress state, simulation.

1. Постановка задачи

Анализ конструктивных особенностей современных изделий приборостроения и их составных частей показывает,что большинство из них предоставляет собой гетерогенные структуры [1]. Для исследования процессов ,происходящих в структурах этих изделий под действием внешних факторов, необходима разработка математических моделей и комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов, позволяющих адекватно описывать

процессы и напряженно - деформированное состояние (НДС) на всех этапах их жизненного цикла .

Рассмотрим это на примере микросборок прямоугольного типа, имеющих широкое практическое применение в приборостроении. На одной или нескольких гранях внутри микросборки размещаются платы с резистивными элементами. Эти микросборки представляют собой многослойные системы, которые в процессе их изготовления и эксплуатации подвергаются различным тепловым и механическим воздействиям, в том числе технологической опрессовке внешним давлением, под действием которого происходит деформация граней корпуса и плат. Это в ряде случаев приводит к возникновению пластических деформаций граней корпуса, а также растрескиванию плат, что приводит к отказам изделий в эксплуатации[2].

На рис.1 показана типовая конструкция полой микросборки прямоугольного типа с платами,которые связаны с основанием клеевыми пли паяными швами . Замкнутый прямоугольный корпус с размерами $a \times b \times H$ подвергается воздействию внешнего избыточного давления p. В общем случае считается, что грани корпуса микросборки изготовлены из различных материалов, механические свойства которых характеризуются модулями упругости E_j и имеют толщины h_j, где j = 1,2 ,..., 6 – номер грани. Для определённости будем считать, что j = 6 соответствует крышке корпуса, j = 1 – основанию с платой, j = 2...5 – боковым стенкам корпуса. Платы имеют толщины $h_{пк}$ и размеры в плане $a_{пк}$ и $b_{пк}$ в направлении x и z соответственно. Здесь k=1,2,3..,n- номер платы , n - количество плат, расположенных на основании . В общем случае платы могут располагаться одновременно на нескольких гранях. Толщины швов $h_ш$ считаем одинаковыми. Начало координат расположено в центре основания.Материал плат характеризуется модулем упругости E_n, коэффициентом Пуассона v_n ,а материал швов - модулем сдвига $G_ш$ и коэффициентом Пуассона $v_ш$.

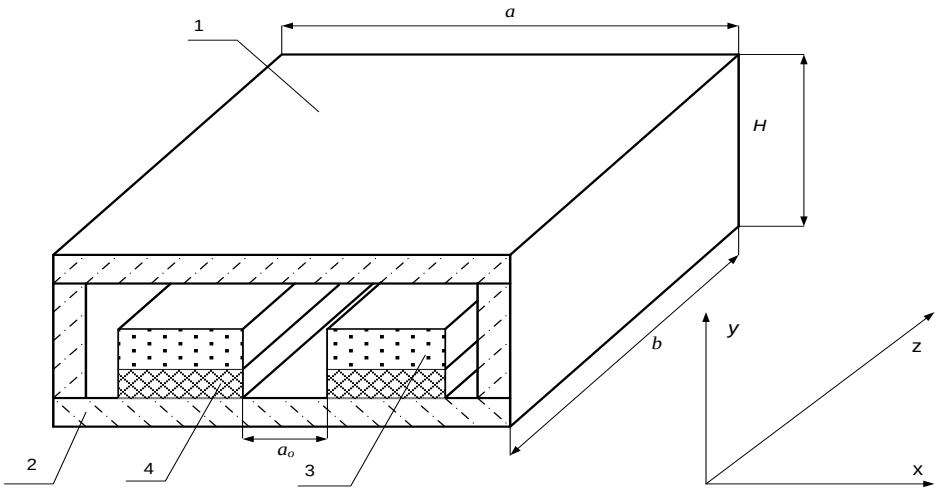


Рисунок 1 – Микросборка: 1- корпус ;2- основание ;3-платы;4-шов.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Для построения адекватной пространственной модели ,позволяющей анализировать НДС элементов гетерогенной структуры микросборки, используем метод конечных элементов,реализованных в пакете ANSYS.

3. Описание решения

Некоторые результаты численного моделирования НДС элементов микросборки при действии избыточного внешнего давления p приведены на рис.2 Корпус изготовлен

из сплава 29НК, платы –из ситалла, а шов-клей ВК9. Геометрические размеры корпуса : $a = b = 20$мм; h_j=0,8 мм; h_n =0,6мм; H=5 мм; $h_ш$=0,1мм.

В качестве основных выходных параметров ,характеризующих НДС исследуемой конструкции, приняты прогибы *w*,эквивалентные напряжения $\sigma_{экв}$, рассчитанные по критерию Мизеса, и интенсивность относительных деформациий ε_i элементов микросборки. Программный комплекс позволяет также выводить на печать перемещения, напряжения и относительные деформации но осям *x,y.z* (рис.1)для любого элемента микросборки. Результаты моделирования НДС элементов конструкции представлены в относительных параметрах: $\bar{\sigma}_{экв} = \sigma_{экв}/p$ -безразмерные эквивалентные напряжения; $\bar{w} = w/p$ -прогиб, отнесенный к величине действующего давления (мм/МПа). В табл.1 представлены некоторые варианты конструктивного исполнения основания с платами. Платы расположены на основании симметрично относительно осей x и z, где a_o расстояние между платами по оси x.

Таблица 1.

Вариант конструкций	Количество плат	Размеры платы aп×bп(мм)	a_o (мм)
I	1	16×10	0
II	2	8×10	2

На рис.2 представлены некоторые результаты численного моделирования НДС элементов микросборок при действии внешнего избыточного давления *p*. Значения напряжений $\bar{\sigma}_{экв}$, указанные на маркере в т.А, соответствуют точке, расположенной в центре на наружней поверхности основания микросборки. Остальные значения напряжений,показанных на маркерах,соответстуют точкам, расположенным в центре свободной (верхней) поверхности плат.

Предельно допустимое значение давления опрессовки p_* рассчитывается как наименьшее значение из p_k и p_n:

$$p_* = \min(p_k ; p_n), \qquad (1)$$

где p_k и p_n допускаемые давления ,рассчитанные из анализа НДС крышки и платы соответсвенно :

$$p_k = \frac{\sigma_y^k}{\max \bar{\sigma}_{экв}^k} \quad ; \quad p_n = \frac{\sigma_y^n}{max \ \bar{\sigma}_{экв}^n} . \qquad (2)$$

Здесь σ_y^k и σ_y^n пределы упругости для материалов крышки и платы ; $max \ \bar{\sigma}_{экв}^k$; $max \ \bar{\sigma}_{экв}^n$ максимальные безразмерные напряжения для крышки и платы, полученные в результате анализа их НДС с использованием данного моделирующего комплекса.

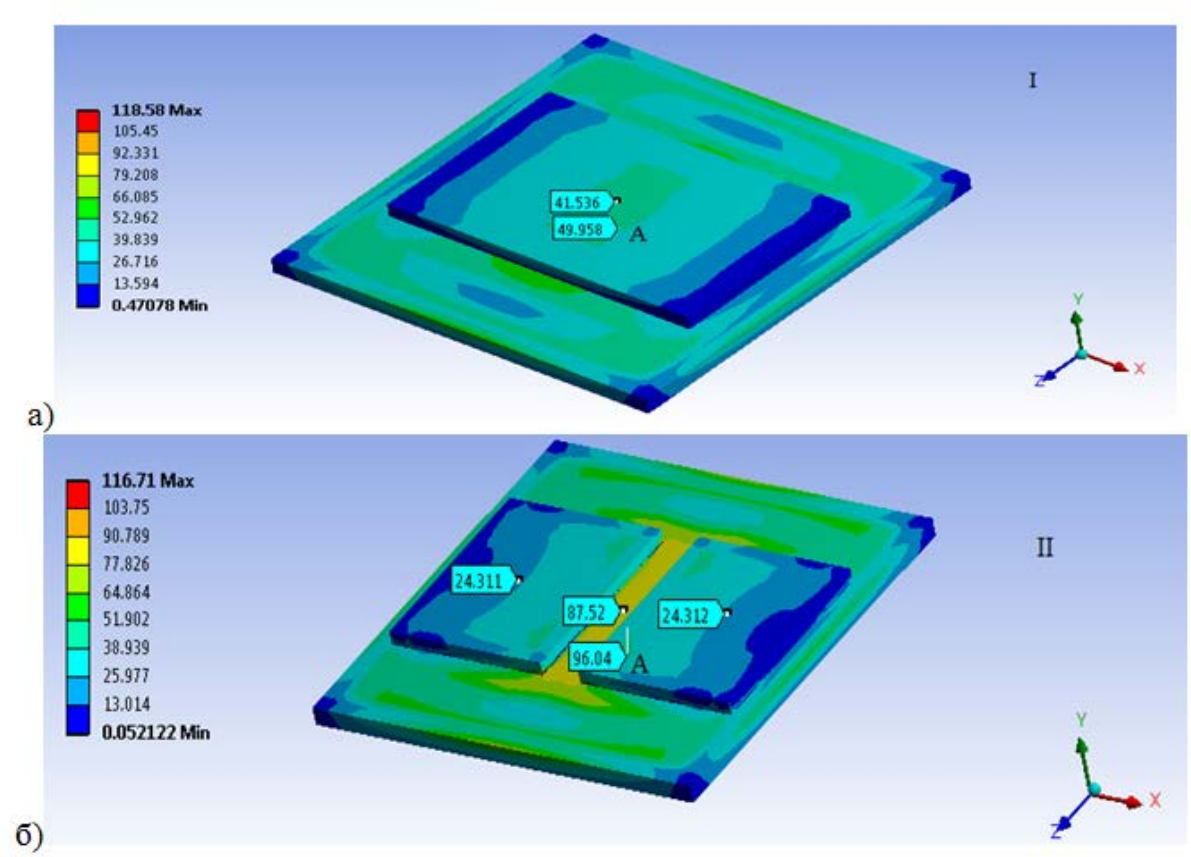


Рисунок 3 – Распределение $\bar{\sigma}_{экв}$ в основании и платах:
а) конструкция I ; б)конструкция II

4. Внедрение и его перспективы

Предложенный подход позволяет создать адекватную модель ,описывающую НДС всех элементов микросборки с учетом её конструктивных особенностей .Это позволяет оптимизировать конструкцию в соответствии с заданными эксплуатационными воздействиями, а также научно обоснованно назначать режим технологический операции опрессовки.

Применение программно-ориентированного вычислительного комплекса позволяет на ранних этапах конструирования обеспечивать требуемую надежность и безопасность проектируемых конструкций.

Список литературы

1. Литвинов, А.Н. Моделирование процессов в слоистых структурах для повышения безопасности сложных технических систем /А.Н.Литвинов ,Н.К.Юрков . фундаментальные проблемы системной безопасности и устойчивости. Материалы IV междунар.научн.конф. Тверь.2013.С.32-35.

2. Хади,О. Ш. Моделирование напряженно-деформированного состояния корпусов микросборок в процессе их изготовления и эксплуатации/ О. Ш.Хади , А.Н. Литвинов// Динамика и прочность(глава 1). Избранные труды всеросс.научн. конф. по проблемам науки и технологий. –М.:РАН,2013.-С.3- 26.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОКАМЕРОЙ НА БАЗЕ MYRIO.

Лышов С.М., Иванов И.А., Иванов О.А.,Увайсов С.У.
Москва, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

В рамках данного проекта разрабатывается система управления климатической установкой, которая будет использована при исследовании показателей долговечности электрорадиоэлементов.

Работа (№15-05-0029) выполнена при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF HEAT CHAMBER BASED ON THE MYRIO

Lyshov S.M., Ivanov I.A., Ivanov O.A., Uvaysov S.Y.
Moscow, National Research University Higher School of Economics

The project developed the climate control system, which will be used to study the durability of electronic components parameters.

This project (research grant No 15-05-0029) was supported by The National Research University–Higher School of Economics' Academic Fund Program in 2015.

Целью работы является создание автоматизированной системы на базе прибора NI MyRIO для проведения испытания электрорадиоэлементов при воздействии повышенной температуры с максимальным нагревом до 120 градусов Цельсия. Данные испытаний направлены на оценку и уточнение показателей долговечности.

Концепция автоматизированной системы состоит в использовании обыкновенных ламп накаливания для увеличения температуры (нагрева) внутреннего пространства герметичного бокса (камера тепла). Измерение температуры осуществляется с помощью цифрового термометра. Цикл поддержания температуры в заданном допуске осуществляется с помощью постоянного опроса NI MyRIO термометра, включения/отключения нагревателя элемента и контроля времени исследования (испытания).

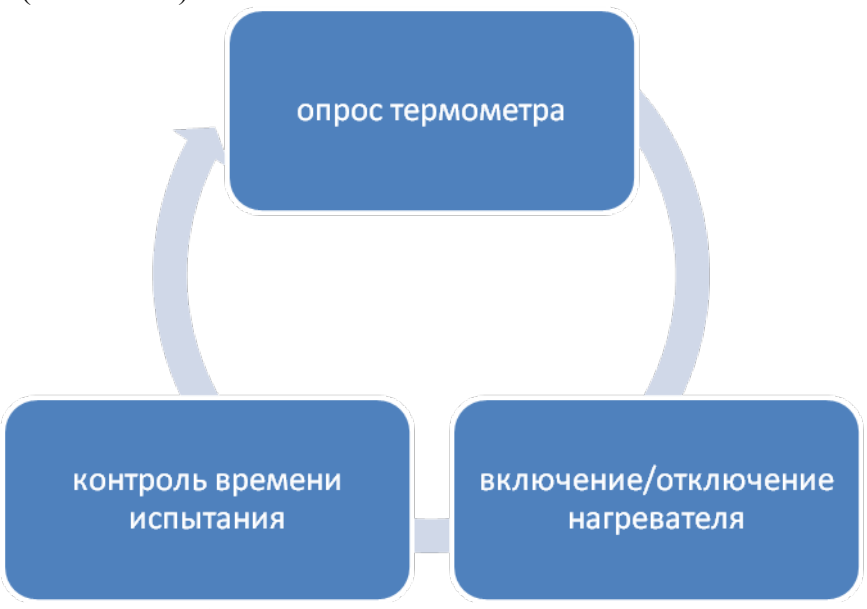


Рисунок. 1 Концепция автоматизированной системы

Основными параметрами установки и контроля является температура в боксе в заданном интервале, минимум 2 градуса, с погрешность в 1 градус и продолжительность поддержания от нескольких минут для выхода на температурный режим до нескольких суток. После задания параметров система выполняет в автономном режиме, при необходимости параметры могут быть изменены в реальном времени.

Для построения камеры тепла разработана электрическая схема (рис.2, 3), учитывающая параметры нагревательного элемента и цифрового термометра. При выборе термометра ключевым параметром являлась точность измеренной температуры. При использовании обыкновенного терморезистора точность измерения зависит от многих параметров, начиная от точности измерения сопротивления, в схеме делителя напряжения заканчивая помехами, вносимыми при передаче аналогового сигнала от датчика до входа MyRIO. Принято решение использовать цифровой термометр, который на выходе передает цифровой сигнал не подверженный воздействию помех. Данный датчик откалиброван и имеет погрешность в 0.5 градусов.

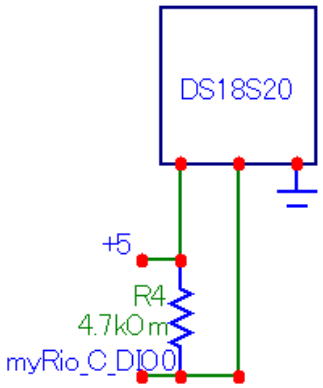


Рисунок 2 - Принципиальная электрическая схема подключения цифрового термометра

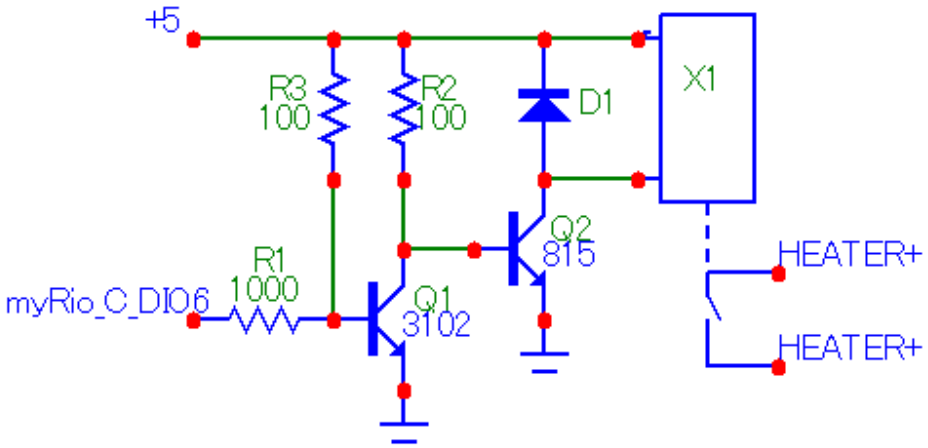


Рисунок 3 - Принципиальная электрическая схема подключения нагревательного элемента

Электрическая схема включает в себя минимальное количество элементов для стабильной и надежной работы системы, а именно

- два транзистора КТ3102 и Кт815.
- четыре резистора сопротивлением 100, 1000 и4700 Ом.
- один диод
- одно реле на 600Вт

- один цифровой термометр DS18S20

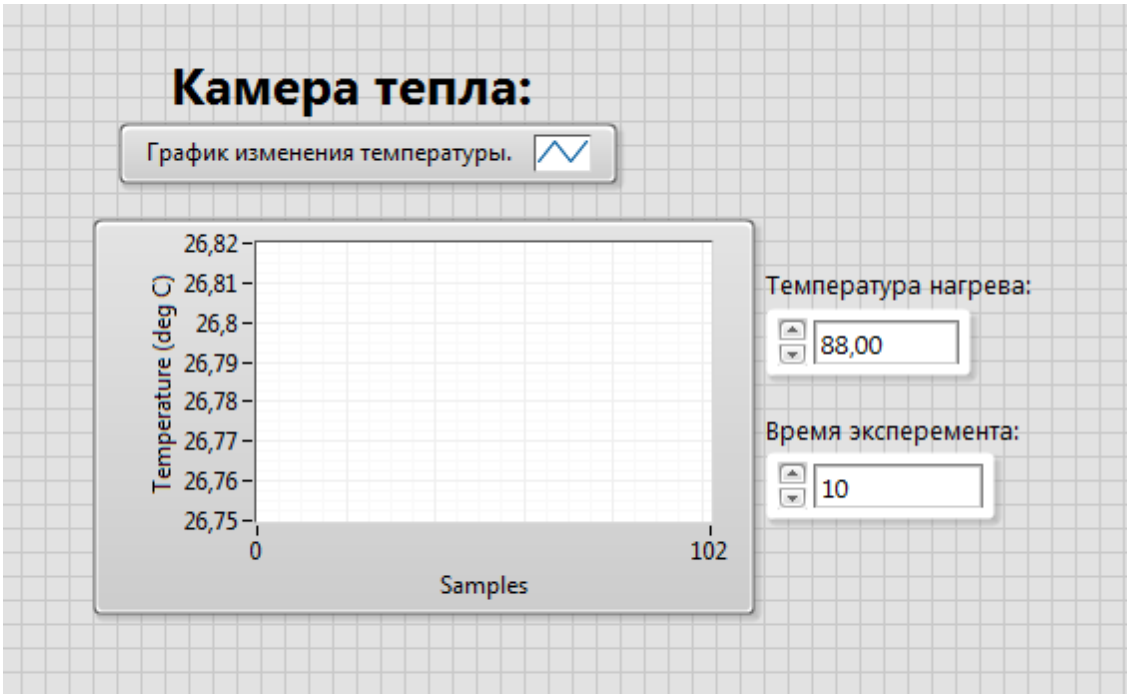


Рисунок 4 - Панель управления автоматизированной системы

Автоматизация процесса конструктивных соображений описывается на языке LabVIEW. Код для MyRIO состоит из двух частей: кода (RT_Main.VI) и код FPGA (Main_FPGA.VI). Код хоста содержит все различные состояния системы, а также логику переходов состояний. В результате, пользователь может легко добавлять и изменять состояния системы без необходимости перекомпиляции FGPA кода.

Для измерения температуры использовали водонепроницаемый 1-проводной цифровой датчик температуры DS18S20. Чтобы получить показание температуры от датчика были использованы следующие команды:

1. Сброс

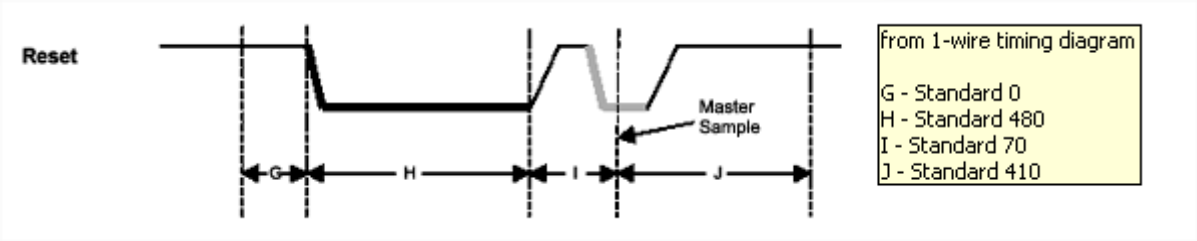


Рисунок 5 - Временная диаграмма опроса датчика

2. Перейти команду ROM [CCh]
3. Преобразование команду T [44h]
4. Подождите 750 мс для преобразования температуры, чтобы закончить
5. Сброс команды
6. Перейти команду ROM [CCh]
7. Читайте команду блокнота [BEh] (чтение температуры).

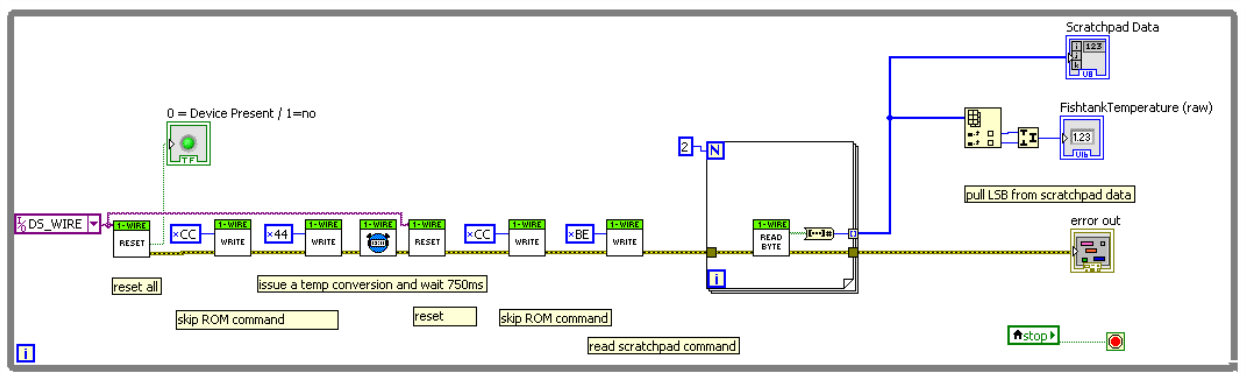


Рисунок 6 - Блок-диаграмма для снятия показаний с датчика реализованная на LabVIEW

FPGA код управления нагревателем был реализован как простой контроль включения/выключения.

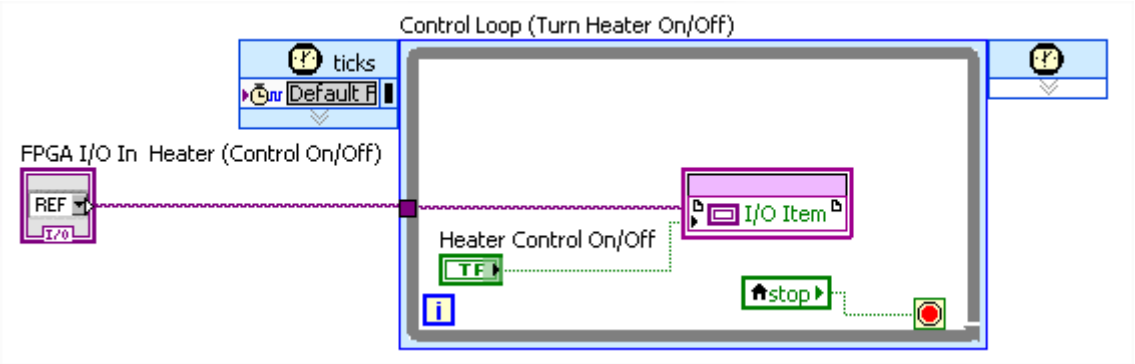


Рисунок 7 - Блок-диаграмма для включения/откдючения нагревателя реализованная на LabVIEW

Контроль температуры в заданном диапазоне был осуществлен следующим образом.

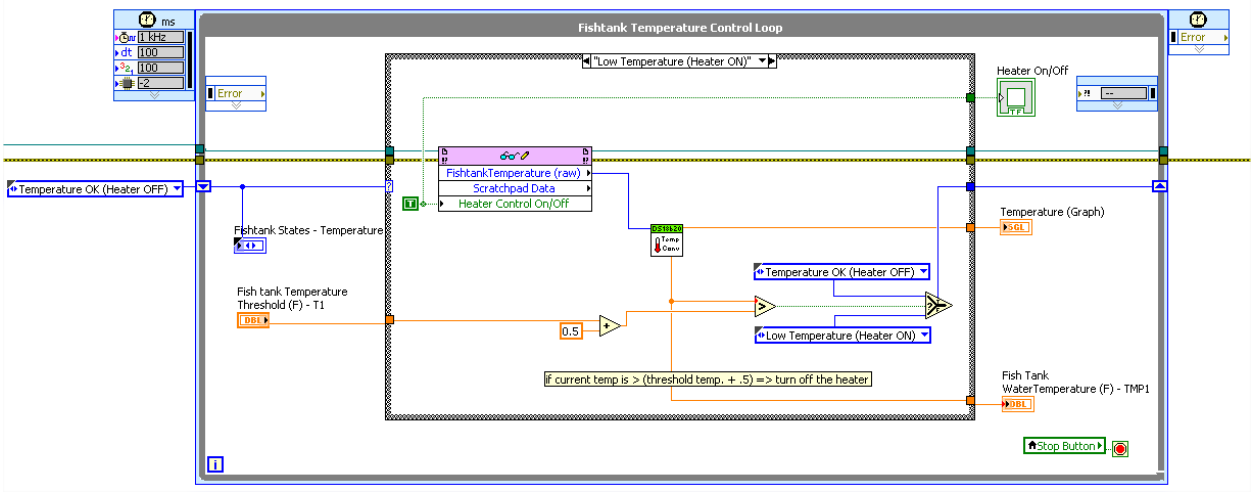


Рисунок 8 - Блок-диаграмма поддержания заданной температуры реализованная на LabVIEW

На рисунке продемонстрирована часть, на котором данные считывается из плис и преобразуется в температуру. Продемонстрировано состояние, когда температура

соответствует нижнему значению, где обогрев бокса включен, и отключение произойдет, когда значение превысит установленное на 0.5 градуса. После того, как температура в боксе соответствует данному критерию, система переходит в состояние «температура ок. », где нагреватель отключен.

В ходе работы создано устройство для проведения тепловых экспериментов на базе реконфигурируемого инструмента NI MyRIO. Камера тепла позволяет поддерживать заданную температуру с минимальным отклонением в 2 градуса, что соответствует заданным параметрам для реализуемой климатической системы.

Список литературы

1. Учебный курс LabWiew. Основы I. Учебно-технический центр «Системы автоматизации научных исследований» Международный учебно-научный лазерный центр Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова. Март 2007.
2. - http://forums.ni.com/ The NI Forums are a great place for help

АППАРТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МОНОХРОМНЫХ ПЗС-МАТРИЦ С МЕЖСТРОЧНЫМ ПЕРЕНОСОМ

Черняк М. Е., Меховский Е. А., Уланова А. В., Никифоров А. Ю.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва
mecher@spels.ru, avulan@spels.ru, aynik@spels.ru

Рассматривается аппаратно-программный комплекс для измерения параметров ПЗС-матриц. Приведены методы использования различных блоков FPGA-модуля PXI-7953R для организации управления и опроса ПЗС-матриц.

Ключевые слова: ПЗС-матрица, драйвер ПЗС, обработка изображения, темновые параметры.

HARDWARE/SOFTWARE SOLUTION FOR MONOCHROME CCD ARRAY WITH INTERLINE TRANSFER

Cherniak M. E., Mekhovskiy E. A., Ulanova A. V., Nikiforov A. Y.
National Research Nuclear University “MEPhI” (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow

Hardware/software set-up is developed for CCD array parameters. Usage of various FPGA PXI-7953R blocks for CCD sensor control and acquisition are described.

Keywords: CCD array, CCD driver, image processing, dark parameters

Введение

Принцип работы приборов с зарядовой связью (ПЗС) основан на возникновении, хранении и направленной передаче зарядовых пакетов в потенциальных ямах, образующихся в приповерхностном слое полупроводника при приложении к электродам внешних электрических напряжений [1]. Фоточувствительные матрицы на ПЗС имеют меньший уровень шумов по сравнению с КМОП-матрицами [2], за счет чего достигается больший динамический диапазон. Для получения изображения от исследуемого образца и последующей оценки темновых и светочувствительных параметров ПЗС-матриц необходим аппаратно-программный комплекс.

Объект исследований

Объектом исследований являлась монохромная ПЗС-матрица с межстрочным переносом. Данная архитектура позволяет пространственно разделить процессы

накопления и переноса заряда. Закрытые от света регистры переноса позволяют избавиться от механического затвора, а также исключают эффект смазывания изображения. Однако фоточувствительные элементы данного типа имеют меньшую (по сравнению с матрицами с кадровым переносом) разрешающую способность из-за уменьшения в два раза светочувствительной области.

Аппаратно-программный комплекс: управление драйверами

Вопрос реализации измерительных компексов на базе оборудования NI поднимался в работах [3-5]. Основным элементом комплекса являлась FPGA-плата PXI-7953R с адаптером NI-6581. На базе данных устройств был сконфигурирован FPGA-модуль, позволяющий осуществлять управление драйверами вертикальной и горизонтальной разверток, конфигурировать и опрашивать АЦП, а также проводить запись данных во встроенную динамическую память модуля PXI-7953R (см. рисунок 1).

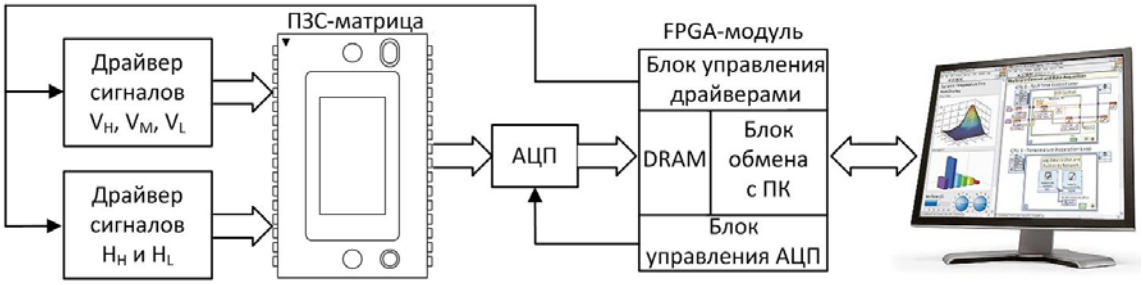


Рисунок 1 – Схема аппаратно-программного комплекса

Перемещение зарядового пакета в регистры переноса и последовательные регистры сдвига осуществляется трехуровневыми сигналами вертикальной развертки с уровнями V_H = 8 В, V_M = -1,5 В, V_L = -9 В. Сигнальные электроны построчно вычитываются через последовательный регистр сдвига с помощью сигналов горизонтальной развертки H_H = 1 В и H_L = -4 В.

Основные параметры разработанного макета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры разработанного макета

Параметр	Значение
Диапазон напряжений горизонтальной развертки	от -5В до 2В
Диапазон напряжений вертикальной развертки	от -9,5В до 8,5В
Диапазон напряжений питания микросхем	от -20В до 20В
Размер записываемого изображения	до 3 Мп
Рабочая частота	10 МГц
Количество каналов для оцифровки	3 шт.

Согласно технической документации ПЗС-матрицы наилучшая эффективность переноса заряда достигается с помощью синфазности управляющих сигналов. В виду различных длин линий проводников на печатной плате оснастки, а также различий в микросхемах драйверов возможен сдвиг по времени в сигналах H_H/H_L и $V_H/V_M/V_L$. Для решения данной проблемы при написании кода FPGA-модуля были описаны независимые от других линий управляемые генераторы (участок кода для генератора H_L приведен на рисунке 2). За счет изменения значений контролов 1ph, 2 ph, 3 ph можно регулировать длительность различных фаз сигнала: 1ph –ожидание, 2 ph – половина периода генерации, 3 ph – окончание генерации).

При использовании частоты 120 МГц возможна «подстройка» различных управляющих сигналов с точностью до 8 нс.

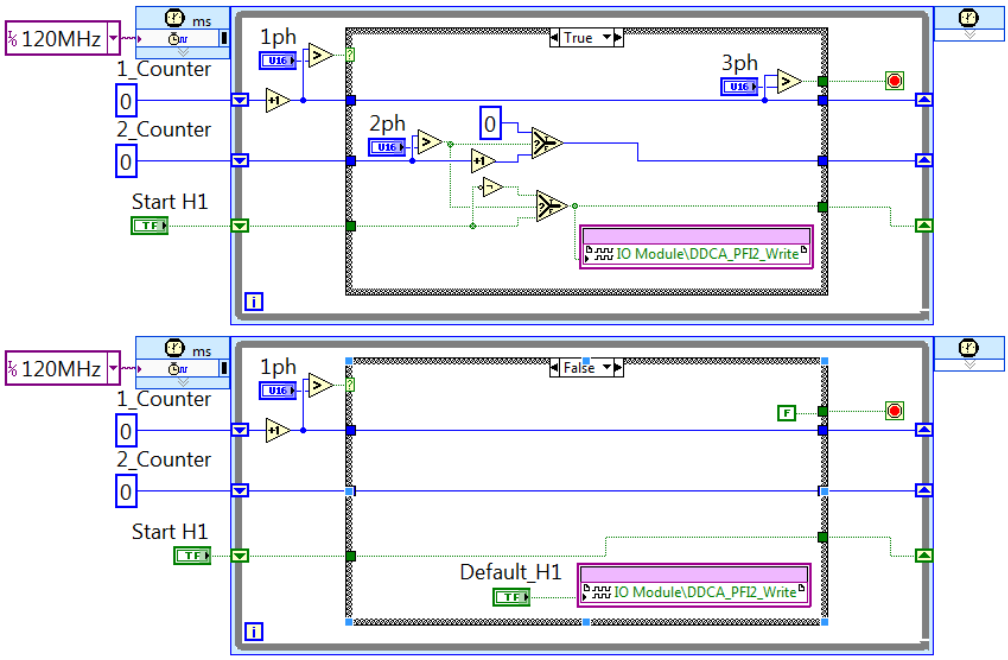


Рисунок 2 – Участок кода, описывающий управляемый генератор сигнала H_L

Сохранение изображения

Для оцифровки и передачи выходного сигнала использовались 16-ти разрядный АЦП AD9826 и динамическая память в составе FPGA-модуля. Кадр разрешением 1984x1092 пикселей построчно записывался в DRAM и занимал около 4 Мбайт, после чего вычитывался с помощью FIFO пакетами размером 10 Кбайт. Управляющая host-программа восстанавливала адресацию полученной информации и функциями программного модуля NI Vision сохраняла итоговое изображение (см. рисунок 3).

Рисунок 3 – Изображение от ПЗС-матрицы

Программная обработка изображения

С помощью модуля NI Vision был проведен анализ полученного изображения. Одними из критериальных параметров годности ПЗС являются средний темновой сигнал и его среднеквадратичное отклонение (СКО). Для определения величины данных параметров использовались участки матрицы, защищенные от светового воздействия (темные полосы слева и справа на рисунке 3). Для выбора анализируемой области использовался инструмент Region of Interest (ROI). С его помощью выделялась

темновая область, для которой рассчитывались средний темновой сигнал и его СКО. Аналогичные оценки темновых сигналов проводились в работе [6]. Измеренные параметры сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Измеренные параметры ПЗС-матрицы

Параметр	Значение параметра, ед. АЦП
Средний темновой сигнал	960
СКО темного сигнала	86,4

Заключение

Разработан и опробован автоматизированный аппаратно-программный комплекс на базе оборудования National Instruments для измерения параметров ПЗС-матриц. Разработанный макет не является универсальным, однако в ходе проектирования были отработаны схемотехнические решения, позволяющие исследовать широкий спектр фоточувствительных приборов.

Разработанное ПО позволяет проводить расчет среднего темнового сигнала и его СКО. Планируется дальнейшее развитие ПО для измерения СКО светового сигнала, динамического диапазона и светочувствительных характеристик пикселей.

Список литературы

1) Пресс Ф.П. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью // М.: Радио и связь, 1991. 264 с.

2) Litwiller D. CMOS vs. CCD: Maturing Technologies, Maturing Markets // PHOTONICS SPECTRA, August 2005.

3) Бобровский Д.В., Давыдов Г.Г., Петров А.Г., Яненко А.В., Ахметов А.О., Боруздина А.Б. Калашников О.А., Кессаринский Л.Н., Некрасов П.В., Никифоров А.Ю., Уланова А.В. Реализация базовых методов радиационных испытаний ЭКБ на основе аппаратно-программного комплекса аппаратуры National Instruments. // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2012. № 97. С. 91-104.

4) Тараракси́н А.С., Савченков Д.В., Печенкин А.А. Автоматизация испытаний интегральных микросхем на стойкость к воздействию отдельных ядерных частиц с использованием аппаратно-программного комплекса National Instruments и технологий .NET. // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2012. № 97.

5) Nekrasov P.V., Demidov A.A., and Kalashnikov O.A. Functional checks of microprocessors during radiation tests // Instruments and Experimental Techniques, vol. 52, no. 2, pp. 196-199. 2009.

6) Cherniak M.E., Ulanova A.V., Nikiforov A.Y. Infrared Focal Plane Array FPA320x256 Radiation Hardness Investigation // 29th International Conference on Microelectronics, Belgrade, Serbia 2014, pp. 171-172.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТРАНЗИСТОРНЫХ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР

Швецов-Шиловский И.И., Некрасов П.В.
НИЯУ МИФИ, АО «ЭНПО СПЭЛС»
iish@spels.ru, pvnek@spels.ru

В статье описан разработанный аппаратно-программный комплекс для

проведения измерений тестовых транзисторных структур на основе оборудования National Instruments. Перечислены используемые модульные приборы, их основные характеристики и функции, выполняемые в составе комплекса. Указаны особенности, связанные с проведением измерений токов малой величины, а также предпринятые меры, которые позволили обеспечить необходимую точность и скорость измерений.

Ключевые слова: PXI-4071, автоматизированная система измерений, транзисторные тестовые структуры.

HARDWARE/SOFTWARE SOLUTION FOR TRANSISTOR TEST STRUCTURES MEASUREMENTS

Shvetsov-Shilovskiy I.I., Nekrasov P.V.

National Research Nuclear University (NRNU) MEPhI, Specialized Electronic Systems (SPELS)

The paper describes developed hardware/software solution for transistor test structures measurements based on National Instruments equipment. Used modular devices are presented as well as their characteristics and functions they serve in measurement complex. Paper concerns features of the low current measurements and actions taken in order to provide necessary measurement precision and speed.

Keywords: PXI-4071, automated measurement system, transistor test structures.

Введение

В настоящее время крайне актуальным является вопрос учета радиационных эффектов на этапе схемотехнического моделирования СБИС [1-3]. Технология КНИ представляет интерес с точки зрения применений, связанных с повышенными требованиями, предъявляемыми к радиационной стойкости устройств, поэтому задача экстракции параметров моделей транзисторов, изготовленных по этой технологии, и их изменений под действием радиации, важна и актуальна. Для проведения экстракции параметров требуется наличие достоверных экспериментальных данных, что влечет за собой необходимость построения аппаратно-программного комплекса для измерения тестовых структур. Данный комплекс должен отвечать жестким требованиям к точности и скорости измерений.

Используемое оборудование

В качестве объекта исследований выступали КМОП КНИ тестовые кристаллы, содержащие 19 транзисторов с разными типами проводимости, геометрическими размерами канала, типами контакта к плавающему телу и формами затвора. По этой причине было необходимо, во-первых, обеспечивать заданный электрический режим на выводах всех транзисторов процессе облучения, и во-вторых, проводить значительный объем измерений вольт-амперных характеристик как основных транзисторов, так и донных паразитных структур, свойственных КНИ технологии.

Измерительный комплекс построен на основе шасси NI PXI-1033 [4], позволяющее устанавливать до 5 периферийных модулей. Многофункциональная плата NI PXI-7841R была использована для задания потенциалов на затворах транзисторов. Источник постоянного напряжения NI PXI-4110 применялся для задания потенциалов на стоке и истоке транзисторов. С помощью матричного переключателя NI PXI-2503 осуществлялась коммутация выхода источника напряжения и нулевого потенциала на стоки и истоки транзисторов, а источник-измеритель NI PXI-4132 использовался для подачи потенциала на подложку тестового кристалла, которая выступала в роли общего затвора для донных транзисторов.

Особенности проведения измерений с помощью мультиметра NI PXI-4071

Измерение тока производилось с помощью цифрового мультиметра NI PXI-4071, работавшего в режиме амперметра. Для получения удовлетворительной точности при измерении токов в единицы и десятки пикоампер точность измерений должна составлять 6,5 цифры. По умолчанию время измерения одной точки с указанной точностью составляет 260 мс. В этом случае для проведения полного объема измерений всех транзисторных структур на одном тестовом кристалле потребовалось бы более 30 минут, что является неприемлемым с точки зрения радиационного эксперимента. Таким образом, требуется по возможности сократить полное время измерения до 10 минут для обеспечения требуемого соотношения между временем измерения и временем облучения, сохраняя при этом необходимую точность результатов измерений.

Первым шагом в этом направлении является переход от одиночных измерений к многократным. Это реализуется сравнительно легко, путем замены вызываемой функции работы с оборудованием. Тем не менее, при работе с мультиметром в режиме амперметра крайне важно контролировать момент, в который происходит включение мультиметра в измерительную цепь и его отключение, то есть момент замыкания и размывания цепи для протекания электрического тока, а стандартные функции работы с модулем NI PXI-4071 лишены такой возможности. Мультиметр NI PXI-4071 предоставляет пользователю широкие возможности по настройке параметров измерений. В их число входят включение или отключение калибровки АЦП, автоматическое определение уровня нуля, выбор режима подавления шума и задание времени измерения [5].

Автоматическое определение уровня нуля (Auto zero) – это метод, позволяющий компенсировать внутренний сдвиг нуля мультиметра, измеряя напряжение сдвига в измерительном тракте и затем вычитая его из входного сигнала. Отключение этой функции сокращает время каждого измерения на 80 мс, однако ведет к постепенному увеличению ошибки. Сохранение требуемого уровня точности и сокращение времени измерения возможно, если определение уровня нуля происходит однократно в начале каждой серии измерений. Сохраненное значение используется для последующих измерений до следующего изменения предела.

Калибровка АЦП может значительно повысить точность, устраняя влияние неравномерности коэффициента усиления АЦП на результат измерения. Входной сигнал отсоединяется от АЦП, после чего происходит считывание эталонного напряжения. По умолчанию этот процесс включен в процедуру получения мультиметром каждого измеряемого значения. Было установлено, что опция калибровки АЦП может быть отключена без значительной потери точности при проведении своевременной калибровки мультиметра, что позволяет сократить время измерения еще на 80 мс.

Время выборки – это период времени, в течение которого происходит оцифровка входного сигнала с помощью АЦП. Обнаружено, что время выборки, которое по умолчанию составляет 100 мс для измерений с точностью 6,5 цифры, может быть уменьшено до 60 мс без существенного влияния на точность измерений.

Измерительная система работала под управлением программы, разработанной в среде NI LabVIEW 2010. Пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 1.

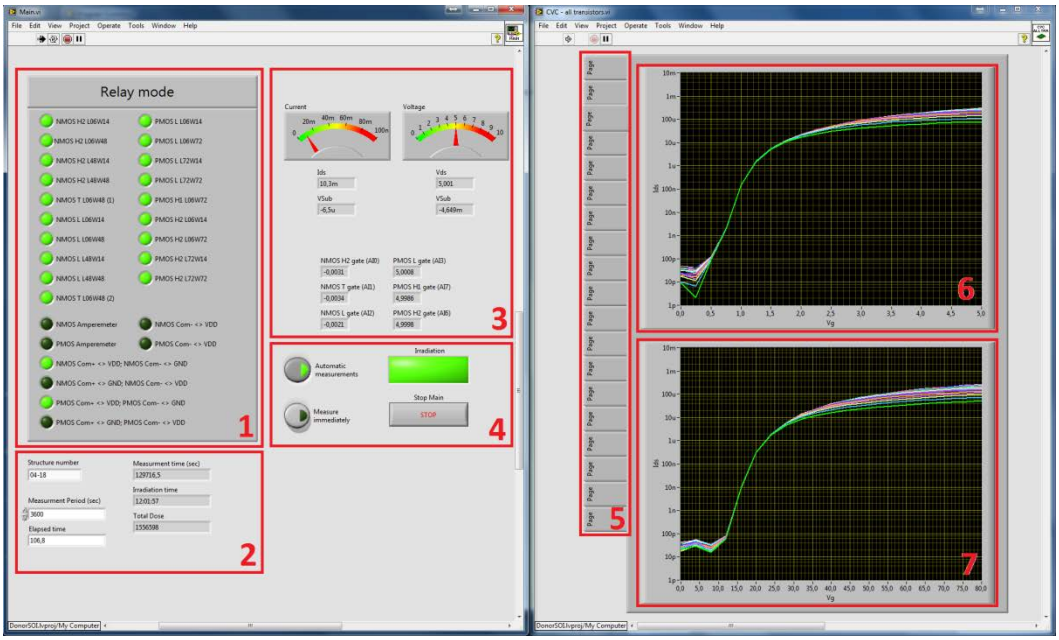


Рисунок 1 – Пример пользовательского интерфейса: 1) индикатор состояния реле 2) номер тестовой структуры 3) текущие значения тока и напряжения на выходе источника питания 4) блок управления выполнением программы и процессом облучения 5) вкладки выбора транзистора 6) ВАХ основного транзистора 7) ВАХ донного транзистора

Выводы

Таким образом, время, требуемое для проведения первого измерения с точностью 6,5 цифры после смены диапазона, по-прежнему составляло 235 мс, однако длительность последующих измерений была снижена с 260 мс до 60 мс. Для более равномерного чередования процессов облучения и измерения, процесс измерения характеристик транзисторов был разбит на два этапа, соответствующих транзисторам с разным типом проводимости, в результате чего длительность каждого из них не превышала 10 минут.

Работа частично выполнена в рамках государственного задания № 8.826.2014/К Минобрнауки России.

Список литературы

1. O. A. Kalashnikov, and A.Y. Nikiforov, “TID behavior of complex multifunctional VLSI devices,” in Proc. 29th Int. Conf. on Microelectronics, MIEL 2014, Belgrade, Serbia, May 2014, pp. 455 458.

2. A. V. Sogoyan, A. I. Chumakov, and A.Y. Nikiforov, “Method for predicting CMOS parameter degradation due to ionizing radiation with regard to operating time and conditions,” Russian Microelectronics, vol. 28, no. 4, pp. 224-235, 1999.

3. V.V. Belyakov, A.I. Chumakov, A.Y. Nikiforov, V.S. Pershenkov, P.K. Skorobogatov, A.V. Sogoyan. “IC's radiation effects modeling and estimation” Microelectronics Reliability, 1999, 40 (12), pp. 1997 2018.

4. http://www.ni.com/pxi/

5. NI Digital Multimeters Help, Natiaonal Instruments, August 2002.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абабий В.В. 23
Абрамов Д.Г. 38
Алланурoв А. М. 63
Антипов О.Д. 229
Ахметов А.О. 241
Барашкин Р.Л. 229
Белова М.П. 91, 246
Белоусов А. В. 233
Белянин И.В. 156
Беспалов Н. Н. 41, 94, 97, 100, 158, 161, 165, 168
Бессонов А.С. 103
Бобровский Д.В. 241
Богатырева Ю.И. 171
Богачев К.А. 44, 129, 174, 206
Борисов А.Я. 91
Букреева Е.П. 174
Бушмелева К.И. 15, 61
Быков В.И. 316
Варнавский А.Н. 46
Васильев А.Н. 203
Васильев Д.А. 70
Гевондян Т.А. 6
Гладышева Е.И. 107
Годин А.С. 249
Горюнова В.В. 49, 52, 55
Горюнова Т.И. 49, 52
Грачев Н.Н. 110
Давлеткиреева Л.З. 237, 312
Давыдов Г.Г. 246
Дженгиз Х. 296
Дианов В.Н. 6
Дмитриев А.А. 176
Дмитриев А.В. 66
Дрейзин В. Э. 11
Дубровин В.С. 113
Дутка М.И. 58
Евсиков А.А. 70
Жаднов В.В. 116
Жилкибаева А. Б. 120, 318
Жиляев П.С. 49, 52
Жиляков Е.Г. 142
Жуков А.А. 179
Забелин М.А. 156
Завьялова Д.А 49
Загидуллин Р.Ш. 182, 260
Занин А.С. 61
Захарченко К.В 8
Здрок А. Е. 63
Злодеев Г.Ю. 66
Зуев С.А. 229
Иванов Е. Б. 186
Иванов И.А. 129, 326
Иванов С.И. 149
Ильин М. В. 41, 94, 97, 100, 113, 158, 161, 165, 168
Калашников О.А. 241
Капитонов С.С. 41, 100, 94, 97, 158, 161, 165, 168
Капустин А.Г. 244
Каракозов А.Б. 241, 274, 280
Карнаухов Н.С. 244
Клепиков А.К. 189, 299
Князьков Д.С. 132
Кодолов А.В. 38
Кожухов М. В. 135
Козлов Н.П. 123, 126
Коковин В.А. 70
Колдов А. С. 305
Колистратов М.В. 309
Колосова А.С. 91, 246
Колюбин В.А. 8
Конов К.И. 249
Коробова К.В. 191
Королев Д.С. 252
Королев П.С. 129
Королев С.В. 252
Кошелев С.А. 256
Кошелева Е.А. 256
Кошлич Ю. А. 233
Кравцов А.А. 28
Красивская М.И. 66
Кулагин В.П 8
Кульмамиров С. А. 120, 193, 216, 318
Купреянов А.А. 260
Курбанмагомедов А.К. 277

Курбанмагомедов К.Д. 263
Куц М.С. 268
Лазарев К.Ю. 222
Литвинов А.Н. 322
Логвинов Д. И. 11
Логунов М.В. 132
Локтионов А.П. 271
Лоскутов И.О. 274
Лощилов А. Г. 63
Лутчев А.В. 70
Лысенков А. Е. 94, 97, 158, 168
Лышов С.М. 326
Львов С.А. 8
Майзель А.В. 149
Макаров Е.В. 277
Максимова И.С. 78
Малютин Н. Д. 63
Маркелов А.С. 290
Марфин В.А. 241, 280
Махов В.Е. 81, 84, 283, 287
Медведев А.В., 149
Меховский Е. А. 330
Минзов А.С. 87
Мокрозуб В.Г. 197
Морохова С.Н. 73
Недопека А.С. 15
Недосекин П.Г. 8
Некрасов П.В. 241, 274, 280, 333
Немтинов В.А. 34, 200, 203
Немтинова Ю.В. 200, 203
Никифоров А.Ю. 274, 330
Никонова Г.В. 290
Новиков Ю.Н. 138, 145, 149, 176
Овчарук В.Н. 19, 78, 213
Орлов Д.В. 81
Панасик Д.С. 206, 209
Петросянц К. О. 135
Петрухин Е.А. 103
Подубный М.В. 23
Поляк Ю.Е. 293
Попадько В.Е. 229
Попов А.А. 41, 100
Попов В.С. 296
Попов В.М. 26
Попов Ф.А. 38
Чухров А.А. 87
Привалов А.Н. 189, 299
Проскуряков А.Ю. 126
Пурисев Ю.А. 213
Пьянзин Д.В. 132
Раджабов З.Р. 277
Репин О.С. 84
Родионова Н. В. 305
Румянцев Е.О. 260
Рябов Н.И. 107
Рябошапко Б. В. 28
Савинов Ю.И. 31
Самбурский Л. М. 135
Сапунов Е. В. 302
Саутбеков С. С. 120
Сафонов Г.И. 23
Саябаев К. М. 216
Светлов А. В. 305
Северенко В.С. 229
Селуянов М.Н. 219
Серов Ю.М. 138
Сивкова А.А. 309
Скокова И.К. 312
Сорокоумов Г.С. 241
Спирин А.В. 132
Стан В. К. 233
Старостин И.Е. 316
Степанкин А.Г. 316
Судачевски В.М. 23
Сумбатян М. С. 73
Талтенов А. А. 318
Терехов С.М. 34
Титкин Д.А. 171
Третьяков О. В. 233
Увайсов С.У. 129, 326
Увайсова А.С. 206
Увайсова С.С. 209
Уланова А. В. 330
Урсол Д.В. 142
Федорченко В.Н. 70
Хади О.Ш. 322
Харитонов И. А. 135
Харфуш Х.А. 145
Ходырев В.Ю. 103
Чайкин Е.А. 145
Черняк М. Е. 330

Шарипова А.Р. 91, 246
Шарифов Д. М. 193
Швецов-Шиловский И.И. 333
Шелеметьева В.А. 237
Штрапенин Г.Л. 222
Юрин А.И. 66, 225

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1
МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ И СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Дианов В.Н., Гевондян Т.А.
ДИАГНОСТИКА СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ ЦИФРОВЫХ КОМБИНАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ 6

Захарченко К.В, Колюбин В.А., Кулагин В.П, Львов С.А., Недосекин П.Г.
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЗЛА СЕНСОРОВ МОДУЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКОВ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 8

Логвинов Д. И., Дрейзин В. Э.
РАСЧЁТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ НЕЙТРОНОВ 11

Недопека А.С., Бушмелева К.И.
ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ РАЗРУШЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ .. 15

Овчарук В.Н.
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 19

Подубный М.В., Абабий В.В., Судачевски В.М., Сафонов Г.И.
МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ NI LabVIEW 23

Попов В.М.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКА ЦИКЛОГРАММ ПРИ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ РЕДУКТОРА ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ 26

Рябошапко Б. В., Кравцов А.А.
НЕЙРОСЕТЕВАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГАУССОВОЙ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В СРЕДЕ LABVIEW 28

Савинов Ю.И.
ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ВЕРТОЛЕТА 31

Терехов С.М., Немтинов В.А.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ 34

Секция 2
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АСУТП

Абрамов Д.Г., Кодолов А.В., Попов Ф.А.
СИСТЕМА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПРОЦЕССА КАССЕТНОГО ФОРМОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СМЕСЕВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 38

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Попов А. А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА 41

Богачёв К.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NI MYRIO В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ 44

Варнавский А.Н.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ NI ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКА ПРОИЗВОДСТВА 46

Горюнова В.В. , Жиляев П.С., Горюнова Т.И, Завьялова Д.А
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ «БАРС.WEB-МОНИТОРИНГ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ» 49

Горюнова В.В., Жиляев П.С., Горюнова Т.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ИНЖЕНЕРИИ ОНТОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ 52

Горюнова В.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ИНЖЕНЕРИИ ОНТОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ 55

Дутка М.И.
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ 58

Занин А.С., Бушмелева К.И.
ПРЕДПОСЫЛКИ ТЕНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ 61

Здрок А. Е., Аллануров А. М., Лощилов А. Г., Малютин Н. Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАПИЛЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ ДОЗИРОВАНИЯ 63

Злодеев Г.Ю., Юрин А.И., Красивская М.И., Дмитриев А.В.
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ .. 66

Коковин В.А., Евсиков А.А., Васильев Д.А., Лутчев А.В., Федорченко В.Н.
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ 70

Морохова С.Н., Сумбатян М. С.
«МУЛЬТИВЕНДОРНЫЙ ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ – КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СФОРМИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ IT-ТЕХНОЛОГИЙ» 73

Овчарук В.Н., Максимова И.С.
АКУСТИЧЕСКИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОЧИСТКИ И МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ СРЕД 78

Махов В.Е., Орлов Д.В.
ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ ВИБРО-АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ 81

Махов В.Е., Репин О.С.
КАЛИБРОВКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ 84

Чухров А.А., Минзов А.С.
ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ХИЩЕНИЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ 87

Секция 3
ЭЛЕКТРОНИКА И РАДИОТЕХНИКА

Белова М.П., Шарипова А.Р., Колосова А.С., Борисов А.Я.
УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ И DC/DC-КОНВЕРТЕРОВ 91

Беспалов Н.Н., Ильин М.В., Капитонов С.С., Лысенков А.Е.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ 94

Беспалов Н.Н., Ильин М.В., Капитонов С.С., Лысенков А.Е.
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ В СОСТОЯНИИ ВЫСОКОЙ ПРОВОДИМОСТИ 97

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Попов А. А.
УСТРОЙСТВО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ТРАНЗИСТОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК 100

Бессонов А.С., Петрухин Е.А., Ходырев В.Ю.
ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕГРАЛЬНОГО РАССЕЯНИЯ ЗЕРКАЛ КОЛЬЦЕВЫХ ЛАЗЕРОВ 103

Рябов Н.И., Гладышева Е.И.
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВРЕМЕН ЗАДЕРЖКИ В МЕЖСОЕДИНЕНИЯХ 107

Грачев Н.Н.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 110

Дубровин В.С., Ильин М. В.
МОДЕЛЬ УПРАВЛЯЕМОГО ГЕНЕРАТОРА КВАДРАТУРНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW 113

Жаднов В.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И ВРЕМЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ 116

Кульмамиров С. А., Саутбеков С. С., Жилкибаева А. Б.
УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП К ОБОРУДОВАНИЮ NATIONAL INSTRUMENTS УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО ЦЕНТРА ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА 120

Козлов Н.П.
ОБРАБОТКА АКУСТИЧЕСКИХ ЭХО-СИГНАЛОВ МЕТОДАМИ АДАПТИВНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ 123

Козлов Н.П., Проскуряков А.Ю.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ 126

Королев П.С., Иванов И.А., Богачев К.А., Увайсов С.У.
РАЗРАБОТКА ОТЛАДОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА 129

Князьков Д.С., Логунов М.В., Пьянзин Д.В., Спирин А.В.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ SIC-ДИОДОВ 132

Петросянц К. О., Харитонов И. А., Самбурский Л. М., Кожухов М. В.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИПОЛЯРНЫХ И МОП ТРАНЗИСТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АППАРАТУРЕ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАДИАЦИИ 135

Серов Ю.М., Новиков Ю.Н.
ТЕПЛОВАЯ АВТОМОДУЛЯЦИЯ КОЛЕБАНИЙ ГЕНЕРАТОРА С ИНЕРЦИОННОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ 138

Жиляков Е.Г., Урсол Д.В.
РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СИГНАЛЬНО-КОДОВЫХ КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ 142

Новиков Ю.Н., Харфуш Х.А., Чайкин Е.А.
ПРОЦЕССЫ В АКТИВНЫХ ФИЛЬТРАХ НА ГРАНИЦЕ УСТОЙЧИВОСТИ..... 145

Секция 4
ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРАКТИКУМЫ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Медведев А.В., Новиков Ю.Н., Иванов С.И., Майзель А.В.
ТЕХНОЛОГИИ NATIONAL INSTRUMENTS: ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ..... 149

Белянин И.В., Забелин М.А.
ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ELVIS-II И NI LABVIEW RIO EVALUATION KIT 156

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Лысенков А. Е.
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ 158

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С.
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ» 161

Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С.
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ 165

Беспалов Н. Н., Лысенков А. Е., Ильин М. В., Капитонов С. С.
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ МДП-ТРАНЗИСТОРОВ..... 168

Богатырева Ю.И., Титкин Д.А.
КОГНИТИВНЫЕ ТЕСТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 171

Богачёв К.А., Букреева Е.П.
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЧЕБНОЙ ПЛАТФОРМЫ NI ELVIS II. 174

Дмитриев А.А., Новиков Ю.Н.
ВИРТУАЛЬНЫЙ MULTISIM-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ В КООРДИНАТАХ ВРЕМЕНИ..... 176

Жуков А.А.
ИНФОРМАЦИОННОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКУМА ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ 179

Загидуллин Р.Ш.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ORACLE VIRTUALBOX И СРЕДЫ LABVIEW В РЕЖИМЕ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ СТЕНДУ 182

Иванов Е. Б.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РАВНОТОЧНОСТИ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТОДОМ ДИСПЕРСИОННОГО ОТНОШЕНИЯ ФИШЕРА 186

Клепиков А.К., Привалов А.Н.
О ЗАДАЧЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В КОНВЕРГЕНТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА 189

Коробова К.В.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО АНАЛОГОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ И ОСНОВАМ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ NATIONAL INSTRUMENTS 191

Кульмамиров С. А., Шарифов Д. М.
СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА НА ОБОРУДОВАНИИ NATIONAL INSTRUMENTS 193

Мокрозуб В.Г.
ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАБИНЕТА «КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ» 197

Немтинов В.А., Немтинова Ю.В.
ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ 200

Немтинова Ю.В., Васильев А.Н., Немтинов В.А.
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВТОРИЧНЫМИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ 203

Панасик Д.С., Богачёв К.А., Увайсова А.С.
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ К ПОСТРОЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО АНАЛОГОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЧЕБНОЙ ПЛАТФОРМЫ NI ELVIS II+ ... 206

Панасик Д.С., Увайсова С.С., Корнеева Т.А.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ СУММИРОВАНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ 209

Овчарук В.Н., Пурисев Ю.А.
ЛАБОРАТОРНЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ АЭ 213

Саябаев К. М., Кульмамиров С. А.
СОВРЕМЕННЫЙ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ 216

Селуянов М.Н.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО СОПРЯЖЕНИЮ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ЦИФРО-АНАЛОГОВЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ В СРЕДЕ LABVIEW 219

Штрапенин Г.Л., Лазарев К.Ю.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW 222

Юрин А.И.
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С РЕЗОНАТОРНЫМ ДАТЧИКОМ 225

Секция 5
АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Попадько В.Е., Барашкин Р.Л., Антипов О.Д., Зуев С.А., Северенко В.С.
ИМИТАЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ 229

Белоусов А. В., Кошлич Ю. А., Третьяков О. В., Стан В. К.
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА NI LABVIEW ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ 233

Шелеметьева В.А., Давлеткиреева Л.З.
АНАЛИЗ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА РЫНКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ 237

Каракозов А.Б., Некрасов П.В., Бобровский Д.В., Марфин В.А., Калашников О.А., Ахметов А.О., Сорокоумов Г.С.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДИНОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ОТКАЗОВ И СБОЕВ В МИКРОСХЕМАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ 241

Капустин А.Г., Карнаухов Н.С.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ MATLAB ДЛЯ СОЗДАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И НАСТРОЙКИ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ АВИАЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА .. 244

Колосова А.С., Шарипова А.Р, Белова М.П., Давыдов Г.Г.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ МИКРОСХЕМ 246

Конов К.И., Годин А.С.
КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТЕЙ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ АФАР 249

Королев С.В., Королев Д.С.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДИАГНОСТИКИ ЭМИССИОННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ТЕРМОЭМИССИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ 252

Кошелева Е.А., Кошелев С.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 3D ГРАФИКИ LABVIEW ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПАЛЕОПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 256

Загидуллин Р.Ш., Купреянов А.А., Румянцев Е.О.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ, ПОКРЫТОЙ СЛОЕМ ЛЬДА НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ 260

Курбанмагомедов К. Д.
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ 263

Куц М.С.
ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ СТАНКА 268

Локтионов А.П.
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАЦИИ НА КЛАССАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОТСЧЕТОВ СИГНАЛА КАНАЛА СВЯЗИ ПРИ ЛАГРАНЖЕВОЙ И ЭРМИТОВОЙ АППРОКСИМАЦИИ 271

Лоскутов И.О., Каракозов А.Б., Некрасов П.В., Никифоров А.Ю.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ 8-БИТНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ 274

Макаров Е.В., Раджабов З.Р., Курбанмагомедов А.К.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ 277

Марфин В.А., Каракозов А.Б., Некрасов П.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ БЫСТРОГО ВВОДА/ВЫВОДА NI PXI-7841R ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СБИС МИКРОПРОЦЕССОРОВ 280

Махов В.Е.
АЛГОРИТМЫ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ 283

Махов В.Е.
АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СВЕТОВЫХ ОБЪЕКТОВ 287

Никонова Г.В., Маркелов А.С.
ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ 290

Поляк Ю.Е.
К ИЗМЕРЕНИЮ ВЕБОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ 293

Попов В. С., Дженгиз Х.
ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР АВТОМАТИЧЕСКОГО СОХРАНЕНИЯ КАДРОВ ВЫВОДИМЫХ НА ЭКРАН ВИДЕОДАННЫХ 296

Привалов А.Н., Клепиков А.К.
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОЙ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ 299

Сапунов Е. В.
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ 302

Светлов А. В., Колдов А. С., Родионова Н. В.
СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ 305

Колистратов М.В., Сивкова А.А.
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ. 309

Давлеткиреева Л.З. , Скокова И.К.
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 312

Старостин И.Е., Степанкин А.Г., Быков В.И. [2]
КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И ПРОЦЕССОВ НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ 316

Талтенов А. А., Кульмамиров С. А., Жилкибаева А. Б.
ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НИР ОБУЧАЮЩИХСЯ ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРИЙ 318

Хади О.Ш., Литвинов А.Н.
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА 322

Лышов С.М., Иванов И.А., Иванов О.А., Увайсов С.У
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОКАМЕРОЙ НА БАЗЕ MYRIO 326

Черняк М. Е., Меховский Е. А., Уланова А. В., Никифоров А. Ю
АППАРТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МОНОХРОМНЫХ ПЗС-МАТРИЦ С МЕЖСТРОЧНЫМ ПЕРЕНОСОМ 330

Швецов-Шиловский И.И., Некрасов П.В
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТРАНЗИСТОРНЫХ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР 333

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Материалы
I Международного симпозиума
«Компьютерные измерительные технологии»

Науч. ред. А.Н.Тихонов
Гл. ред. С. У. Увайсов
Отв. ред. И. А. Иванов

Печатается в авторской редакции

Составители: С.С. Увайсова,
А.С. Увайсова, С. М. Лышов,
П.С.Королев, Д.С. Панасик

ISBN 978-5-97060-324-6

Подписано в печать 09.06.2015.
Формат 60×90/8. Бумага «Pioneer»
Усл. печ. л. 40.9 Тираж 500 экз.

Издание, ДМК Пресс, 2015