

Министерство образования и науки РФ

**Фонд содействия развитию малых форм предприятий
в научно-технической сфере**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»**

**Краевое государственное научно-исследовательское
учреждение «Алтайский научно-образовательный
комплекс»**

**Кафедра вычислительных систем и информационной
безопасности**

ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

**Материалы XV международной научно-технической
конференции**

23 апреля 2014 г., г. Барнаул

**Изд-во АлтГТУ
Барнаул - 2014**

УДК 681.2: 62-50:65,05
И 37

И 37 Измерение, контроль, информатизация: материалы XV международной научно-технической конференции. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 300 с.

ISBN 978-5-7568-1048-6

Ответственный редактор – Сучкова Л.И., к.т.н., профессор

В сборнике публикуются материалы XV международной научно-технической конференции «ИКИ-2014» (доклады и/или их тезисы), проходившей в г. Барнауле в Алтайском государственном техническом университете 23 апреля 2014 года. В материалах рассмотрены вопросы как расчета и проектирования информационных, контрольно-измерительных и управляющих систем и их компонент, так и практического применения подобных систем в производстве, медицине, экологии, экономике, образовании, научных исследованиях и других областях науки, техники и народного хозяйства. Материалы представляют интерес для широкого круга ученых и специалистов, работающих в данном направлении.

ISBN 978-5-7568-1048-6

- © Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2014
- © Лаборатория информационно-измерительных систем АлтГТУ, 2014
- © Кафедра вычислительных систем и информационной безопасности АлтГТУ, 2014

1 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАДАЧ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ ВИРТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ MATHCAD

БЕССОНОВ А.С.

При создании новых средств измерений (СИ) широко применяется имитационное моделирование, проводимое на основе технологии виртуальных приборов и среды графического программирования NI LabVIEW [1]. Одним из преимуществ данного подхода является возможная гетерогенность составных частей виртуальной модели (ВМ) СИ. Это означает, что входящие в ее состав частные ВМ, к которым относятся модели объектов измерения, измерительных преобразователей, модулей обработки данных и т. д., можно строить с использованием различных средств программирования и моделирования [2, 3]. К числу таких средств относятся функции и программы, входящие как в саму среду LabVIEW и ее модули расширения, так и в интегрированные среды других производителей.

Очевидно, что усложнение частных моделей должно быть оправдано. В связи с этим следует выделить два распространенных случая.

1) В составе библиотек LabVIEW нет готовых функций, решающих поставленную задачу моделирования и обработки данных, а в другой программной среде они есть и доступны для использования.

2) Необходимая частная ВМ уже разработана в какой-либо другой среде, рекомендована и доступна для использования.

С точки зрения расширения функциональных возможностей ВМ в первую очередь представляют интерес математические среды, обладающие богатой палитрой функций моделирования и обработки данных. Практически все их современные версии являются открытыми системами и имеют программные интерфейсы приема-передачи данных. Для части математических сред (например, для MATLAB) в LabVIEW имеется высокоуровневая поддержка необходимого взаимодействия. Взаимодействие же с другими средами, к числу которых принадлежит MathCAD, требует от разработчика СИ приложения некоторых усилий.

Целью проведенной работы были изучение особенностей использования средств MathCAD в составе LabVIEW виртуальных моделей и

виртуальных приборов обработки данных, а также разработка и исследование моделей среды распространения лазерного излучения.

Актуальность выбранного вида моделей объясняется отсутствием в LabVIEW средств полноценного решения краевых задач, в то время как они часто встречаются при моделировании объектов измерения.

Рассмотрим конкретную модель. При прохождении лазерного излучения сквозь среду наблюдаются явления поглощения и отражения излучения назад, описываемые в общем случае функциями $a(x)$ и $r(x)$, где x - координата. При рассмотрении в однокоординатной модели прямого $y1$ и обратного $y2$ потоков модель представляет собой систему, состоящую из двух обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) (система $D(x,y)$ на рис. 1). Для решения этой краевой задачи сначала определяются два граничных условия (на правом и левом краях среды), а затем применяется одна из обычных функций численного решения систем ОДУ (*rkfixed* на рис. 1). Проблема заключается в том, что в LabVIEW нет функции, определяющей неизвестные граничные условия. В то же время в составе MathCAD (версий 14 и 15) такие функции есть: это функции *bvalfit* и *sbval*. Поиск ими неизвестных граничных условий осуществляется путем минимизации вспомогательной функции *score* [4]. Пример модели с использованием данных функций приведен на рис. 1. Часть переменных здесь не определена, поскольку эти значения должны передаваться из внешней программы.

```

a1      r1      r2      R
a (x) := a1 x   r (x) := | r1 if x < 0.5
                       | r2 otherwise
I1
D (x, y) := ( -a (x) · y0 + r (x) · y1 )
             ( a (x) · y1 - r (x) · y0 )
M := 100
z0 := 10
load (x0, z) := ( I1 )
                ( z0 )
score (x1, y) := R · y0 - y1
I2 := sbval (z, 0, 1, D, load, score)
S := rkfixed ( ( ( I1 )
                ( I20 ) ), 0, 1, M, D )   I20 = ■

```

Рис. 1. Фрагмент листинга MathCAD модели среды распространения лазерного излучения

Для решения задачи взаимодействия с MathCAD было проведено исследование технологии взаимодействия между средами. Сначала было установлено, что MathCAD поддерживает технологию OLE Automation [1] и может рассматриваться как сервер автоматизации. В сети Internet удалось найти библиотеку виртуальных приборов, реализующих данную технологию для версии LabVIEW 7.1, но потребовалось проведение некоторой их модификации для совместимости с современными версиями (LabVIEW 2012).

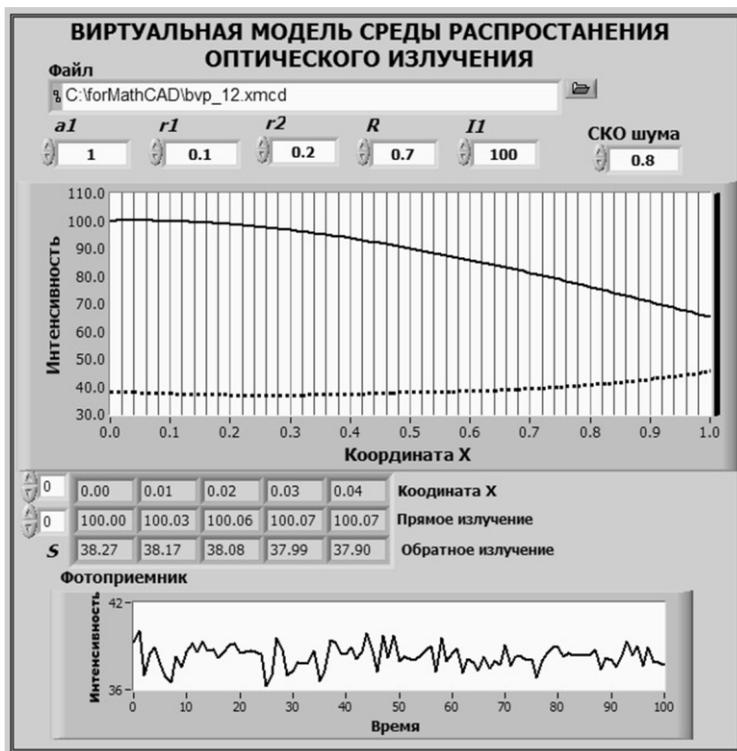


Рис. 2. Лицевая панель LabVIEW виртуальной модели

Следующим этапом стало создание LabVIEW ВМ, являющейся в данном случае клиентом автоматизации (рис. 2). Входными данными здесь являются имя файла MathCAD, параметры $a1$, $r1$, $r2$ функций поглощения $a(x)$ и рассеяния $r(x)$, коэффициент отражения R от правого края среды и интенсивность входного излучения $I1$. Кроме того, задается среднее квадратическое отклонение (СКО) нормального шума,

служащего для моделирования сигнала на входе фотоприемника обратного излучения. При функционировании программы открывается среда MathCAD, загружается выбранный файл, в нем определяются значения переменных $a1$, $r1$, r , $l1$, после чего проводится моделирование с помощью функций $sbval$ и $rkfixed$ и определяется матрица S , содержащая значения координаты x и значения по ней распределенных интенсивностей прямого и обратного потоков излучения.

Матрица S считывается клиентом и отображается на графическом экране, после чего автоматизация закрывается. Элемент матрицы S_{20} зашумляется, что, как уже отмечалось, необходимо для имитации входного сигнала фотоприемника. Этот сигнал может подаваться на вход ВМ фотоприемника при построении имитационной модели СИ.

Тестирование разработанной ВМ среды распространения подтвердило возможность и целесообразность использования средств MathCAD в составе ВМ. Программные средства работали без ошибок при подключении различных вариантов модели среды, все функции выполнялись в полном объеме, а полученные результаты вычислений были признаны корректными.

Таким образом, результаты тестирования виртуальной модели показали, что поставленная цель работы достигнута. Виртуальные приборы последних версий LabVIEW могут успешно осуществлять моделирование СИ и обработку измерительной информации с использованием средств среды MathCAD. В качестве недостатков следует отметить необходимость установки данной математической среды и заметное увеличение времени моделирования.

Литература. 1. Трэвис Д. LabVIEW для всех [Текст] / Трэвис Д., Кринг Д. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.: ил. **2.** Бессонов А.С. Компьютерное моделирование оптико-электронных измерительных систем с использованием технологии виртуальных приборов [Текст] / Бессонов А.С. // Приборы. - 2011 - №. 1 - С. 17-25. **3.** Бессонов А.С. Компьютерное моделирование средств измерений с использованием модулей расширения LabVIEW [Текст] / Бессонов А.С. // Ползуновский вестник. - 2012 - №. 2-1 - С. 74-77. **4.** Кирьянов Д.В. MathCAD 15/ MathCAD Prime 1.0 [Текст] / Кирьянов Д.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.: ил.

Реквизиты для справок: Россия, 119454, Москва, пр. Вернадского 78, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, кафедра информационных систем, к.т.н., доцент **Бессонов А.С.** – alexsb64@newmail.ru, тел. (495) 434-94-45.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВСТРАИВАЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

КИРИЕНКО В.В., СЕМЕНИСТАЯ Е.С.

Медицинские приборы в процессе функционирования обеспечивают решение следующих задач: цифровой опрос биофизиологических сигналов (ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, ФПГ), цифровая обработка (цифровая фильтрация), математическая обработка (выделение QRS, подсчет ЧСС, выделение ST-сегмента, спектральный анализ), высокоскоростная запись на твердотельные носители (SD-карта), беспроводная передача данных (ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi), обеспечение интерфейса взаимодействия с пользователем (клавиатура, дисплей).

В практике программирования микроконтроллеров (МК) наиболее часто используются следующие модели организации управляющих программ [1]:

- система с суперциклом (superloop system);
- машина состояний (state machine);
- операционная система реального времени (ОСРВ англ. Real-Time Operating System, RTOS).

При использовании системы с суперциклом для реализации фрагментов алгоритма управляющей программы, критичных ко времени выполнения, используется система прерываний микроконтроллера. Так как выполнение программного модуля в основном бесконечном цикле не может быть прервано другим модулем иначе, как только через механизм прерываний, время реакции или обращения к конкретному модулю зависит от времени выполнения остальных модулей системы [2]. На рис.1 приведен пример обобщенной схемы, иллюстрирующей ход выполнения модулей (задачи/действия) в основном цикле с использованием подпрограмм-обработчиков прерываний, где М1-М5 это программные модули, ОП1-ОП3 обработчики прерываний.

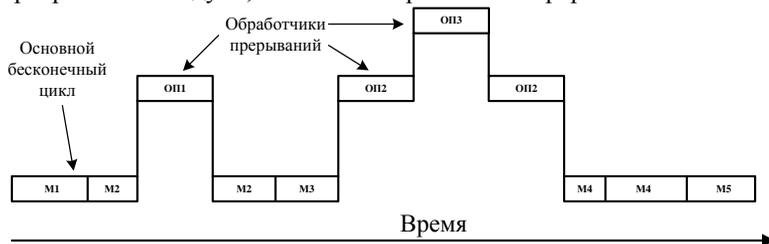


Рис. 1. Система с суперциклом

Перейдем к рассмотрению следующей модели реализации встраиваемого ПО, который называется машина состояний. Рассмотрим, как она выглядит на абстрактном уровне. Машина состояний подразумевает простое преобразование входящих событий в соответствующие действия. В любой момент времени такая система находится в одном из нескольких возможных состояний.

На прикладном уровне, при использовании такой модели построения встраиваемого ПО, приложение так же, как при использовании системы с суперциклом, состоит из основного бесконечного цикла и процедур обработчиков прерываний. Разница состоит в том, что в основном цикле происходит переключение между несколькими основными ветками, которые соответствуют разным состояниям. На рис. 2 приведен пример обобщенной схемы на абстрактном уровне, где SxMy - модуль у состояния x. Одно состояние может выполняться циклически сколь угодно долго, пока не произойдет переход в следующее. Переключение может происходить, как по событию или данным из прерывания, так и по какому-либо логическому результату в ветке.

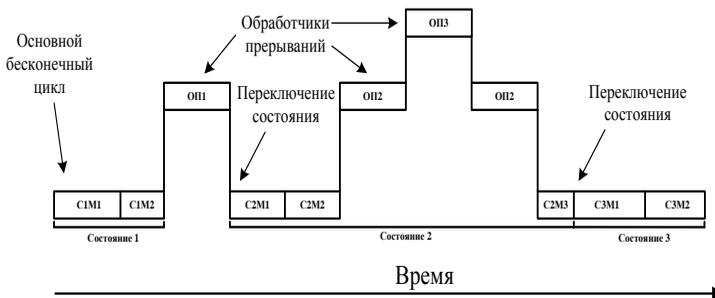


Рис. 2. Машина состояний на прикладном уровне

Рассмотрим последнюю модель реализации встраиваемого ПО при помощи ОСРВ, которая в полной мере позволяет реализовать многозадачность. ОСРВ – операционная система, в которой успешность работы любой программы зависит не только от её логической правильности, но и от времени, за которое она получила этот результат.

При такой модели организации встраиваемого ПО, каждая из выполняемых планировщиком задач имеет свой собственный бесконечный цикл. В RTOS с вытесняющей многозадачностью планировщиком используется периодическое прерывание по таймеру, в обработке которого происходит прерывание выполнения текущей задачи и, при необходимости, переключение задач [3]. При этом будет выполняться задача, имеющая наиболее высокий приоритет и находящаяся в состо-

янии готовности. Если в обработчике прерывания другой задаче будет установлен более высокий приоритет, произойдет переключение задач – текущая задача будет остановлена, задача с более высоким приоритетом – запущена [1]. На рис. 3 приведен пример обобщенной схемы выполнения задач ОСРВ с вытесняющей многозадачностью, где $3xMx$ – модуль у задачи x .

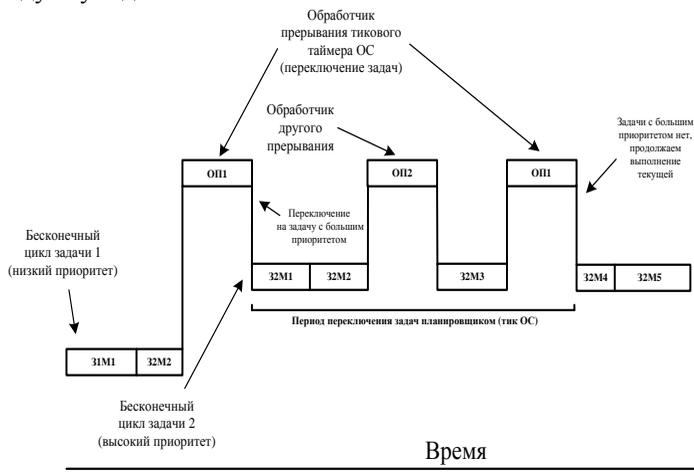


Рис. 3. ОСРВ с вытесняющей многозадачностью

Литература. 1. Ванцев Д.В. Основные модели программирования микроконтроллеров [Электронный ресурс] Режим доступа: http://mcu.ucoz.ru/publ/programmirovaniye/razrabotka_programmnogo_obespecheniya/osnovnyye_modeli_programmirovaniya_mikrokontrollerov/11-1-0-4 (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус. **2.** Jean J. Labrosse uC/OS-III The Real-Time Kernel [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.micrium.com/> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус. **3.** Курниц А. FreeRTOS. Операционная система реального времени для микроконтроллеров [Электронный ресурс] // Компоненты и технологии, № 2/2011 - Режим доступа: <http://kit-e.ru/assets/listalka/Kurniz/Kurniz.pdf> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

Реквизиты для справок: Начальник сектора **Кириенко В.В** тел.: (8634) 311-143, e-mail: snowball@nxt.ru, Научно-технический центр "Техноцентр" Южного федерального университета

Начальник отдела, ассистент кафедры МПС **Семенистая Е.С.**, тел. 8 (8634) 311-143, suncat_75@mail.ru - Научно-технический центр "Техноцентр" ФГАОУ ВПО Южный федеральный университет

ТЕСТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С УЛЬТРАНИЗКИМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ

КИРИЕНКО В.В., СИНЮТИН Е.С.

Современные медицинские устройства с автономным питанием требуют минимизации потребляемой энергии, т.к. это увеличивает время диагностирования и срок службы элементов питания, а также повышает удобство использования прибора и положительно сказывается на экологии. Понижения потребляемой энергии медицинским прибором такого класса можно добиться применением низкопотребляющих микросхем. Отсюда следует и необходимость применения низкопотребляющего микроконтроллера, который, как правило, является логическим ядром прибора и основным энергозатратным его элементом.

Произведем испытание микроконтроллерных семейств MSP430F5 фирмы Texas Instruments, STM32L1 фирмы STMicroelectronics, EFM32TG фирмы Energy Micro с ультранизким энергопотреблением, на соответствие заявленным в технической документации характеристикам потребления тока в активном режиме и режимах пониженного энергопотребления.

Для проверки потребляемого тока семейством MSP430F5 была взята отладочная плата MSP430-H5438 фирмы Olimex, содержащую микроконтроллер MSP430F5438IPZ [1], минимальную необходимую для его работы обвязку (кварцевый резонатор, конденсаторы, потягивающий резистор) и разъем программирования. Использование данной отладочной платы гарантирует точность при измерении потребляемого тока, потому что на ней кроме самого микроконтроллера отсутствуют другие микросхемы и компоненты. Плата MSP430-H5438 для минимизации воздействия электромагнитных наводок была помещена в металлический корпус (экран) и подключена экранированным кабелем к источнику питания. В качестве источника питания был взят лабораторный блок питания MASTECH NY3002D-2. Для измерения потребляемого платой тока использовался высокоточный мультиметр NI PXI-4070 фирмы National Instruments. Для того чтобы запустить микроконтроллер MSP430F5438IPZ на работу в активном режиме и режимах пониженного энергопотребления был написан программный проект в среде разработки IAR Embedded Workbench for MSP430 5.1, позволяющий это сделать. Представим схему измерительного стенда на рис. 1.

Потребление данным микроконтроллером в активном режиме и режимах пониженного энергопотребления, измеренное на стенде соответствует значениям, заявленным в документации производителем с небольшим превышением.

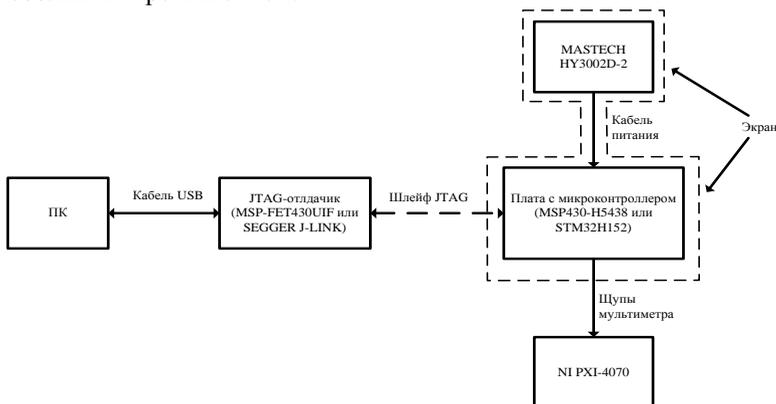


Рис. 1. Стенд измерения потребляемого тока

Для оценки потребления тока семейством STM32L1 была взята отладочная плата STM32L152 фирмы Olimex, содержащая микроконтроллер STM32L152VBT6 [2], которая также как и MSP430-H5438 имеет минимальный набор компонентов, что гарантирует точность измерений. Проект для запуска микроконтроллера в различных режимах работы был написан в IAR Embedded Workbench for ARM 6.3. Для оценки потребления использовалась та же схема стенда, что и для MSP430-H5438, изображенная на рисунок 1. С тем отличием, что программирование микроконтроллера STM32L152VBT6 3 осуществлялось при помощи JTAG-отладчика J-LINK фирмы SEGGER из среды разработки IAR Embedded Workbench for ARM 6.3. Полученные данные отличаются от заявленных в технической документации средних величин, но укладываются в максимально допустимые значения.

В целях проверки семейства EFM32TG фирмы Energy Micro на соответствие заявленным в технической документации характеристикам потребления тока была использована отладочная плата EFM32TG-STK330, которая специально разработана для задачи измерения потребляемого тока микроконтроллером EFM32TG840F32 [3]. Плата EFM32TG-STK330 помимо микроконтроллера EFM32TG840F32, содержит встроенную схему измерения тока, построенную на операционных усилителях вместе с дополнительным микроконтроллером, который опрашивает и передает по USB в ПК измеренные значения тока. Данные значения, принятые по USB, отображаются на ПК в виде гра-

фика в программе Energy Micro energyAware Profiler. Для программирования микроконтроллера EFM32TG840F32 использовалась плата EFM32TG-STK330, которая содержит встроенный JTAG-отладчика J-LINK фирмы SEGGER. Таким образом, в качестве измерительного стенда для оценки потребления тока микроконтроллером EFM32TG840F32 достаточно использования отладочной платы EFM32TG-STK330, которая и включает вышеописанные модули измерения и программирования, и ПК для программирования и отображения полученных значений. Проект для запуска микроконтроллера в различных режимах работы был написан в IAR Embedded Workbench for ARM 6.3. Программирование микроконтроллера STM32L152VBT6 3 осуществлялось при помощи JTAG-отладчика J-LINK фирмы SEGGER из среды разработки IAR Embedded Workbench for ARM 6.3. Полученные данные сходятся с данными заявленными в технической документации с небольшим превышением.

Литература. 1. MSP430F543x, MSP430F541x Mixed Signal Microcontroller (Rev. C) [Электронный ресурс] // Texas Instruments – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f5438.pdf> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. англ. 2. STM32L15xx6/8/B [Электронный ресурс] // STMicroelectronics - Режим доступа: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00277537.pdf> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. англ. 3. EFM32TG840 Datasheet [Электронный ресурс] // Energymicro – Режим доступа: http://cdn.energymicro.com/dl/devices/pdf/d0011_efm32tg840_datasheet.pdf (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. англ.

Реквизиты для справок: *Начальник сектора Кириенко В.В. тел.: (8634) 311-143, e-mail: snowball@nxt.ru, Научно-технический центр "Техноцентр" Южного федерального университета*

Начальник сектора Синютин Е.С. тел.: (8634) 311-143, e-mail: dark_elf4@mail.ru, Научно-технический центр "Техноцентр" Южного федерального университета "Техноцентр" ФГАОУ ВПО Южный федеральный университет.

ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH 4.0 В УСТРОЙСТВАХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО И МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

БЕЛЯЕВ А.О., КИРИЕНКО В.В., УБИРАЙЛО Д.С.

В современных медицинских устройствах с автономным питанием применение беспроводных технологий для передачи данных и управления становится все более распространенным подходом. Одной из

наиболее часто встречающихся в этой области беспроводных сетевых технологий является Bluetooth.

Из-за сравнительно высокой скорости передачи данных и неплохой энергоэффективности технология Bluetooth получила широкое распространение в мобильных медицинских устройствах. Начиная со спецификации Bluetooth v4.0 [1] стандарт делится на две части Bluetooth Classic, которая включает в себя стандарты Bluetooth 2.0, Bluetooth 2.1 + EDR, Bluetooth 3, и Bluetooth Low Energy (BLE).

В отличие от предыдущих стандартов BLE изначально ориентирован на применение в системах мониторинга с автономным питанием и имеет низкое энергопотребление. Применительно к медицинскому оборудованию это необходимо для обеспечения требуемого времени диагностического наблюдения, а также с точки зрения удобства их использования, потому что прибор сможет дольше работать без подзарядки и смены элементов питания. Низкое потребление BLE обеспечивает возможность создания беспроводных медицинских датчиков. Технология Bluetooth low energy обеспечивает возможность работы таких датчиков от батарейки CR203 до 10 лет.[2] Средний ток потребления BLE-устройства изображен на рис. 1 [2].

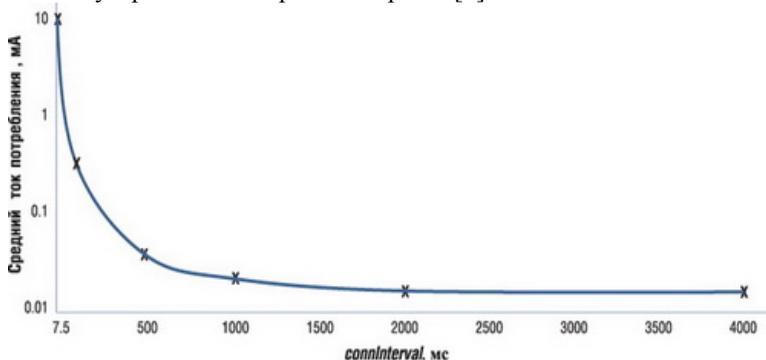


Рис. 1. Средний ток потребления BLE устройств

Использование одной из рассмотренных технологий определяет, какие профили могут быть использованы. Устройства могут связаться по Bluetooth, если имеют реализацию одного из профилей. Здесь и находятся главные различия двух технологий. Например, технология Bluetooth Classic обеспечивает профиль SPP для эмуляции последовательного порта. А технология BLE согласно спецификации Bluetooth v4.0 не имеет данного профиля. Многие другие профили также не поддерживаются BLE, потому что отличаются моделью подключения. Это такие профили, как HSP, OBEX, A2DP, VDP [2]. В свою очередь, про-

фили, основанные на GATT, не поддерживаются технологией Bluetooth Classic.

Принимая во внимание то, что некоторые функции контроллера BLE взяты Bluetooth Classic, они не могут связываться между собой, т.е. устройство, поддерживающее только BLE (однорежимное устройство - single-mode device) не сможет взаимодействовать с устройством, поддерживающим только Bluetooth Classic (Bluetooth 1.2/2.x/3.0). Для реализации связи между ними хотя бы одно из устройств должно поддерживать оба стека протоколов (двухрежимное устройство - dual-mode device) [4].

Однорежимные устройства обладают наименьшим потреблением и в основном представляют собой конечные исполнительные устройства. Двухрежимные устройства предполагают возможность периодического получения энергии, располагаются на различных мобильных устройствах, а также могут функционировать и как обычные Bluetooth-устройства. По идеологии спецификации Bluetooth 4.0 двухрежимные устройства служат мостом между устройствами Bluetooth Classic и Bluetooth Low Energy.

На основании опыта НТ «Техноцентр» ЮФУ в разработке медицинского и оздоровительного оборудования, его целью является съем биофизиологических сигналов: электрокардиосигнал, электромиосигнал, инерциальные сигналы (ускорения и угловые скорости по ортогональным осям) и т.п. Соответственно проекция решаемых комплексом задач на беспроводную сеть:

- периодический обмен короткими статусными сообщениями (20 байт / 5 сек.);
- редкие аperiodические команды управления (5 байт / 1 час);
- редкие аperiodические запросы фрагментов сигнала (10 кбайт / 1 час);
- продолжительная скоростная передача реализаций биофизиологических сигналов на ПК;
- возможность управления компонентами комплекса со смартфона/планшета.

Исходя из задач и рассмотренных особенностей спецификации Bluetooth 4.0 следует, что для медицинского устройств самым целесообразным подходом является комбинированное использование однорежимных и двухрежимных устройств, которые вместе покрывают обе технологии Bluetooth Classic и Bluetooth LE. Это позволяет обеспечить совместимость и высокую скорость передачи для одних задач благодаря Bluetooth Classic и низкое потребление для других, которое обеспечивает Bluetooth LE.

Для сравнительной оценки различных аппаратных решений по показателям энергоэффективности были сформулированы следующие математические зависимости. Удельный информационный энергетический коэффициент передатчика (мДж/бит) - показывает количество энергии необходимое для передачи 1 бита полезной информации приходящееся на 1 милливатт выходной мощности:

$$p_{TX} = (D_k \cdot k_{\sigma})^{-1} \times p_{\sigma} \quad (1)$$

где D_k - канальная скорость передачи данных (бит/сек), k_{σ} - коэффициент эффективности используемого протокола (отношение полезных данных к общему количеству данных в сообщении). Далее для указания канальной скорости будет использоваться размерность бит/сек, а для указания скорости передачи полезных данных - бод/сек, p_{σ} - удельная потребляемая мощность передатчика (в мВт) (3).

Удельный информационный энергетический коэффициент приемника (мДж/бит) - показывает количество энергии необходимое для приема 1 бита полезной информации:

$$p_{RX} = (D_k \cdot k_{\sigma})^{-1} \times (U \cdot I) \quad (2)$$

где D_k - канальная скорость передачи данных (бит/сек), k_{σ} - коэффициент эффективности используемого протокола (отношение полезных данных к общему количеству данных в сообщении). Далее для указания канальной скорости будет использоваться размерность бит/сек, а для указания скорости передачи полезных данных - бод/сек, I - ток, потребляемый при приеме данных (мА), U - напряжение питания приемника.

Удельная потребляемая мощность передатчика (мВт) - мощность потребленная передатчиком, приходящаяся на 1мВт выходной мощности.

$$p_{\sigma} = \frac{U \cdot I}{P} \quad (3)$$

где I - ток, потребляемый при передаче данных (мА), U - напряжение питания передатчика.

Энергоэффективность передатчика - отношение потребленной мощности к мощности излучения. Данный показатель позволяет сравнивать затраты энергии на обеспечение функционирования аппаратной части беспроводного решения, иными словами - какой процент потребленной мощности передается на выход радиопередатчика.

$$КПД = (p_{\sigma})^{-1} \times 100\% \quad (4)$$

Литература. 1. Bluetooth Core Specification 4.1 [Электронный ресурс] // Bluetooth SIG / Режим доступа: URL: <https://www.bluetooth.org/en-us/specification/adopted-specifications>. - Дата обращения 23.01.2014. **2.** Александр Каланчев Для мобильных

стражей: беспроводной стандарт Bluetooth Low Energy в системах безопасности [Электронный ресурс] // А. Каланчев / Новости электроники, №1. - 2013 г. - Режим доступа URL: <http://www.compel.ru/lib/ne/2013/1/3-dlya-mobilnyih-strazhey-besprovodnoy-standart-bluetooth-low-energy-v-sistemah-bezopasnosti>. - Дата обращения 23.01.2014. 3. Rolf Nilsson and Bill Saltzstein Bluetooth Low Energy vs. Classic Bluetooth: Choose the Best Wireless Technology For Your Application [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.medicalelectronicsdesign.com/article/bluetooth-low-energy-vs-classic-bluetooth-choose-best-wireless-technology-your-application>. - Дата обращения 23.01.2014.

Реквизиты для справок: *Россия, 347928, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Петровская 81, Научно-технический центр "Техноцентр" ФГАОУ ВПО Южный федеральный университет, Беляеву А.О., тел. (8634)311143. E-mail: alexys@piset.net.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СПОСОБОВ ЗАРЯДКИ ДЛЯ ЭКГ – МОНИТОРА

АКОЛЬЗИН А.Н.

Основная проблема мобильных и портативных систем это постоянная зависимость от розетки, для постоянного заряда батарей. Также с этим связано проводное соединение зарядного устройства с мобильным устройством, а с этим связаны проблемы с потерей в проводах и возникновение со временем неисправностей с разъемом [1].

Для устранения от этих проблем используют бесконтактную передачу энергии на небольшие расстояния. На данный момент производство в области беспроводной передачи энергии активно развивается. Толчком для этого послужила создание в 2010 году стандарта по беспроводной передачи электроэнергии Qi 1.0 с уровнем не более 5 Вт, это сделали крупнейшие компании-производители электроники, которые вошли в Wireless Power Consortium [2,3].

По техническому заданию необходимо было разработать устройство бесконтактной зарядки аккумуляторов для ЭКГ - монитора. Устройство должно заряжать литий-ионные аккумуляторы с выходными параметрами по напряжению не более 5 В. и емкостью не более 1000 мАч, входящих в состав ЭКГ – монитора.

При более детальном рассмотрении технологических решений от разных производителей, можно разделить обобщенную структуру беспроводного зарядного устройства на несколько составляющих частей, таких как передатчик в его составе блок питания передатчика, контроллер передатчика, силовая часть катушки передатчика, катушка

передатчика. Приемник в его составе катушка приемника, выпрямитель, стабилизатор напряжения, контроллер зарядного устройства, силовая часть зарядного устройства.

После разработки структурной схемы, были проделаны работы по разработке печатных плат основных составляющих приемника и передатчика, и в дальнейшем изготовлены макеты приемника и передатчика.

Дальнейшей работой было изготовление макета приемника, был получен работающий макет беспроводного зарядного устройства со следующими параметрами:

- напряжение на выходе 5 В;
- ток на выходе до 500 мА.;
- напряжение на передатчике 12 В;
- ток потребления передатчика до 500 мА;

При проведении испытаний и тестов у макета были выявлены явные недостатки в виде:

- большой размер макета, из-за больших компонентов, используемых в схеме, и специфичности микросхем заряда аккумуляторов;
- большие потери энергии из-за не идеальности компонентов;
- малая выходная мощность макета, из-за различного воздушного зазора между катушками, из-за чего необходимо точно контролировать частоту резонанса, что влечет за собой точное позиционирование катушек.

Таким образом, после проведенной работы можно сделать вывод, что был получен макет беспроводной зарядки для ЭКГ – монитора, с выходным напряжением 5 В. и током 500 мА.

Дальнейшей работой планируется изготовление макетов основанных на использовании гибких печатных плат, промышленно изготовленных катушек для приемника и передатчика, использование специализированных микросхем для данной области, и изготовление макета на основе специализированных микросхем от Texas Instruments.

Литература. 1. NMLU1210: Power MOSFET 20V 3.2A 26 mOhm Dual N-Channel Full Bridge Rectifier [Электронный ресурс] // Full Bridge Rectifier Inc. URL: <http://www.onsemi.ru.com/PowerSolutions/product.do?id=NMLU1210>(дата обращения 6.02.2014). 2. BQ24090 1 A, Single-Input, Single-Cell Li-Ion and Li-Pol Battery Charger (Rev. E) [Электронный ресурс] // Texas Instruments Incorporated. URL: <http://www.ti.com/product/bq24090>(дата обращения 5.03.2014). 3. Ю.

Семенов. «Силовая электроника: от простого к сложному». М.: СО-ЛОНПресс, 2005. 416 с.: ил.

Реквизиты для справок: инженер, *Акользин А.Н.*, тел. 8 (8634) 311-143, *anton.akolzin@rambler.ru* - Научно-технический центр "Техноцентр" ФГАОУ ВПО Южный федеральный университет.

АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПОСЛЕ ПЕРЕКРЫТИЯ В ЗАДАЧЕ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЕШЕХОДНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ*

КОЛОСОВСКИЙ М.А., КРЮЧКОВА Е.Н.

В статье рассматривается задача проектирования интеллектуальной системы видеонаблюдения за пешеходными переходами для контроля соблюдения правил дорожного движения. Ключевыми частями системы являются *детектор объектов*, обнаруживающий объекты интереса (пешеходы, автомобили) и *трекер объектов*, сопровождающий обнаруженные объекты. Невозможность использования детектора объектов для последующего сопровождения объектов вызвана большой вычислительной сложностью детектора, поэтому детектор и трекер работают совместно. Совместная работа детектора и трекера позволяет непрерывно обнаруживать новые объекты, появляющиеся в области видеосъемки, а также восстанавливать сопровождение объекта после ошибки трекера.

В системе используется трекер на основе особых точек – КЛТ-трекер [1]. Особые точки – это места объекта, имеющие резкие изменения градиента в нескольких направлениях, или углы. Их использование для сопровождения объектов объясняется удобством определения их смещений на разных кадрах. Выбор этого трекера из множества других основывается на анализе применимости различных алгоритмов трекинга к рассматриваемой задаче видеонаблюдения [2]. Основным недостатком применения алгоритма на основе особых точек является их неустойчивость к перекрытиям объектов друг другом: при перекрытии объекта особые точки оказываются не видны и объект считается потерянным. В предложенной авторами системе [3] уже заложена возможность восстановления сопровождения после перекрытий, однако она основана на повторном запуске детектора объектов после того, как

* Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (госконтракт №0068 ГУ1/2013)

объект снова стал виден. Повторный запуск детектора объектов занимает существенные вычислительные ресурсы, поэтому целью работы, описанной в данной статье, является алгоритм восстановления сопровождения объекта с использованием более быстрых вычислений, чем повторный вызов детектора объектов.

Основной идеей предлагаемого алгоритма является сопровождение перекрытого объекта без использования трекера, т.е. только при помощи предсказания позиции объекта на основе информации об его траектории на предыдущих кадрах. Для предсказания позиции объекта была выбрана линейная модель. Другой распространенной альтернативой предсказания траектории движения, является использование фильтра Калмана [4], однако этот алгоритм требует настройки параметров и выполнения ряда предположений, но учитывая необходимость минимизировать калибровку системы на каждом новом объекте съемки, мы выбрали более простую модель. Когда объект не перекрывается другими объектами, он сопровождается при помощи трекера, а когда объект перекрывается другими объектами, то он сопровождается только за счет предсказания траектории.

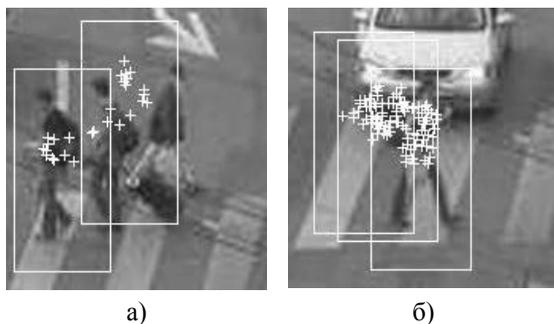


Рис. 1. а) Отставание прогнозируемого положения объекта от реального положения после перекрытия (правый прямоугольник соответствует человеку, движущемуся вправо); б) Один и тот же объект обнаруживается детектором несколько раз, а алгоритм не позволяет удалить ложные цели, т.к. считает, что они пока перекрыты друг другом

Основная идея был дополнена несколькими модификациями для устранения ряда проблем:

- Накопление ошибки прогнозирования положения объекта, в результате чего после перекрытия объект оказывается не там, где его ожидает трекер (Рис 1а). Поэтому при восстановлении сопровождения поиск особых точек производится на расширенной

области, чем при обычном сопровождении трекером, т.к. из-за накопления ошибок объект может оказаться на некотором удалении от прогнозируемого положения.

- В результате ошибок трекера появляются дублирующие цели, ведущие один и тот же объект (Рис 1б). А так как они распознаются как перекрывающиеся друг друга, то исходный алгоритм ведет не при помощи трекера, а на основе прогнозирования траектории, что не верно. Для исправления этого детектору объектов запрещается добавление целей очень близких расположенных друг к другу, так как это, скорее всего, повторное обнаружение уже известного объекта.
- Во время перекрытия объект меняет модель появления (appearance model), поэтому трекер «не узнает» объект после перекрытия. Учет изменения модели объекта крайне затруднителен, хотя бы потому, что объект не виден во время перекрытия. Поэтому данная трудность остается не решенной. Заметим, что изменения объекта, способные столь сильно изменить объект, встречаются достаточно редко.

Таким образом, был получен алгоритм, существенно снижающий частоту потери трекером объектов при их взаимных перекрытиях. Это существенно ускоряет работу системы видеонаблюдения, так как предложенный алгоритм значительно быстрее повторного запуска детектора объектов.

Литература. 1. Shi J., Tomasi C. Good Features to Track // 1994 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'94). Seattle, USA. June 1994. P. 593-600. 2. Колосовский М.А. Выбор признаков для трекинга объектов в задаче видеонаблюдения за пешеходными переходами // 13-я Научно-практическая конференция «Информатика и информационные технологии в образовании, науке и производстве». 24-25 января 2014. Волжский. 3. Колосовский М.А. Трекинг пешеходов в задаче видеонаблюдения за нерегулируемыми пешеходными переходами. Журнал "Программная инженерия". 2014, №5. 4. Cuevas E., Zaldivar D. and Rojas R. Kalman Filter for vision tracking, Technical Report B 05-12, Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik und Informatik, 2005.

Реквизиты для справок: Россия, 656039, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, кафедра прикладной математики, к.ф.-м.н., профессор **Крючкова Е.Н.** - kruchkova_elena@mail.ru, аспирант **Колосовский М.А.** maxim.astu@gmail.com, тел. (3852) 29-08-68.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

ЮРЧЕНКО А.В., КОЗЛОВ А.В., ОХОРЗИНА А.В., КИТАЕВА М.В.

Все факторы, влияющие на фотоэлектрический модуль (ФМ), функционирующий в естественных условиях, могут быть разделены на две группы:

- Аппаратные факторы определяются конструкцией и технологией изготовления солнечных элементов, по характеристикам деградации;
- Климатические факторы определяются различными климатическими параметрами, которые влияют на выход энергетических характеристик солнечных батарей: солнечная радиация, температура воздуха, влажность, скорость ветра и концентрация аэрозолей.

Для определения эффективности применения ФМ на территории Томска была использована система контроля работы солнечного модуля с учетом влияния климатических параметров. Основной характеристикой, описывающей работу ФМ в натуральных условиях и в течение эксплуатации, является вольтамперная характеристика (ВАХ). Основные характеристики ФМ определяющиеся на основе измеренной вольтамперной характеристики: КПД, ток короткого замыкания (КЗ) и напряжение холостого хода (ХХ).

Электронная нагрузка для определения ВАХ ФМ.

Для изучения влияния факторов на работу фотоэлектрического модуля и определения его эффективности, разработана электронная нагрузка, позволяющая измерять вольтамперную характеристику фотоэлектрического модуля.

Принцип действия электронной нагрузки (ЭН) основан на изменении сопротивления затвора полевого транзистора. ЭН изменяет свое сопротивление в зависимости от подаваемого на нее напряжения с ЦАП. Это позволяет измерять посредством АЦП напряжение на изменяющейся нагрузке ФМ. ЭН соединена с блоком управления и имеет вход для подключения ее к исследуемому ФМ. [2]

Измерения ВАХ осуществляются следующим способом: измерения начинаются и однократно с интервалом в одну минуту, регистрируется ВАХ ФМ, вычисляется рабочая точка ВАХ. По истечению пятнадцати минут измерения прекращаются до начала следующего часа. В итоге одного цикла для каждого параметра набирается одномерный массив, состоящий из пятнадцати элементов. Далее массив усредняется, и полученный результат сохраняется в файл данных. Причем, результаты измерения, где ток короткого замыкания СБ меньше 0.1А, не сохраня-

ются. Такие значения тока короткого замыкания соответствуют сумеркам или ночной фазе суток и не представляет интереса для исследования [2].

Нагрузка для измерения ВАХ повышенной точности

Описанная выше схема реализации не позволяет измерять ВАХ при низкой освещенности. Количество точек ВАХ при $S_r \leq 300$ Вт/м² составляет 2-3 точки. Поэтому была проведена модификация схемы измерения ВАХ на основе магазина сопротивлений и микроконтроллера. Число снимаемых точек достигает 30, что позволяет увеличить точность измерений.[3]

Измерения ВАХ осуществляются следующим способом: при запуске программы подается сигнал на микроконтроллер, который подает управляющий сигнал на реле, которые подключают нагрузку. Нагрузка представляет собой магазин сопротивлений от 1 Ом до 8 кОм, что позволяет измерить ВАХ с большой точностью и определить рабочую точку (рис.1).

Управление и визуализация происходит при помощи программы, созданной на платформе LabVIEW (рис. 1).

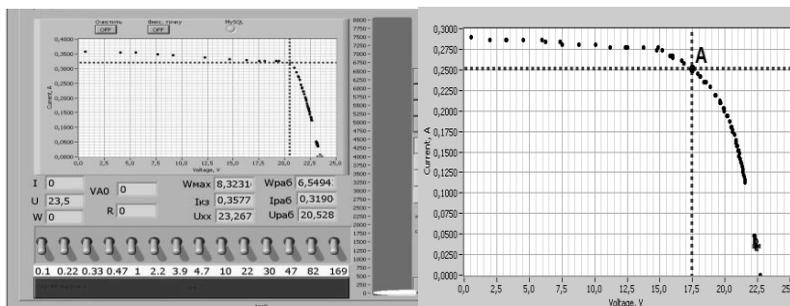


Рис. 1. Окно программы LabVIEW: измерение ВАХ (А - рабочая точка)

Для полноценного осуществления исследования соединили измерение ВАХ ФМ с датчиками климатических параметров. Таким образом, получили TOR-станцию.

TOR-станция

TOR-станция позволяет измерять ВАХ ФМ, определять ее параметры и измерять основные параметры климата. Это позволяет определить эффективность работы ФМ при различных погодных условиях.

Датчики, входящие в станцию:

- Пиранометр;

- Датчик температуры воздуха;
- Датчик влажности;
- Датчик давления;
- Датчик температуры поверхности ФМ;
- Измеритель ВАХ ФМ.

Данная станция установлена на крыше Института Оптики Атмосферы в Академгородке и подключена к ФМ мощностью 25 Вт (КПД=13.8% при $P=1000\text{Вт/м}^2$, $T=25^\circ\text{C}$) [3], установленной под углом 54° к горизонту в южном направлении.

Данные измерений автоматически регистрируются и отображаются на сайте lor.iao.ru с января 2011 года. В результате проведенных испытаний была собрана база данных, состоящая более чем из 20000 записей.

Определение эффективности применения ФМ на территории Томска

На основе данных полученных с TOR-станции за три года был проведен расчет КПД солнечного модуля. Результаты представлены на рис. 2.

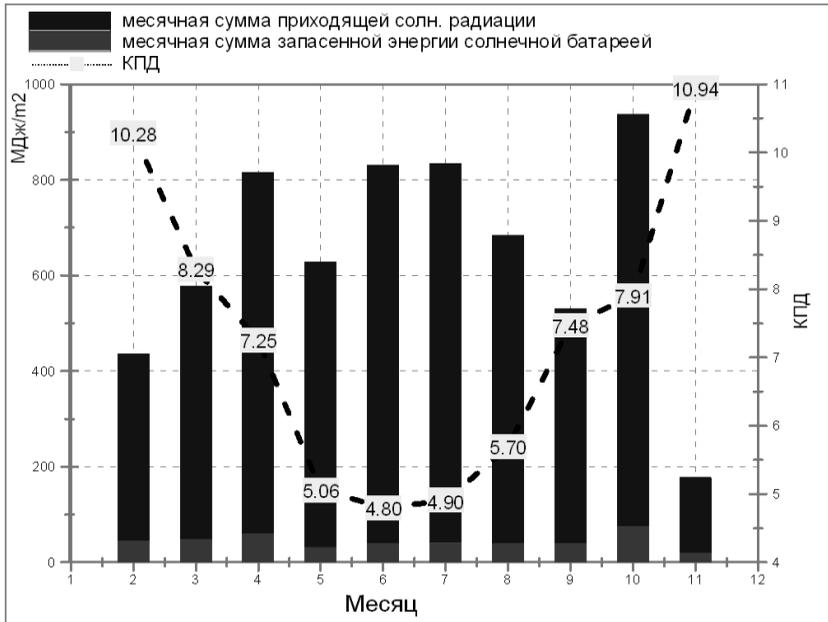


Рис. 2. Эффективность применения ФМ в Томске

Заключение

Из рисунка 2 следует, что КПД ФМ значительно меняется в различные месяцы. Максимальное КПД достигается в зимние месяцы, это связано с тем, что зимой очень велика доля рассеянного излучения отраженного от снега. В летние месяцы эффективность работы ФМ значительно снижается вследствие влияния температуры поверхности ФМ на генерацию энергии [2]. Чем выше температура поверхности модуля, тем меньше генерируется энергии. В среднем за год КПД составляет порядка 6%, что примерно в половину меньше максимально возможного КПД для используемого ФМ. Эффективность можно повысить, используя более современные модули, системы слежения или комбинированные системы [4].

Вывод

- Была создана база измерений ВАХ ФМ и основных климатических параметров влияющих на работу ФМ;
- Результаты измерений доступны в интернете;
- Был определен КПД работы ФМ в Томске, который позволяет сделать вывод о возможности применения солнечных систем на территории как Томска, так и Сибири.

Литература. 1. А.В. Юрченко, А.В. Козлов, Мобильная станция мониторинга работы солнечных батарей в натуральных условиях // Датчик и системы, 2006.-№9.-С. 64-67. **2.** Козлов, А.В.. Контроль влияния параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи : дис ... канд. техн. наук : 05.11.13 / Козлов Артем Владимирович; [Место защиты: Том. политехн. ун-т] - Томск, 2008 - 110 с. ил. **3.** Козлов А.В., Юрченко А.В., Пестунов Д.А. Влияние параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18. № 8. С. 731-734. **4.** Охорзина А.В. Системы слежения за солнцем с применением ФЭД / Охорзина А.В., Китаева М.В., Юрченко А.В., Скороходов А.В // Ползуновский вестник. 2012. № 2-1. С. 213-217.

Реквизиты для справок: Россия, 634034, Томск, пр. Ленина 30, Томский политехнический университет, кафедра информационно-измерительной техники, Д.т.н., профессор **Юрченко А.В.** - niipr@inbox.ru, доцент, к.т.н. **Козлов А.В.** – artem@iao.ru , аспирант **Охорзина А.В.** - ateba_89@mail.ru; аспирант **Китаева М.В.** - kitaevam@trp.ru, тел. (3822) 41-89-11.

МАЛОГАБАРИТНЫЕ АНТЕННЫ 3-Х САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

БОРТНИКОВ И.Д., ЛЮЛЯКИН А.П., ТРУБАЧЕВ А.А.,
ЮРЧЕНКО А.В., ЮРЧЕНКО В.И.

Введение

Во многих областях современной промышленности используются системы контроля, к эксплуатации которых предъявляются высокие требования. Если современный уровень развития методов и средств контроля готовых изделий достаточно высок, то в отношении контроля технологических параметров материалов и изделий в процессе производства достижения ещё незначительны. Особенность неразрушающего контроля заключается в том, что технологические параметры необходимо определять непосредственно в технологическом процессе. Это условие накладывает на метод контроля существенные ограничения. Наиболее эффективными для этих целей являются радиоволновые, тепловые, радиационные и акустические методы. При этом наиболее информативными являются бесконтактные радиоволновые методы контроля, позволяющие контролировать геометрические размеры, наличие дефектов, содержание компонент, толщину покрытия и другие параметры с высокой точностью при сравнительно малых затратах. Именно поэтому радиолокационный контроль объектов и технологии стал в настоящее время интенсивно развивающимся направлением науки и техники во всех странах мира. Появился новый класс устройств, объединяющий микромеханику и электронику. Ожидаемый на период до 2020 года сдвиг от производства к исследованиям и разработкам в основном обусловлен интенсивным освоением интегральной СВЧ электроники и микромеханики, в том числе для контроля параметров технологических процессов. Генераторы в объемном (волноводном) исполнении не удовлетворяют требованиям по степени миниатюризации, технологичности изготовления и стоимости [1–3].

Численное моделирование и экспериментальные исследования характеристик симметричной двухэлементной треугольной микрополосковой антенны

Было проведено численное моделирование и экспериментальные исследования характеристик симметричной двухэлементной треугольной микрополосковой антенны для использования в измерительном оборудовании 3-см диапазона длин волн.

При выборе типа антенны, как и других частей радиотехнической системы, использовали следующие параметры:

- полоса пропускания в пределах 1 ГГц;
- ширина диаграммы порядка 10 градусов в обеих плоскостях;
- высокое значение коэффициента усиления;
- малые габариты (около 5×5 мм);

Активный элемент диода Ганна в антенне имеет симметричное включение, выполнен в виде бескорпусного кристалла [4]. Антенна представляет собой два треугольника, обращенные друг к другу вершинами в виде симметричного вибратора с углом $2\theta = 60$ и диодом в центре между ними.

На диаграмме отложено $k = 2\pi/\lambda$, где $a = l$ – длина плеча и $l = 3\lambda/2\pi = 14,3$ мм. Толщина подложки $h = 1$ мм и проводника $t = 35$ мкм.

Для распространения волны TM_{11} при симметричном возбуждении необходимо, чтобы вдоль одного плеча антенны укладывалась половина длины волны. Для уменьшения потерь использован СВЧ диэлектрик ФЛАН-5.0 с диэлектрической проницаемостью 5 и толщиной 1 мм. Учитывая характеристики материала и длину волны, имеем геометрию антенны, представленную на рис. 1а.

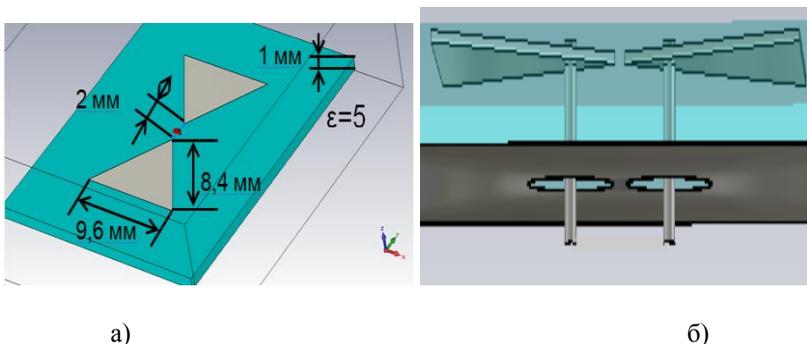


Рис. 1. Модель антенны в САПР:
а) геометрия антенны на материале с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=5$;
б) проводящие линии в конструкции антенны

Конструктивная особенность, которую учитываем при разработке антенны: микрополосковая антенна имеет симметричный вход (см. рис. 1б), измерительные приборы имеют коаксиальный вход. Поэтому необходимо использовать переход для трансформации типа волны и

волнового сопротивления, выполненный на неоднородных линиях при полосе пропускания трансформатора заведомо шире рабочей полосы частот антенны. Полосковая линия плавно переходит в симметричную двухпроводную линию: микрополосок на верхнем слое диэлектрика меняет свое сечение по экспоненциальному закону, преобразуясь в верхнее плечо симметричной линии. Заземленная пластина микрополосковой линии также меняет свое сечение, преобразуясь в нижнее плечо симметричной линии.

Из приведенных на рис. 2 зависимостей следует, что внесение в конструкцию возбуждающих линий не влияет на диаграмму направленности, но существенно влияет на коэффициент отражения антенны. При увеличении расстояния между линиями резонансная частота смещается вниз; наименьшее отражение происходит при расстоянии порядка 4,7 мм при наиболее широкой полосе пропускания. Для того чтобы подключить трансформатор, его нужно согласовать с антенной по волновому сопротивлению, то есть спроектировать геометрию антенны, при которой ее волновое сопротивление, и оптимальные направляющие характеристики сохраняются в достаточно широкой полосе частот.

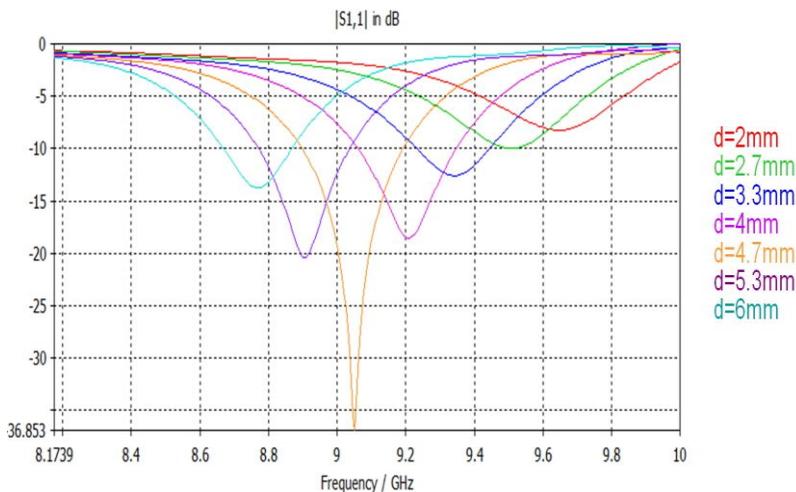


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражения от расстояния между линиями

Микрополосковый трансформатор спроектирован таким образом, чтобы одним концом он соединялся с коаксиальным кабелем на 50 Ом, а другим концом к антенне, согласованной с трансформатором на 45 Ом. Трансформатор имеет геометрию, изображенную на рис.3

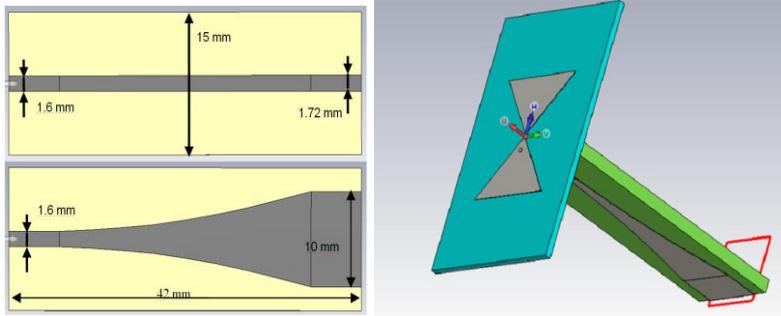


Рис. 3. Геометрия трансформатора на материале с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=10$ и толщиной 2 мм (а) и конструкция исследуемой модели построенной в САПР (б)

Частотная зависимость коэффициента отражения от входа приведена на рис. 4

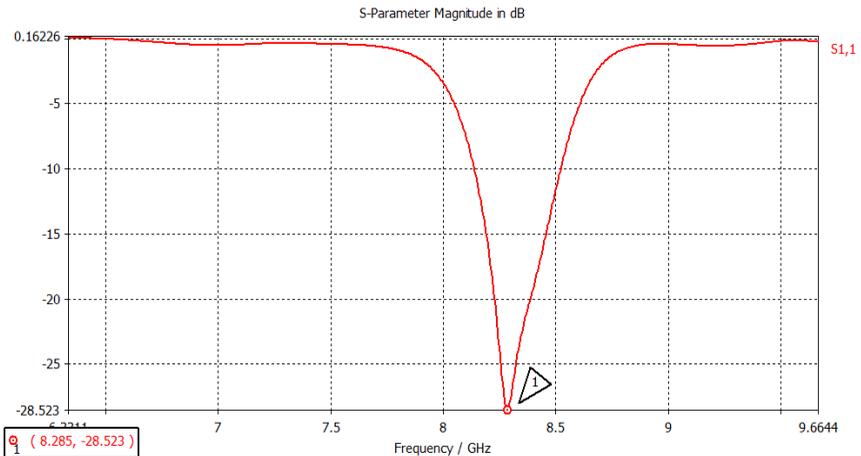


Рис. 4. График частотной зависимости коэффициента отражения от входа

Ширина главного лепестка диаграммы направленности (рис. 5), рассчитанной на частоте 8,3 ГГц, в Е-плоскости составила 77 градусов при уровне боковых лепестков -12,5 дБ, и 74 градуса при уровне боковых лепестков -9 дБ в Н-плоскости. Коэффициент усиления составил 4,8 дБ.

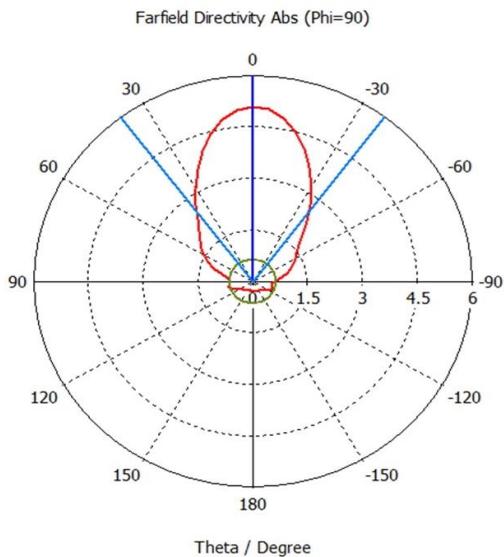


Рис. 5. Диаграммы направленности антенны в двух плоскостях

По рассчитанной модели методом фотолитографии и травления были выполнены образцы антенны и трансформатора (рис. 6).

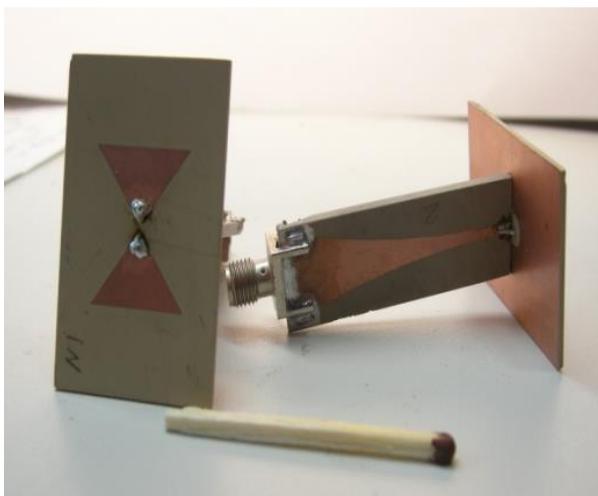


Рис. 6. Внешний вид антенны

В эксперименте использовался измеритель модуля коэффициента передачи и отражения P2M-18/2, который являлся основной частью установки для измерения диаграммы направленности антенны. На рис. 7 представлена структурная схема измерительной установки.

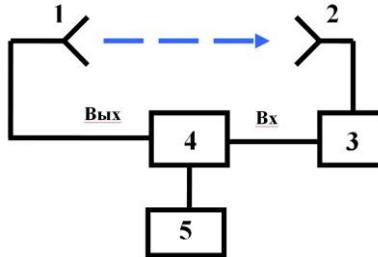


Рис. 7. Структурная схема экспериментальной установки: 1) передающая рупорная антенна; 2) исследуемая патч-антенна; 3) поворотный механизм; 4) измеритель комплексных коэффициентов передачи P2M-18/2; 5) ЭВМ

С выхода измерителя 4 подаётся сигнал на рупорную антенну 1, а на его выходе измеряется мощность, приходящая с исследуемой антенны 2. Приемная антенна закреплена на вращающемся штативе 3, в ходе эксперимента осуществляющего поворот антенны вокруг своей оси с шагом 5 градусов. На каждом шаге на ЭВМ приходят данные с измеренной мощностью на всем диапазоне (8-12 ГГц), и сохраняются в соответствующем файле. Далее данные обрабатываются и обретают форму диаграмм. На рис. 8 представлены рассчитанные и полученные экспериментальным путем диаграммы направленности антенны. В диапазоне от 9 до 10 ГГц диаграмма направленности совпадает с расчетной, с некоторым сдвигом по частоте. Выше и ниже этого диапазона растет уровень боковых лепестков.

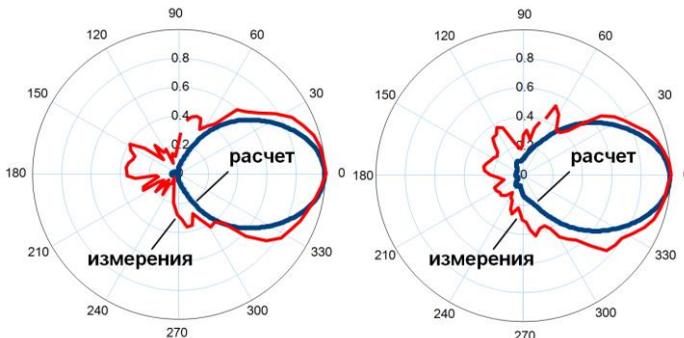


Рис. 8. Диаграмма направленности антенны на частоте 9,7 ГГц

Достигнуть сходимости результатов удастся корректировкой модели, а именно уменьшением величины диэлектрической проницаемости на 18% от значения этой величины, указанной в паспорте материала, выбрав величину 4,1. На рис. 9 представлены графики зависимости коэффициента отражения от входа антенны от частоты, полученной при измерениях, моделировании и моделировании с поправкой по диэлектрической проницаемости материала.

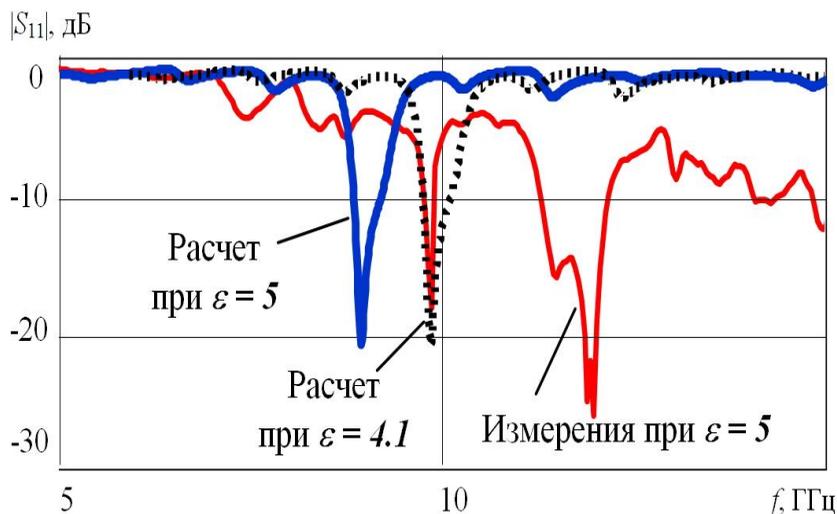


Рис. 9. Коэффициент отражения от входа антенны.

Данная закономерность в проектировании микрополосковых СВЧ устройств на диэлектрической подложке и моделировании их характеристик с использованием алгоритма расчета во временной области, очевидно, проявляется повсеместно в работе программного продукта. Возможно, это связано с использованием академической версии, предназначенной для освоения программы. Тем не менее, зная поправку на значение диэлектрической проницаемости материала, можно использовать расчеты на моделях при изготовлении антенн и других микрополосковых устройств.

Заключение

В статье был рассмотрен процесс проектирования активной микрополосковой патч-антенны 3-х сантиметрового диапазона длин волн.

По результатам исследования антенны можно сделать следующие выводы:

1. Активная микрополосковая антенна может быть широко применима для работы в СВЧ диапазоне длин волн за счёт простоты изготовления и наиболее подходящих характеристик.

2. Двухэлементная патч-антенна с треугольными плечами с модой ТМ₁₁ наилучшим образом подходит для монтажа бескорпусных диодов Ганна.

3. При моделировании характеристик резонансных микрополосковых СВЧ устройств на диэлектрической подложке в академической версии программы CST Microwave Studio с использованием алгоритма расчета во временной области для обеспечения сходимости расчетов и экспериментальных данных необходимо на 18% уменьшать диэлектрическую проницаемость материала подложки по сравнению с паспортным значением.

Литература. 1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник /В.В. Клюева,Ф.Р. Соснин, А.А. Ковалёв и др; Под ред. В.В. Клюева.2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 686 с.: ил.
2. С.Д. Воторопин, В.Я.Носков. Автодинные минирадары КВЧ диапазона // XV Международная Крымская Микроволновая Конференция «КрыМи-Ко'2005»: материалы конференции, Севастополь, 12-16 Сентября 2005. – Севастополь: Вебер, 2005. – С. 937-938. **3.** Люлякин А.П., Трубочев А.А., Юрченко В.И.Активные автодинные КВЧ датчики для контроля различных объектов и технологических процессов // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр. / под ред. А. И. Громько, Г. С. Патрина; Сиб. федер. ун-т. – Красноярск, 2012. – С. 348-352. **4.** Пат. 2064718 Российская Федерация, МКИ Н 01 L 47 / 02. Диод Ганна / Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов. – №5046020/25, заявл. 04.06.1992, опубл.27.07.1996.

Реквизиты для справок: *Студент-магистрант Бортников И.Д, idb1@tpu.ru; д.т.н., проф. Юрченко А.В., тел. 8-913-826-03-01, niipr@inbox.ru - Томский политехнический университет, кафедра информационно-измерительной техники; аспирант Люлякин А.П.; аспирант Трубочев А.А. - Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, office@tusur.ru, tusur.ru, (3822) 51-05-30; начальник отдела Юрченко В.И., Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОГОННОЙ ЕМКОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ.

ГОЛЬДШТЕЙН А.Е., ВАВИЛОВА Г.В.

Одной из основных характеристик ряда кабельных изделий является погонная емкость. Данная характеристика особенно важна для кабелей связи, радиочастотных кабелей и кабелей управления. Стандарты на соответствующие виды кабелей нормируют значение погонной емкости.

Метод выходного контроля погонной емкости регламентируется ГОСТ 27893-88 [1]. Ведущие в области кабельного приборостроения зарубежные фирмы Zumbach, Sikora, Proton Products широко используют для контроля погонной емкости кабеля трубчатый электрод, погруженный в охлаждающую ванну экструзионной линии, для обеспечения непрерывного контроля в процессе производства кабеля.

Особенность этого метода контроля заключается в том, что изготавливаемый кабель в технологической линии постоянно движется через трубчатый электрод. В процессе измеряется емкость цилиндрического конденсатора, составными частями которого является токопроводящая жила (первая обкладка) и вода охлаждающей ванны (вторая обкладка). Вода создает электрический контакт между поверхностью изоляции кабеля и трубчатым электродом.

Конструкция измерительного преобразователя представлена на рисунке 1 [2]. Так как процесс измерения осуществляется при движении кабеля в технологической линии и измеряется емкость только части

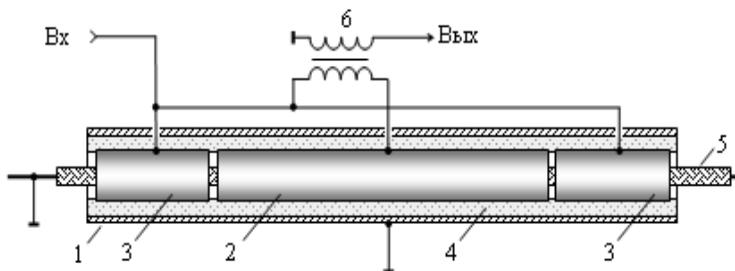


Рис. 1. Конструкция электроемкостного измерительного преобразователя:

1 – корпус преобразователя; 2 – измерительный электрод; 3 – дополнительные электроды; 4 – диэлектрик; 5 – кабель; 6 – трансформатор тока

кабеля, находящейся внутри измерительного электрода, к конструкции электроемкостного преобразователя предъявляются достаточно высокие требования.

Вода является основной частью измерительного преобразователя, так как выполняет функции второго электрода. С одной стороны, вода является диэлектриком, и ее можно рассматривать как второй слой в цилиндрическом конденсаторе, образуемом жилой кабеля и измерительным электродом. С другой стороны, вода с некоторым содержанием соли является раствором электролита и сама выступает в роли второй обкладки цилиндрического конденсатора.

Изменение электропроводности воды вызывает неоднородность поля в области измерения емкости кабеля, что приводит к возникновению методической погрешности. Для проведения измерений необходимо обеспечивать однородность поля в области между измерительным электродом и жилой кабеля.

Подбор оптимальных геометрических параметров электроемкостного преобразователя проводится с применением моделирования в программе COMSOL Multiphysics 3.5a. Рассматривая картину поля, создаваемого измерительным электродом (рисунок 2), наблюдаем сильное растекание поля на наружной границе измерительного электрода.

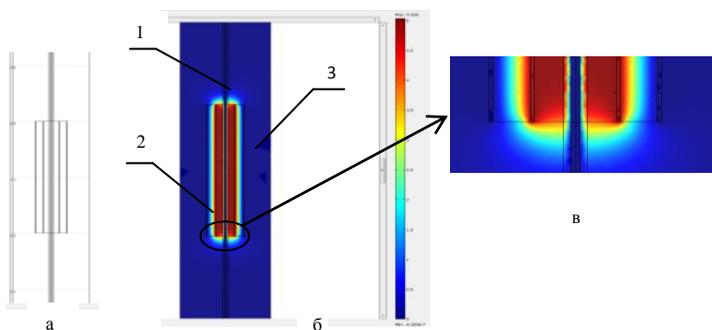


Рис. 2. Модель поля, создаваемого электродом электроемкостного преобразователя

а) – конструкция электрода; б) – модель поля; в) увеличенный фрагмент краевого эффекта.

1 – кабель, 2 – электрод, 3 – вода

Искажение поля приводит к изменению емкости измеряемого конденсатора, создаваемого кабелем и трубчатым электродом, в результате появляется методическая погрешности - 15,5%. В качестве действи-

тельного значения емкости используется значение емкости средней части измерительного электрода, где поле однородное, в пересчете на один метр.

В программе COMSOL Multiphysics 3.5a моделируются различные конструкции электроемкостного преобразователя. В качестве исходных приняты следующие значения: длина измерительного электрода – 20 см, радиус жилы электрического кабеля – 1 мм, радиус изоляции кабеля – 3 мм, внутренний радиус измерительного электрода, $r_{им}$ – 1 см.

Введение в конструкцию электроемкостного преобразователя дополнительных электродов, расположенных соосно с измерительным электродом, позволяет уменьшить методическую погрешность измерения за счет переноса зоны искажения поля за границы измерительного электрода (рисунок 3).

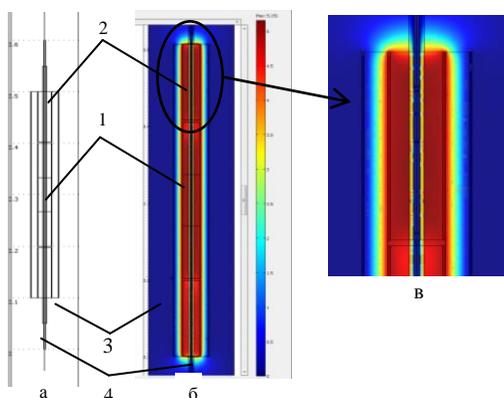


Рис. 3. Корректировка поля в измерительном электроде за счет введения дополнительных электродов

а) – конструкция электрода; б) – модель поля; в) увеличенный фрагмент краевого эффекта.

1 – измерительный электрод, 2 – дополнительный электрод, 3 – вода, 4 – кабель

Проведены измерения емкости цилиндрического конденсатора, создаваемого жилой электрического кабеля и трубчатым измерительным электродом, при изменении длины дополнительных электродов в диапазоне от $r_{им}$ до $10 r_{им}$ и при изменении зазора между измерительным и дополнительными электродами в диапазоне от $0,1 r_{им}$ до $1,5 r_{им}$. Диапазон изменения погрешности от номинального значения емкости составляет от 0,09% до 7%.

На рисунке 4 представлена зависимость отклонения емкости электроизмерительного преобразователя от изменения зазора между измерительным и дополнительными электродами при различных длинах дополнительных электродов.

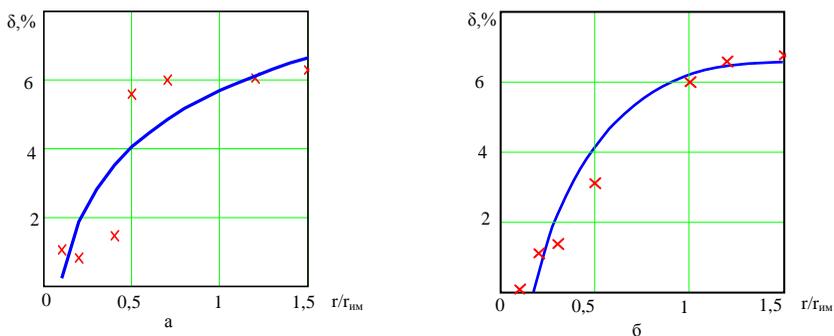


Рис. 4. Зависимость отклонения емкости от изменения зазора при различных длинах дополнительных электродов.

а) длина доп. электрода 5 см, б) длина доп. электрода 10 см

Выводы. Таким образом, показано, что при использовании только измерительного электрода имеется сильное растекание тока в измерительной зоне, что приводит к значительной методической погрешности при измерении емкости более 15 %. Чтобы устранить указанную погрешность в конструкцию электроемкостного преобразователя добавляются дополнительные электроды, длина которых должна быть как минимум в 5 раза больше, чем радиус $r_{им}$ измерительного электрода для достижения погрешности менее 2 %. При увеличении зазора между измерительным и дополнительными электродами также увеличивается погрешность. Поэтому для получения погрешности менее 2% рекомендуется использовать зазор не более 0,5 $r_{им}$. Эта методическая погрешность в 2 % будет скорректирована при калибровке измерительного прибора.

Литература. 1. ГОСТ 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний». **2.** Гольдштейн А. Е., Вавилова Г. В. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля // Ползуновский вестник. - 2013 - № 2. - С. 146-150

Реквизиты для справок: Россия, 634034, Томск, пр. Ленина 30, ТПУ, кафедра информационно-измерительной техники, Д.т.н., профессор **Гольдштейн А.Е.** - algol@tpu.ru, ст. преподаватель **Вавилова Г.В.** wgw@tpu.ru, тел. (3822) 41-89-11.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ 3D-ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГРАДИЕНТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-07-97523),
задания №2014/13 на выполнение государственных работ в сфере
научной деятельности в рамках базовой части
государственного задания Минобрнауки России**

БАРИНОВ А.Е., ЗАХАРОВ А.А.

Одной из задач систем технического зрения (СТЗ) является определение положения и ориентации трехмерных объектов. Положение и ориентацию объекта можно определить с помощью лазера, установки гироскопов, анализов прохождения звуковой волны или по электромагнитному полю. Но данная группа методов обладает серьезным недостатком – объект необходимо оснащать специальными датчиками. Поэтому в последнее время все большее развиваются методы бесконтактного анализа изображения сцены – области пространства, обозреваемого видеокамерой [1, 2].

На сегодняшний день проблема распознавания положения и ориентации не раскрыта полностью и постоянно идут разработки новых подходов к решению данной задачи. Наиболее популярными являются: анализ совпадений с шаблонами [3], методы, использующие геометрические особенности [4], методы нелинейной регрессии [5] и т.д. В целом они справляются с поставленной перед ними задачей, но часто оказываются неприменимыми при работе в реальном времени, так как используют характеристики изображения низкого уровня, предполагающие попиксельную обработку. Это в свою очередь ведет к высоким затратам ресурсов и времени, что не позволяет использовать их на реальных объектах. Напротив, алгоритмы, использующие графы, основаны на извлечении особенностей более высокого уровня, что положительно сказывается на производительности, точности и надежности распознавания [6].

Поэтому в данной работе для анализа положения трехмерного объекта предполагается использовать графы. Данный подход имеет широкое применение в задачах анализа лиц человека, распознавания конкретного положения головы и идентификации личности [7]. Графы, как описательная модель, позволяют обрабатывать целые классы объектов. Также с их помощью можно выполнить оценку конкретного положения и ориентации трехмерного объекта. Основная особенность в такой модели – гарантированная инвариантность к изменениям положения и ориентации, что дает высокую вероятность успешного рас-

познавания. Еще одной особенностью использования графов является возможность хранения структуры, характеризующей класс объекта.

Рассматривая алгоритм в общем случае, необходимо ввести некоторые ограничения:

- форма объекта не может меняться во времени;
- движение объекта на сцене осуществляется либо поступательно, либо вращательно;
- информация получается с одной камеры, закрепленной в конкретной точке;
- условия освещения позволяют получить требуемое изображение сцены.

Перед тем, как алгоритм сможет начать свою работу необходимо провести обучение, в результате которого будет сформирована база данных эталонов.

Чтобы построить граф, необходимо выделить характерные особенности изображения объекта. Для этого предполагается использовать гистограммы ориентированных градиентов (HOG). Получив эти особенности и проведя группировку, можно представить объект как набор плоскостей [6]. Затем необходимо найти центр каждой такой плоскости – это будут узлы графа. От каждого узла к ближайшему соседнему узлу проводится дуга, являющаяся расстоянием от центра к центру. В результате образуется граф. Такой граф рассчитывается для каждого положения каждого объекта и записывается в базу данных эталонов.

Графы представляются последовательностями дуг. Значение дуги – расстояния между узлами, которые эта дуга связывает. У каждого графа есть корневой узел, находящийся в вершине графа и представленный самой верхней обнаруженной плоскостью.

Граф обозначается следующим образом:

$$\Gamma = \{B_0, B_1, \dots, B_n\},$$

где B_i – значение ветви, n – количество ветвей.

База эталонов состоит из графов, полученных в процессе обучения, и записывается как:

$$E = \{\Gamma_0, \Gamma_1, \dots, \Gamma_n\},$$

где Γ_i – граф, описывающий конкретное положение какого-либо объекта, n – количество графов в базе эталонов.

Обученная система может быть запущена для обработки на реальных объектах. На рис. 1 показаны этапы создания графа по изображению объекта, находящегося в определенном положении.

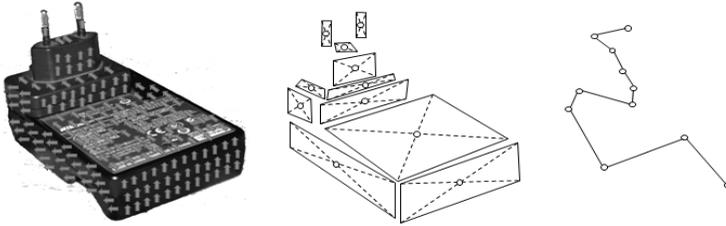


Рис. 1. Этапы построения графа объекта

После обнаружения объекта необходимо по вышеописанному методу построить его граф. Процесс определения положения и ориентации состоит в сравнении полученного графа с графами, хранящимися в базе эталонов.

Расчитанный граф, аналогично графам из базы данных эталонов описывается значениями ветвей, но может иметь другое их количество – N .

Так как количество ветвей у полученного графа и графов, хранящихся в базе эталонов, могут быть различными, производится фильтрация по условию:

$$N = n$$

Далее для осуществления сравнения графов необходимо рассчитать коэффициент масштабирования. Для этого понадобится значение B_0 – ветви от корневого узла графа.

$$K_m = \frac{B_0}{B_{o\bar{o}_0}}$$

Нет необходимости рассчитывать коэффициент масштабирования для каждой ветви графа, так как все они одинаково пропорционально изменяются в процессе увеличения или уменьшения размера.

Для нахождения степени различия необходимо пройти по всем графам, которые удовлетворили фильтру:

$$P_0 = \sum_{i=0}^N (B_i - K_m B_{o\bar{o}_i}),$$

где P_0 – степень различия с первым графом отфильтрованной последовательности, N – количество ветвей графа.

Этот процесс проводится для всех отобранных графов из базы эталонов. После получения степени различия, можно сделать вывод о наиболее удовлетворяющем графе путем нахождения минимума:

$$\arg \min(P_0, P_1, \dots, P_n)$$

В результате, разработанный алгоритм проверялся на работоспособность с помощью среды Matlab. Для теста были получены изображения реальных объектов при помощи зеркальной фотокамеры. Специально были выбраны объекты разнообразной формы, а условия освещения приемлемыми для получения четкого изображения (использовался источник равномерного освещения). На рис. 2 показан пример извлечения HOG-особенностей из изображений реального объекта. В ходе тестирования было выявлено, что алгоритм ведет себя адекватно, если на объекте нет областей с повышенной яркостью, а плоскости объекта не обладают частыми и резкими изменениями в структуре.



Рис. 2. Получение HOG-особенностей

Литература. 1. Холопов В.А., Голубцов И.Н. Классификация автоматизированных производств для определения уровня и метода их автоматизации // Ползуновский Вестник 2012, №1 – С. 315-317 с. **2.** Баринов А.Е., Фомин С.П. Анализ проблемной ситуации контроля процесса производства слябов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных, 2012, №1. – С. 16-22. **3.** Georghiadis A.S., Belhumeur P.N. Kriegman D.J. From Few to Many: Generative Models for Recognition Under Variable Pose and Illumination // Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on (Volume:23, Issue: 6), 2001, Pages 643 – 660 **4.** Chutorian E., Trivedi M. Head Pose Estimation for Driver Assistance Systems// Proc. 10th Int’l IEEE Conf. Intelligent Transportation Systems, pp. 709-714, 2007 **5.** Sommer G., Rosenhahn B., Zhang Y. Pose estimation using geometric constraints // in Multi-Image Search and Analysis, R. Klette, Th. Huang, and G. Gimmel’farb (Eds.), LNCS 2032, Springer-Verlag, Heidelberg, 2001, pp. 153–170. **6.** Xiang Y., Savarese S. Estimating the aspect layout of object categories. In CVPR, 2012. **7.** Murphy-Chutorian E., Trivedi M.M. Head pose estimation in computer vision: a survey // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 31 (4) (2009) 607–626.

Реквизиты для справок. Баринов А.Е. – alexey.barinov.murom@yandex.ru, Захаров А.А. - aa-zaharov@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРПОЗИЦИЙ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИНОМОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

МАМОНТОВ А.И., ВЭЙ ПЬО ТУН, СИ ТХУ АУНГ

В настоящей работе исследуются вопросы, связанные с обработкой изображений. В настоящее время методы обработки изображений достаточно активно развиваются. В то же время, многие задачи, связанные с обработкой изображений, всё ещё далеки от решения, например, достаточно сложно классифицировать изображения.

В настоящей работе предполагается рассмотреть возможности применения суперпозиций полиномов при обработке изображений, а также сущности и подходы, которые предлагаются использовать для этого.

Под графическими примитивами понимаются простейшие графические объекты, отображаемые на рисунке. Например: линии, треугольники, прямоугольники, окружности, текст. Для выделения графических примитивов удобно использовать готовые библиотеки.

Следует отметить OpenCV — библиотеку алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Для распознавания текстов уместно использовать свободную компьютерную программу Tesseract (англ. тессеракт). Упомянем также Hunspell — свободную программу для проверки орфографии. Программа Hunspell позволяет определять, какие из графических примитивов, подозрительных на то, чтобы являться текстом, действительно являются текстом на определённом языке, а не чем-то другим. Например, за последовательность знаков препинания может быть принята граница объекта.

Для определения линий, треугольников, окружностей и других простейших графических объектов. можно использовать, например, готовую функцию - преобразование Хаара, реализованное в OpenCV.

Напомним, что *функциональная система* – это алгебра $(F; \Omega)$, где F – некоторое множество функций, замкнутое относительно фиксированного множества операций Ω . Функциональные системы применяются в кибернетике для описания различных классов управляющих систем (комбинационных и релейно-контактных схем, конечных автоматов и др.). При этом F соответствует функциям, реализуемым управляющими системами, Ω – правилам построения новых управляющих систем из заданных [1].

Отметим, что функциональные системы часто применяются при организации эффективных вычислений (см. например, [2]).

Рассматривается функциональная система линейных полиномов с целыми коэффициентами и операцией суперпозиции $(L(\mathbf{Z}), C)$. Здесь $L(\mathbf{Z})$ – множество полиномов с целыми коэффициентами, то есть формул вида

$$a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i,$$

C - операции суперпозиции:

- а) переименование переменных,
- б) отождествление переменных,
- в) подстановка переменных на места переменных другой функции.

В работе [3,4] было показано, что функциональная система линейных полиномов с целыми коэффициентами может быть применена при анализе и классификации текстовых документов. Результаты нашего исследования показали, что похожие алгоритмы можно применять и при работе с изображениями.

Например, можно рассмотреть следующий достаточно популярный способ классификации изображений. Изображение разбивается на квадраты. Из каждого квадрата выделяется единственный графический примитив и далее производится классификация изображения теми же методами, которые используются при классификации текста, представленного в виде “мешка слов”. В наших исследованиях [3,4] было показано, что при подобном представлении текстов можно использовать суперпозиции линейных полиномов с целыми коэффициентами для их классификации.

Таким образом, в результате машинного обучения можно получить некоторое количество n графических примитивов и вектор

$$A = (a_1, \dots, a_n),$$

где a_i – целое число, вес i - го графического примитива в классе.

Любое изображение X можно представить в виде вектора

$$X = (x_1, \dots, x_n),$$

где x_i – количество вхождений i - го графического примитива в изображение.

Степень соответствия между классом и изображением X определяется как скалярное произведение между их векторными представлениями:

$$AX = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i$$

При этом задаётся некоторый порог C , и, если $AX \geq C$, то принимается решение о том, что изображение X принадлежит к классу A , если же $AX < C$, то принимается решение о том, что изображение X не принадлежит к классу A .

Если классов, которым может принадлежать изображение сравнительно много, то можно, как и в случае с текстами, использовать суперпозиции полиномов. Так полином, соответствующий подклассу может включаться в полином, соответствующий классу. Например, символ латиницы одновременно является и символом, который может входить в тексты не только на латинице.

Общая схема программы классификации изображений может быть следующей: 1) выделение графических примитивов; 2) подсчёт числа примитивов; 3) подсчёт суперпозиций; 4) дообучение.

Исследование этого способа классификации изображений проводилось в рамках подготовки дипломных проектов, а также при написании ряда программ. Также мы сравнили результаты исследований текстового классификатора [3, 4] и классификатора изображений. В качестве основных особенностей нашего классификатора изображений следует отметить: 1) в случае с изображениями приходится решать отдельную задачу по выделению графических примитивов, 2) выявлена проблема анализа частей изображения, В целом, отметим, что задача классификации изображений более сложная, чем задача классификации текстов.

Литература. 1. Кудрявцев В.Б. Функциональные системы. Монография. М., Издательство МГУ. 1982г. 2. Кутепов В.П. Функциональные системы и параллельные вычисления: Дисс. докт. техн. наук. - М., 1981. 3. Мамонтов А.И. Организация классификации с использованием функциональных систем линейных полиномов // Вестник МЭИ. – 2013. - № 6 – С. 37-42. 4. Мамонтов А.И. Обоснование классификатора, использующего суперпозиции полиномов // Измерение, контроль, информатизация: Материалы 14 международной научно-технической конференции "ИКИ-2013". – Т. 2. – С. 157-161.

Реквизиты для справок. Россия, 107207, Москва, Красноказарменная ул., 14, НИУ "МЭИ", кафедра математического моделирования, Мамонтову А.И., тел. (8495)3627774. E-mail: MamontovAI@mpei.ru

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 14-01-00671а)

SIMPLE CURVE SMOOTHING METHODS FOR WEATHER MONITORING SYSTEM

H. HUSSEIN

Curve fitting and smoothing methods have been used for converting scattered data to modeled mathematical function [1-11]. Smoothing data is creating an approximating function that attempts to capture important patterns in the data, while excluding noise or other fluctuations.

Technically, data smoothing is a type of low pass filtering, which means that it blocks out the high frequency components (short fluctuations) in order to focus on the low frequency ones (longer trends).

In our weather monitoring systems [12], there are many sensors that measure weather parameters. The measured data are stored in the server database and can be displayed on the project website (<http://abc.altstu.ru/>).

From the plotted curves, was observed that the curves suffered from fluctuations, especially in the long term.

In this paper, two curve smoothing approach will be proposed and applied to the measured values to facilitate the system observation.

Proposed methods. To test the measured data, a sample for one month (August 2013) has been selected and plotted using Matlab as shown in figure 1. As shown in the figure 1 the data were scattered widely. To get a smoothed curve, the regular curve fitting approaches were applied using Matlab. Figure 2 shows the linear curve fitting and 6th order polynomial fitting for the measured data.

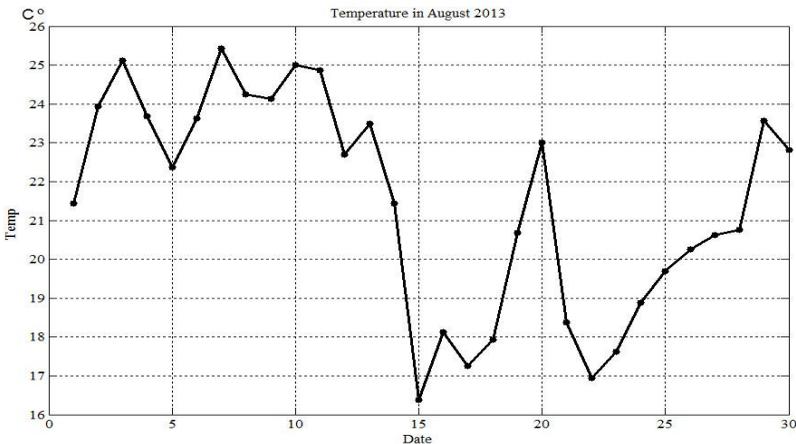


Fig.1. Actual measured data in one month (August 2013).

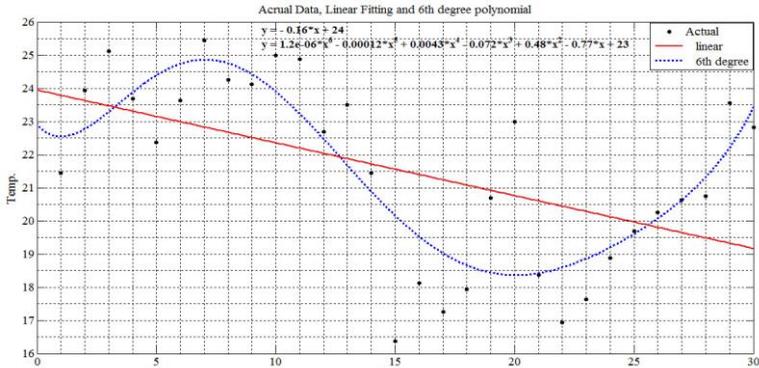


Fig.2. Actual data, linear fitting and 6th order polynomial fitting (August 2013).

From calculations, R^2 (coefficient of determination) [5, 7] for each method equals 0.25 and 0.67 respectively, which indicated that the regular fitting methods suffered from accuracy issue.

So that, two alternative methods will be presented to overcome the accuracy issue and get a fairly smoothed curves.

First method” Levels Averages”. This method depends on dividing the measured data into levels (L) and every value of measured data within a level will be replaced with the average value of that level. The following equation summarizes that process:

$$\forall y(t_i) \in L_x : f(t_i) = \text{mean}(L_x).$$

Where: $y(t_i)$ is the measured value at the time t_i , $f(t_i)$ is the modified value and L_x the level, at which the measured value is located.

This method has been applied for measured data in one month (August 2013). The result has been plotted using Matlab as shown in figure 3.

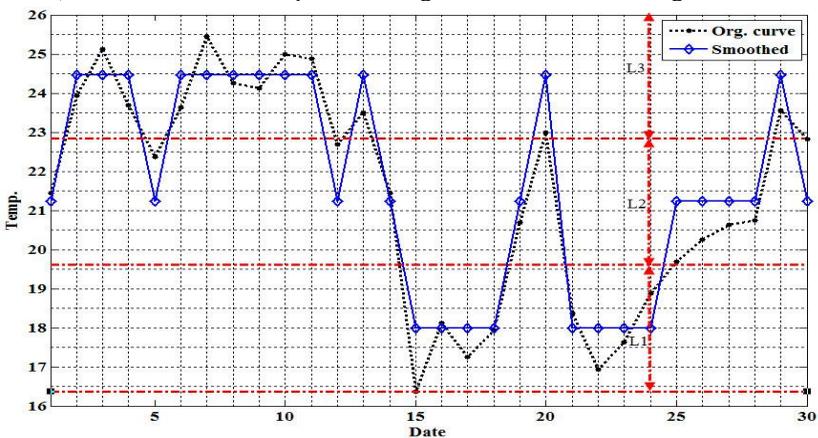


Fig.3. first proposed methods (Level average) output curve (August 2013).

The R^2 for the proposed method equals 0.89, which is better than the regular curve fitting method. But the results of the proposed method still suffer from fluctuations.

Second method” Time interval segmentation”. This method depends on dividing the time period of the measured data into small segments (s_1, s_2, \dots, s_n). The actual measured data will be replaced with their average values within each segment. The following steps summarize the method algorithm.

- Eliminating fluctuations: By normalizing points that make the curve fitting accuracy decreased. The equation summarizes the normalizing process:

$$f(t) = \begin{cases} y(t) & , y(t) - \bar{y} < tol \\ (y(t) - \bar{y})/2 & , y(t) - \bar{y} \geq tol \end{cases}$$

Where $y(t)$ is the actual measured data and \bar{y} is the mean value of $y(t)$.

- Time interval segmentation: For simplicity, the time axis will be divided into symmetrical time slots (s_1, s_2, \dots, s_n). The average for all values in every time slot will be calculated according to the following equations:

$$\bar{y}(\bar{t}) = \text{mean} (f_i(t) : f_{i+s}(t))$$

where: $\bar{t} = \text{mean}(t_i : t_{i+s})$

$i = 1, s, 2s, \dots, N-s$

N : the length of $f(t)$.

s : the time slot width.

The result has been plotted using MATLAB and the output is shown in figure 4.

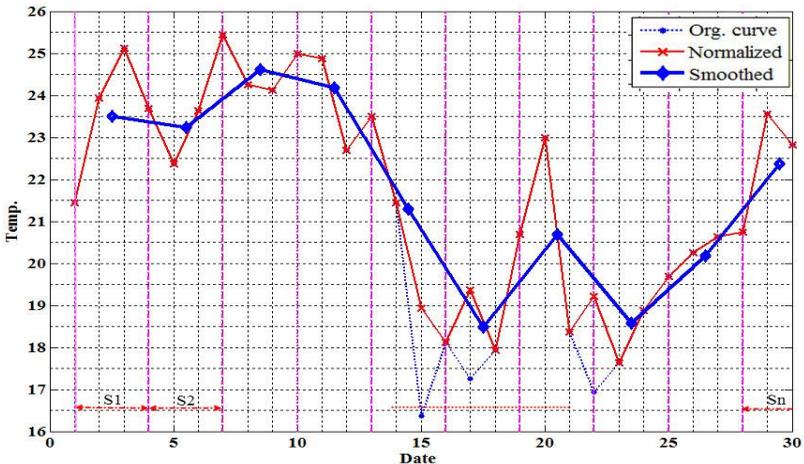


Fig.4. Actual data, Normalized and Smoothed curves for 2nd method.

The R^2 for the second method equals 0.8. The accuracy of that method is directly proportional with the time slots width (s).

From the previous results, it seems that the second proposed method is better, because the output curve is smoother than the other method. Also the coefficients of determination R^2 in both methods were almost the same. So, the second method has been applied for the measured data in a short term (one day) and in a long term (one year) the results are shown in figures 5 and 6.

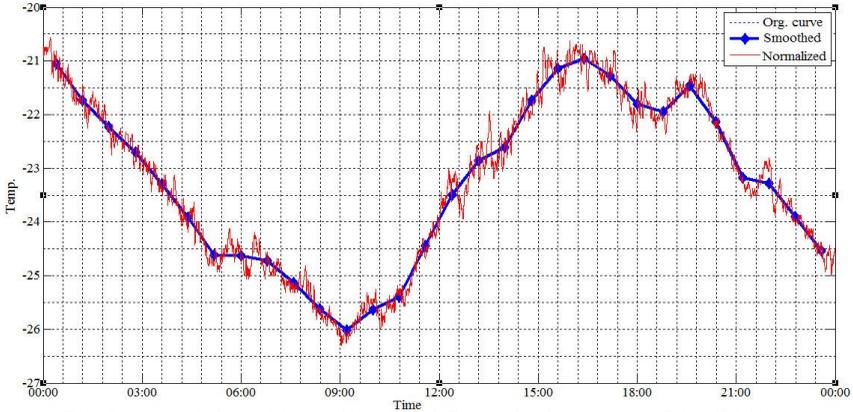


Fig.5. Actual data, Normalized and Smoothed curves at 30/1/2014

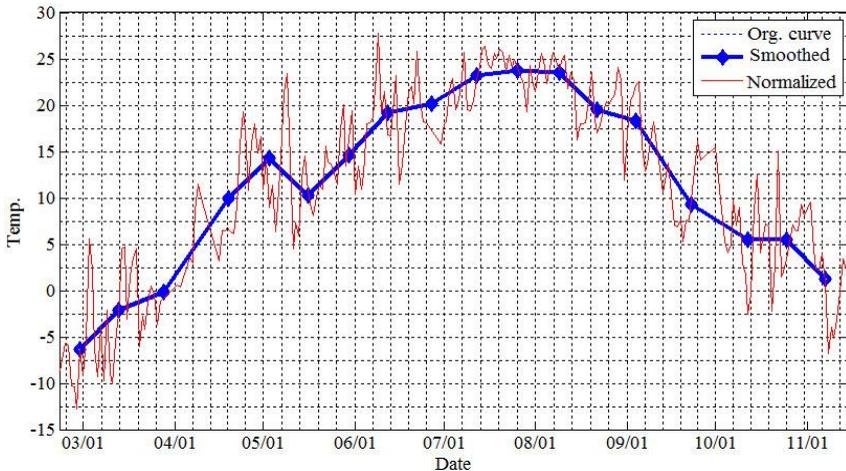


Fig. 6. Actual data, Normalized and Smoothed curves in 2013

The output curves indicate that the interval segmentation method is useful for curve smoothing without losing the accuracy especially for short period measurements.

Conclusion. Two curve smoothing methods were presented for weather monitoring system. The first depends on dividing the measured values into levels. All measured values within a level were replaced with the mean value of that level.

A better method depends on dividing the time period into slots. All actual values were replaced with the average within the corresponding slot.

The output curves, plotted using Matlab, indicated the effectiveness and efficiency of the proposed methods.

References. 1. S. L. Arlinghaus, "Practical Handbook of Curve Fitting," CRC Press, 1994. 2. J. Hoschek, "Smoothing of curves and surfaces," Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), Computer Aided Geometric Design 2, 1985, pp. 97-105. 3. K. Lawonn et al., "Adaptive and robust curve smoothing on surface meshes," Elsevier Computers & Graphics, Vol.40, May 2014, Pp.22–35. 4. Y. Wang et al., "Adaptive variational curve smoothing based on level set method," Elsevier Journal of Computational Physics 228, 2009, pp. 6333–6348. 5. J. Bird, "Engineering Mathematics," Elsevier Ltd, Fifth edition, 2007. 6. R. Weitkumat, "Digital Biosignal Processing," Elsevier Science Publishers B. V, 1991. 7. R. Steel and J. Torrie, "Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences," McGraw Hill, 1960. 8. K. Maccallum and J. Zhang, "Curve-smoothing Techniques Using B-splines," Oxford Journals Mathematics & Physical Sciences Computer Journal Vol. 29, No. 6, Pp. 564-571. 1986. 9. D. Lowe, "Organization of smooth image curves at multiple scales," Int. J. Computer Vision, vol. 3, no. 2, pp. 119-130, June 1989. 10. G. Taubin. "Curve and surface smoothing without shrinkage," Fifth International Conference on Computer Vision, pp. 852 – 857, June 1995. 11. J. Simonoff, "Smoothing Methods in Statistics," Springer; Corrected edition, 1998. 12. H.M.Hussein, R.V.Kuntz, L.I. Suchkova, A.G.Yakunin "Design and implementation of weather and technology process monitoring systems", Известия Алтайского государственного университета, 2013, No. 1, С. 210-214.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова, Факультет информационных технологий, кафедра вычислительных систем и информационной безопасности,
Якунин А.Г., тел. (8(3852) 29-07-86. e-mail: lis@agtu.secna.ru

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТАХ В ПОРИСТЫХ ТЕЛАХ

ХМЕЛЕВ С.С., ХМЕЛЕВ В.Н., ГЕННЕ Д.В.

Сверление грунта путем выполнения отверстий малого диаметра и забор образцов без изменения структуры, состава и температуры исследуемого материала остается одной из важных проблем при исследовании поверхности других планет и небесных объектов, а также при проведении геологоразведочных сверлений в удаленных и труднодоступных районах Земли.

При использовании традиционного сверлильно-долбежного оборудования забор образцов неизбежно сопровождается существенным повышением температуры грунта в зоне разрушения грунта. Повышение температуры из-за интенсивного нагрева рабочего инструмента за счет трения обуславливает невозможность обеспечения сохранности замороженных и летучих компонентов в отбираемых образцах.

В связи с этим, одним из наиболее перспективных путей совершенствования технологии глубокого сверления отверстий малого диаметра для забора образцов грунта является наложение на рабочий инструмент ультразвуковых колебаний высокой интенсивности.

Для проведения сверлильных работ в пористых телах (имитирующих земные и неземные грунты) была разработана ультразвуковая колебательная система (УЗКС), конструкция которой подробно описана в работе [1, 2], и схематично показана на рис. 1.

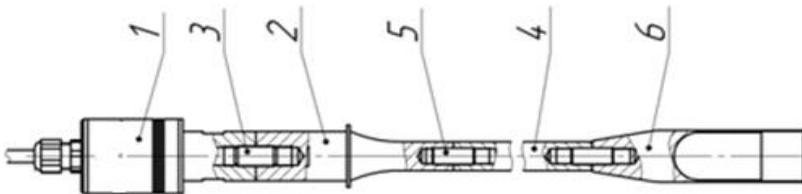


Рис. 1. Конструкция УЗКС для сверлильных работ в пористых телах
1 – пьезоэлектрический преобразователь в корпусе; 2 – трансформатор колебательной скорости (концентратор); 3 – стягивающая шпилька; 4 – промежуточное звено; 5 – стягивающая шпилька; 6 – рабочий инструмент

Известно, что эффективность использования ультразвукового сверлильного оборудования определяется амплитудой механических колебаний тор-

ца рабочего инструмента и резонансной частотой колебательной системы. Обусловлено это тем, что эффективность реализации технологических процессов определяется максимально достижимой амплитудой колебаний (значений колебательных смещений), а максимальные значения амплитуд достигаются при возбуждении УЗКС на резонансной частоте.

В свою очередь, при использовании сверлильно-долбежного оборудования, наиболее теплонагруженными участками являются зоны соприкосновения инструмента с обрабатываемым материалом. Следовательно, в процессе сверления возникает необходимость контролировать такие параметры процесса, как температура, скорость сверления.

Таким образом, целью работы является создание системы контроля параметров ультразвуковой колебательной системы при сверлильных работах в пористых телах.

На первом этапе организации системы контроля, применительно к рабочему инструменту, необходимо реализовать измерение амплитуды механических колебаний и собственный нагрев рабочего инструмента, обусловленный потерями на внутреннее трение в материале.

Измерения амплитуды механических колебаний производились при помощи стробоскопического способа [3]. Создание специализированной колебательной системы и электронного генератора для ее питания позволили реализовать амплитуду колебаний торца рабочего инструмента равной 30 мкм при допустимых энергетических затратах. Это значение амплитуды колебаний оказалось достаточным для проведения сверлильных работ.

Непрерывный контроль резонансной частоты УЗКС позволил установить, что во время сверления резонансная частота разработанной УЗКС изменяется. Это происходит вследствие демпфирования стенок рабочего инструмента по мере его заглубления в грунт из-за воздействия процесса сверления на погруженную часть рабочего инструмента по всей площади. Для уменьшения демпфирования возникла необходимость оптимизировать конструкцию колебательной системы и рабочего инструмента.

Контроль параметров различных по форме рабочих инструментов и сравнение их резонансных характеристик в процессе сверления позволил выявить максимальную эффективность рабочего инструмента ступенчатого вида. Зависимость резонансной частоты от глубины сверления для ступенчатого инструмента, в сравнении с рабочим инструментом трубчатой формы показан на рис. 2. Для контроля теплового режима сверления образца грунта были реализованы непрерывные измерения температуры в зоне высверливаемого образца. Для этого в предварительно выполненный в пенобетоне канал помещалась термопара на расстояние 5 мм от поверхности образца. Затем вокруг установленной термопары производилось сверление в течение 1 минуты. Результаты контроля температуры показаны на рис. 3.

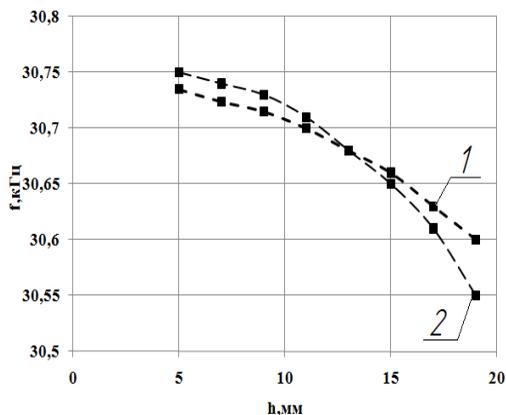


Рис. 2. График зависимости резонансной частоты УЗКС во время сверления для разных типов рабочих инструментов
1 – для ступенчатой конструкции; 2 – для первоначальной конструкции

Измерение скорости сверления производилось путем измерения глубины следа (длины высверленного образца), полученного за 1 минуту. В качестве образца имитатора лунного грунта был использован блок пенобетона, результаты определения скорости сверления представлены на рис. 4.

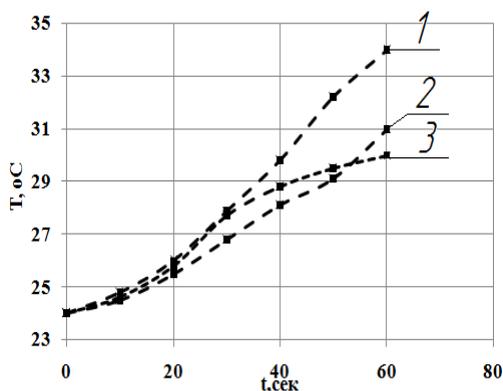


Рис. 3. График зависимости температуры от времени сверления при различных параметрах УЗ воздействия
1 – УЗ воздействие – с 100% амплитуды; 2 – УЗ воздействие – с 75% амплитуды; 3 – УЗ воздействие – с 50% амплитуды.

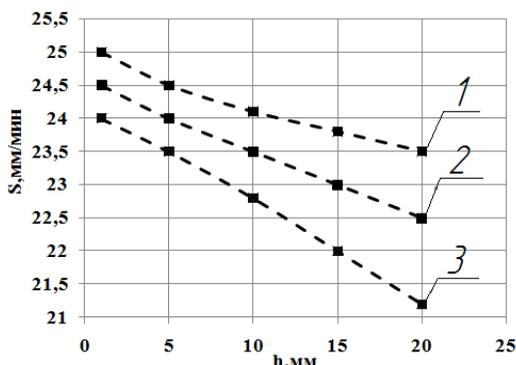


Рис. 4. График зависимости скорости сверления от глубины сверления
 1 – УЗ воздействие – с 100% амплитуды; 2 – УЗ воздействие – с 75% амплитуды; 3 – УЗ воздействие – с 50% амплитуды.

Из рисунка следует, что скорость сверления изменяется во времени (падает). Это обусловлено демпфированием стенок рабочего инструмента по мере его заглубления в образец даже при оптимальной (ступенчатой) конструкции рабочего инструмента.

Таким образом, в результате выполненной работы был организована система контроля параметров ультразвуковой колебательной системы при сверлильных работах в пористых телах. По результатам исследования сделаны следующие выводы:

1) сверление образцов грунта с использованием ультразвуковых колебаний не вносит значительных изменений в температурный режим высверливаемого образца, что позволяет использовать оборудование подобного типа для проведения геологоразведочных работ и исследования поверхности других планет;

2) уход резонансной частоты колебательной системы по мере заглубления в грунт можно уменьшить, выполнив рабочий излучающий инструмент ступенчатым. Однако даже такое конструктивное предложение не позволяет исключить демпфирование при заглублении.

Литература. 1 Ультразвуковое грунтозаборное устройство [Текст]: пат. 2503815 Российская Федерация: МПК⁷ E21C51/00. / Хмелев В.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО "ЦУТ АлтГТУ"; опубл. 10.01.2014. 2 **Khmelev V.N.** The development of experimental sample of ultrasonic equipment for the intake of lunar soil [Текст] / V.N. Khmelev [и др.]. – XIII International Conference and Seminar on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2012. – P.162–169. 3 **Хмелев, В.Н.** Источники ультразвукового воздействия. Особенности

построения и конструкции [Текст] / В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, С.Н. Цыганок, С.В. Левин // Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 196 с.

Реквизиты для справок: Россия, 659305, Бийск, ул. Трофимова 27, Бийский технологический институт, кафедра методов и средств измерений и автоматизации, Хмелев С.С., тел. (3854) 432570. E-mail: ssh@bti.secna.ru

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АППАРАТА

ХМЕЛЕВ В.Н., БАРСУКОВ Р.В., ЛЕОНОВ Г.В., ИЛЬЧЕНКО Е.В.

Введение

В настоящее время ультразвуковые технологии находят широкое применение в химической, пищевой и других областях промышленности. Большая доля процессов с применением ультразвуковых колебаний реализуется в жидких технологических средах и дисперсных системах с жидкой фазой. При этом, основным интенсифицирующим фактором ультразвукового воздействия является кавитация [1], обеспечивающая изменения структур и свойств обрабатываемых сред.

Вместе с тем, в ряде случаев возникает необходимость ускорения процессов, не допускающих кавитационного разрушения.

Очевидным преимуществом докавитационного воздействия является УЗ обработка больших технологических объемов, поскольку вблизи излучателя не формируется насыщенная парогазовыми пузырьками кавитационная зона и излучение не поглощается [1]. Кроме того, работа ультразвукового оборудования в таком режиме излучения исключает кавитационное разрушение излучающей поверхности.

Существенным недостатком УЗ обработки в докавитационном режиме является недостаточное энергетическое воздействие, обуславливающее невозможность существенного ускорения реализуемых процессов.

В связи с этим возникает необходимость повышения энергетической эффективности УЗ воздействия без реализации кавитации в жидких средах.

Решением проблемы ввода большой УЗ энергии без возникновения кавитационных явлений может быть применение импульсного режима формирования колебаний в жидких средах.

Используемое в практике ускорения технологических процессов ультразвуковое технологическое оборудование, построенное на основе генераторов непрерывных колебаний и высокодобротных пьезоэлек-

трических колебательных систем не предназначено и не используется для работы в импульсном режиме.

В связи с этим возникает необходимость исследования функциональных возможностей эксплуатации существующего оборудования в импульсном режиме для создания мощного ультразвукового технологического оборудования, способного обеспечивать докавитационный режим интенсификации технологических процессов.

Экспериментальная часть

Для проведения исследований был использован ультразвуковой генератор (УЗГ) технологического аппарата «Булава» [2] с ультразвуковой колебательной системой (УЗКС), предназначенной для воздействия на жидкие среды.

Исследования проводились при формировании импульсных колебаний в водной среде. Период следования (T) серий ультразвуковых импульсов ультразвуковой частоты был выбран равным 3,26 миллисекунд, что на порядок превышает времена формирования серий ультразвуковых колебаний и заведомо достаточно для затухания колебательных процессов в УЗКС.

Время формирования серии импульсов составляет T_1 (рис.1).

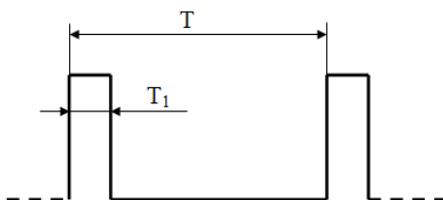


Рис. 1. Временная диаграмма включения (выключения) силовых каскадов УЗГ (T_1 – время работы силовых каскадов УЗГ; T – период следования импульсов)

Серия УЗ колебаний излучателя формировалась в течение времени T_1 путем подачи на транзисторные ключи силового выходного каскада ультразвукового генератора управляющих импульсов, частота следования которых была установлена равной резонансной частоте УЗКС (22000 Гц). При этом силовой мост был заведомо «запитан» постоянным напряжением. Время T_1 на протяжении эксперимента изменялось с тем, чтобы установить минимально возможные параметры импульсного воздействия.

УЗКС к силовому транзисторному мосту подключена посредством согласующей трансформаторно-дроссельной схемы (рис. 2). Контроль

колебательного процесса УЗКС осуществлялся путем контроля тока, протекающего в цепи питания УЗКС (сигнал на элементе R1, рис. 2).

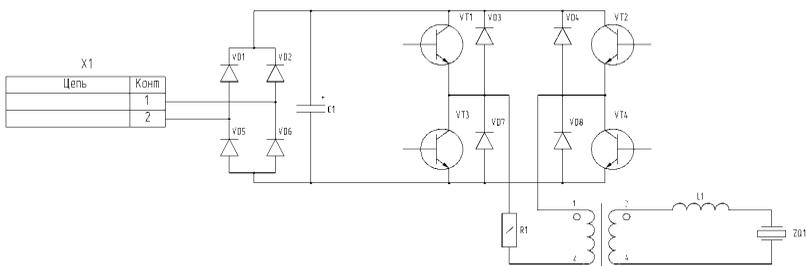


Рис.2. Схема выходной части УЗГ при работе УЗКС в режиме вынужденных колебаний

В режиме свободных колебаний электрический вход УЗКС оставался подключенным через диоды транзисторных ключей к выпрямительной части ультразвукового генератора, что ускоряло процесс затухания свободных колебаний УЗКС (электрическое демпфирование).

Проведенные исследования ставили целью определение временных параметров формируемого импульса УЗ колебаний в водной среде.

Результаты измерений

На рис. 3 представлена осциллограмма сигнала, пропорционального току, протекающему по пьезокерамическим элементам УЗКС.

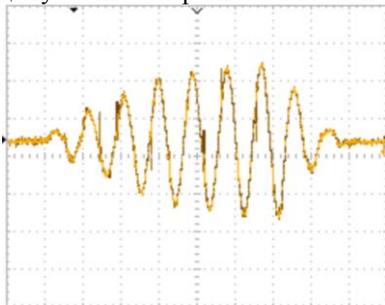


Рис. 3. Сигнал с токового датчика.

Было установлено, что время формирования электрического импульса максимальной амплитуды, характеризующего колебания УЗ излучателя, соответствует 13 полупериодов колебаний на резонансной частоте колебательной системы; время затухания электрических колебаний пьезопреобразователя не превышает 4 полупериодов.

Уменьшение длительности формирования импульса менее 13 полупериодов приводит к снижению амплитуды колебаний (уменьшению амплитуды формируемых колебаний).

Таким образом, формируемый при помощи ультразвукового технологического аппарата с пьезоэлектрической колебательной системой импульс УЗ воздействия на технологические среды не может быть менее 8 полупериодов колебаний на рабочей частоте колебательной системы, т.е. не менее 180 мкс.

Выводы

В результате проведенных исследований установлена возможность формирования коротких импульсов ультразвукового воздействия на водную среду, установлены временные параметры, характеризующие такое импульсное воздействие.

В проведенных экспериментах время между сериями УЗ импульсов было выбрано равным 3,26 миллисекунд. С учетом того, что минимальная длительность импульса (от нарастания до максимума до полного затухания) составляет 0,386 миллисекунд, интервал времени между импульсами может быть уменьшен вплоть до 0,386 миллисекунд.

Литература. 1. Розенберг, Л.Д. Источники мощного ультразвука. Фокусирующие излучатели ультразвука [Текст] / Л.Д. Розенберг. – М.: Наука, 1967. – 380 с. **2.** Ультразвуковой технологический аппарат серии «Булава» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ultrasonic.com/catalog/apparaty_dlya_uskoreniya_protsestsovo_v_zhidkikh_sredakh/ultrazvukovoy_tekhnologicheskij_apparat_serii_bulava_03/

Реквизиты для справок: Россия, 659305, Бийск, ул. Трофимова 27, Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ, Барсуков Р.В., тел. (3854) 432570. E-mail: roman@bti.secna.ru

2 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ОПТИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

МИРОШНИЧЕНКО И.П.

В настоящее время актуальным для обеспечения безаварийной эксплуатации и предотвращения катастроф транспортных средств, авиационной техники и т.п., находящихся в эксплуатации, является развитие и совершенствование мобильных диагностических комплексов, позволяющих на основе использования неразрушающих методов контроля провести диагностику состояния конструкционных материалов силовых элементов рассматриваемых машин и оборудования непосредственно по месту их эксплуатации (т.е. в «полевых» условиях) с целью принятия решения о возможности их дальнейшей эксплуатации и оценки остаточного ресурса. К одному из приоритетных направлений совершенствования инструментальной базы таких комплексов можно отнести разработку высокоточных бесконтактных средств измерений перемещений поверхностей объектов контроля (ОК) для регистрации информации о состоянии ОК, например, при использовании акустических активных и пассивных методов неразрушающего контроля.

Известны высокоточные бесконтактные средства измерений перемещений поверхностей ОК, основанные на использовании современных лазерных технологий и методов оптической интерферометрии, описанные, например, в [1-5], которые позволяют решить поставленные задачи. Однако, устройства [1-5] предназначены для использования в лабораторных условиях и неприменимы для решения практических задач в составе мобильных диагностических комплексов из-за высокой трудоемкости подготовки к проведению измерений и снижения точности результатов при проведении измерений в «полевых» условиях. Высокая трудоемкость подготовки к проведению измерений обусловлена тем, что перед началом проведения измерений, производятся индивидуально установка и настройка каждого из оптических элементов для получения интерференционной картины в области регистрации информации, а снижение точности результатов обусловлено влиянием внешних нестабильных и, как правило, случайных возмущений (вибраций оборудования, дестабилизирующих воздействий различной природы и т.п.).

Для устранения недостатков, сдерживающих применение средств измерений [1-5] в составе мобильных диагностических комплексов,

разработаны новые технические решения, защищенные патентами Российской Федерации на изобретения [6-7].

Оптическое интерференционное устройство для измерения перемещений, описанное в [6], предназначено для измерения малых линейных и угловых перемещений поверхностей ОК. Схема устройства приведена на рис. 1. Устройство содержит основание 1, опорную плиту 2 с центральным отверстием 3, скрепленную с основанием 1 при помощи устройства 4 для регулировки и фиксации ее положения, цилиндрический корпус 5, в полости 6 которого размещены источник 7 когерентного оптического излучения и оптическая система 8, фотоприемное устройство (ФПУ) 9, выполненное в виде прямоугольной матрицы фотоприемников с центральным отверстием 10, соосным центральному отверстию 3 плиты 2, конический корпус 11 с фланцами 12 и 13, жестко скрепленными соответственно с большим и малым основаниями конуса, светоделитель (СВ) 14, жестко закрепленный на фланце 13, отражатель 15, жестко закрепленный на поверхности 16 ОК 17. Плита 2 имеет наружную 18 и внутреннюю 19 поверхности, при этом последняя обращена к поверхности 16 ОК 17. ФПУ 9 жестко закреплено на поверхности 19 плиты 2. Корпус 5 размещен на поверхности 18 плиты 2 соосно отверстию 3 плиты 2 и отверстию 10 устройства 9 при помощи крепежных элементов 20, обеспечивающих регулировку и фиксацию его положения. Корпус 11 установлен на поверхности 19 соосно корпусу 5, отверстию 3 плиты 2 и отверстию 10 ФПУ 9 при помощи крепежных элементов 21, обеспечивающих регулировку и фиксацию его положения. На фланце 13 корпуса 11 одним концом жестко закреплена эластичная светонепроницаемая мембрана 22, выполненная в виде кольца, и опирающаяся на поверхность 16 ОК 17.

Устройство работает следующим образом. Излучение источника 7 после прохождения оптической системы 8 преобразуется в расходящийся пучок, проходит через отверстия 3 плиты 2 и 10 ФПУ 9 и попадает на СВ 14, где происходит его разделение - одна часть отражается от поверхности СВ 14 (опорный), а вторая часть от отражателя 15 (объектный). Полученная при совмещении опорного и объектного пучков интерференционная картина (ИК), представляющая собой совокупность колец различной интенсивности, проецируется на ФПУ 9, которое при перемещении поверхности 16 ОК 17 регистрирует изменение интенсивности оптического поля ИК, которое соответствует величине данного перемещения.

Измеритель перемещений [7], позволяет не только регистрировать линейные и угловые перемещения поверхностей ОК, но и изменять диапазон измеряемых значений перемещений в процессе измерений.

Схема измерителя [7] приведена на рис. 2.

Устройство содержит основание 1, устройство 2 для регулировки и фиксации положения, скрепленное с основанием 1 и концом 3 цилиндрического корпуса 4, во внутренней полости 5 которого размещены источник 6 когерентного оптического излучения с устройством 7 для регулировки и фиксации его положения и оптическая система 8 с устройством 9 для регулировки и фиксации ее положения, поворотный шарнир 10, установленный на конце 11 корпуса 4, обращенного к поверхности 12 ОК 13, соединяющий корпус 4 с опорной балкой 14, подвижную опору 15 с устройством 16 для регулировки и фиксации ее положения, размещенную на поверхности 17 балки 14, опорную пластину 18, жестко закрепленную на подвижной опоре 15, светонепроницаемый защитный корпус 19 с окном 20, во внутренней полости 21 которого размещены жестко скрепленные между собой в фиксированном положении СВ 22 и отражатель 23 с устройством 24 для регулировки и фиксации их положения, а также экран 25 с устройством 26 для регулировки и фиксации его положения. На экране 25 в заданных областях ИК установлены ФПУ 27. Балка 14 выполнена составной в виде однотипных цилиндрических элементов 28, соединенных между собой разъемным соединением, например, при помощи

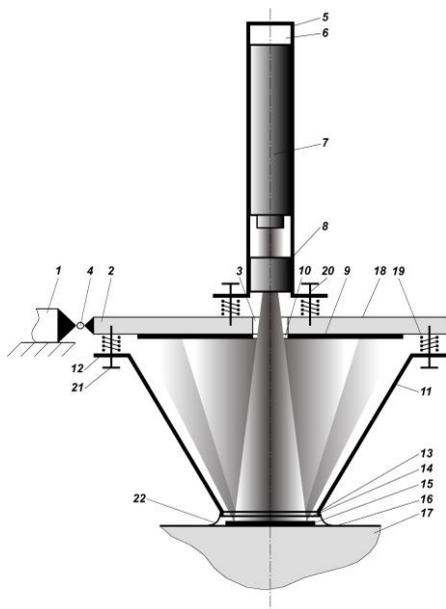


Рис. 1

дрического корпуса 4, во внутренней полости 5 которого размещены источник 6 когерентного оптического излучения с устройством 7 для регулировки и фиксации его положения и оптическая система 8 с устройством 9 для регулировки и фиксации ее положения, поворотный шарнир 10, установленный на конце 11 корпуса 4, обращенного к поверхности 12 ОК 13, соединяющий корпус 4 с опорной балкой 14, подвижную опору 15 с устройством 16 для регулировки и фиксации ее положения, размещенную на поверхности 17 балки 14, опорную пластину 18, жестко закрепленную на подвижной опоре 15, светонепроницаемый защитный корпус 19 с окном 20, во внутренней полости 21 которого размещены жестко скрепленные между собой в фиксированном положении СВ 22 и отражатель 23 с устройством 24 для регулировки и фиксации их положения, а также экран 25 с устройством 26 для регулировки и фиксации его положения. На экране 25 в заданных областях ИК установлены ФПУ 27. Балка 14 выполнена составной в виде однотипных цилиндрических элементов 28, соединенных между собой разъемным соединением, например, при помощи

резьбового соединения 29. Корпус 4 и балка 14 соединены между собой при помощи устройства 30 для изменения и фиксации угла между ними с использованием поворотного шарнира 10. Устройство также содержит преобразователь, связанный с ФПУ 27 для определения перемещений поверхности 12 ОК 13 по результатам измерения интенсивности оптического поля в заданных областях ИК ФПУ 27.

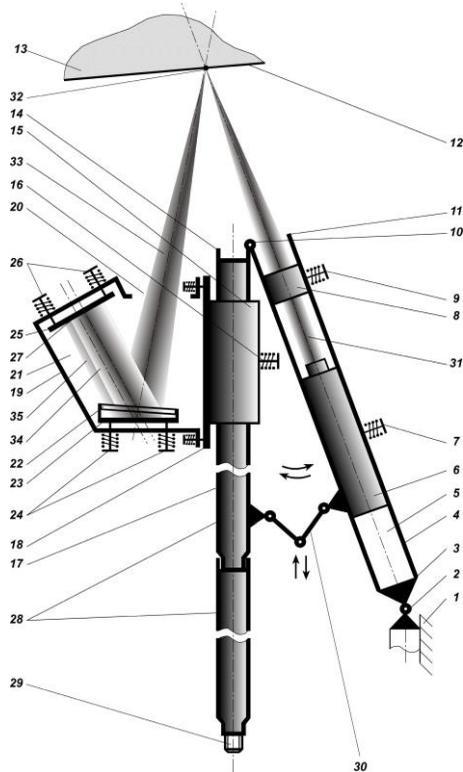


Рис. 2

Оптическая система 8 фокусирует излучение 31 от источника 6 на поверхность 12 ОК 13 в виде светящейся точки 32, которая, является точечным источником излучения, расположенным на поверхности 12 ОК 13. Окно 20 корпуса 19 обеспечивает оптический контакт излучения 33 от точки 32 со СВ 22 и отражателем 23. Далее, излучение 33 от точки 32 попадает на СВ 22, который его разделяет на два луча: один луч 34 отражается от поверхности СВ 22, а другой 35 от поверхности отражателя 23. Совмещение лучей происходит в области экрана 25. Диапазон возможных значений

перемещений поверхности 12 ОК 13 до проведения испытаний априорно известен, а соответственно, может быть определено расстояние между поверхностью 12 ОК 13 и внешней поверхностью СВ 22, соответствующее данному диапазону с использованием зависимости изменения чувствительности от расстояния между поверхностью 12 ОК 13 и внешней поверхностью СВ 22, полученная при метрологическом обслуживании (см. [3-4]).

Описанные технические решения позволяют в полном объеме использовать характеристики и возможности устройств [1-5] для решения задач в составе мобильных диагностических комплексов.

Работы частично поддержаны грантом РФФИ № 13-08-00754.

Литература. 1. Батраков, А.С. Лазерные измерительные системы/ А.С. Батраков, М.М. Бутусов, Г.П. Гречка.- М.: Радио и связь, 1981.- 456 с. 2. Мирошниченко, И.П. Перспективные оптические средства измерения малых перемещений для систем диагностики технического состояния материалов и изделий [Текст]/ И.П. Мирошниченко// Контроль. Диагностика.- 2010.- № 1.- С. 45-49. 3. Мирошниченко, И.П. Унифицированный оптический измеритель перемещений для систем диагностики технического состояния материалов и изделий [Текст]/ И.П. Мирошниченко// Контроль. Диагностика.- 2010.- № 2.- С. 34-37. 4. Miroshnichenko, I.P. Novel Test Means and Techniques Based on Optical Interferometry and Acoustic Emission to Study Displacements of Object Surfaces and Damage of High-Temperature Superconductive Tapes and Related Composites/ I.P. Miroshnichenko, I.A. Parinov, E.V. Rozhkov and other// Piezoelectrics and Related Materials: Investigations and Applications.- New York: Nova Science Publishers, 2012.- pp. 238-282. 5. Miroshnichenko, I.P. Novel Optical Means for Measurement of Displacements of Surfaces of the Control Objects at Diagnostics of Materials and Goods/ I.P. Miroshnichenko, I.A. Parinov, E.V. Rozhkov and other// Physics and Mechanics of New Materials and their Applications.- New York: Nova Science Publishers, 2013.- pp. 145-154. 6. Патент 2407988 РФ, МПК G 01 B 9/02, G 01 B 11/02. Оптическое устройство для измерения перемещений [Текст]/ И.П. Мирошниченко, И.А. Паринов, Е.В. Рожков и др.- №2009101829/28, заявл. 20.01.2009; опубл. 27.12.2010. Бюл. № 36. 7. Патент 2512697 РФ, МПК G 01 B 9/02, G 01 B 11/00. Оптическое интерференционное устройство для измерения перемещений поверхностей ОК/ И.П. Мирошниченко, И.А. Паринов, Е.В. Рожков.- № 2012146058/28, заявл. 29.10.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10.

Реквизиты для справок: Россия, 344000, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1, ФГБОУ ВПО «Донской государственный техниче-

ский университет», кафедра «Основы конструирования машин», Мирошниченко И.П., тел. 8-909-403-64-32, E-mail: ipmir@rambler.ru.

СПОСОБ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ С ЭЛИМИНИРОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ЧЕРНОТЫ

ЗАХАРЕНКО В.А., ПОНОМАРЕВ Д.Б., ШКАЕВ А.Г.

В настоящее время существует большое разнообразие технологических процессов, требующих бесконтактных пирометрических средств контроля температуры.

Однако, при применении пирометрических приборов различного назначения, одной из основных метрологических проблем является неопределенность, связанная с неизвестностью коэффициента черноты ε объекта контроля. Так, например, коэффициент черноты кирпичной футеровки обжиговой печи в производстве цемента составляет 0,8 - 0,9, а алюминиевого проката 0,05 – 0,2 [1]. Следовательно, показания пирометрического прибора (без соответствующей корректировки коэффициента черноты измеряемого объекта) могут отличаться в разы, при одинаковой термодинамической температуре. Кроме того, численные значения коэффициента черноты функционально зависят от температуры поверхности и от спектра регистрируемого излучения.

В настоящей работе авторами предложен новый способ измерения температуры, позволяющий элиминировать неопределенность при пирометрическом измерении температуры, связанную с изменениями коэффициента черноты ε .

Поставленная задача достигается тем, что в пирометрическом способе бесконтактного измерения температуры поочередно регистрируют тепловую радиацию от контролируемой поверхности и от модельного источника теплового излучения с поверхностью излучения, идентичной контролируемой. В основу способа положен компенсационный принцип, при котором обеспечивается автоматическое выравнивание лучистого потока от контролируемой поверхности и от модельного источника за счет изменения температуры поверхности последнего. Изменяя температуру модельного источника теплового излучения, приводят к нулю переменную составляющую на выходе индикатора радиации (приемника излучения). При этом температура контролируемой поверхности отождествляется с температурой поверхности модельного источника.

Результат. Таким образом, в схеме пирометра применяется измерительная схема со следящим уравниванием, в которой приемник излучения представляет собой «нуль» индикатор. Т.е. приемник служит средством для уравнивания двух лучистых потоков, попада-

ющих на его чувствительную к излучению поверхность от двух источников: одного с измеряемой радиационной температурой (объекта контроля), второго со встроенного в прибор модельного источника излучения, поверхность излучения которого идентична поверхности объекта контроля. При этом нагрев поверхности излучения модельного источника производится за счет тока уравнивания по цепи отрицательной обратной связи до такой температуры, при которой лучистые потоки от контролируемой поверхности и от модельного источника выравниваются. Благодаря этому обеспечивается равенство температур поверхности излучения объекта контроля и модельного источника. Считывание показаний температуры производится с излучаемой поверхности модельного источника контактным способом (например термопарой). На предложенный способ измерения температуры авторами получен патент на изобретение [2].

Реализация. На основе предложенного способа измерения температуры на кафедре «Технология электронной аппаратуры» ОмГТУ разработан пирометр с элиминированием коэффициента черноты. В качестве приемника излучения использован PbSe фоторезистор. Диапазон измеряемых температур 100 – 600 °С.

Следует отметить, что приемник излучения данного пирометра представляет собой «нуль» индикатор, т.е. служит средством для сравнения двух лучистых потоков. Следовательно, схема такого пирометра является не чувствительной к нестабильности параметров приемника излучения и схемы усиления (временные и температурные дрейфы нуля и чувствительности). Кроме того, в конструкции пирометра предусмотрена смена поверхностей излучения модельного источника, что обеспечивает бесконтактные измерения температуры с элиминированием коэффициента черноты для различных типов поверхностей.

Литература. 1. Михеев М.А. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. [Текст] / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – Изд-во Энергия, 1977. – 344 с. **2.** Патент 2456557 Российская Федерация, МПК G 01 J 5/06. Способ измерения температуры [Текст] / В.А. Захаренко, Ю.Н. Кликушин, С.А. Орлов, А.Г. Шкаев; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет». – № 2011109417/28, заявл. 11.03.2011; опубл. 20.07.2012. Бюл. № 20. – 7 с.

Реквизиты для справок: Россия, 644050, г. Омск, Пр. Мира 11, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет», кафедра «Технология электронной

аппаратуры», к.т.н., доценту, Шкаеву А.Г., тел. (3812) 65-26-69. E-mail: Shkayev@mail.ru

КОНТРОЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ НА ИЗЛУЧАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**ХМЕЛЕВ В.Н., ЦЫГАНOK С.Н., ЛЕВИН С.В.,
ДЕМЬЯНЕНКО М.В., ШАКУРА В.А.**

Амплитуда механических колебаний и ее распределение на излучающей поверхности источника ультразвукового излучения (ультразвуковой колебательной системы) является важнейшим параметром, характеризующим эффективность акустического воздействия. Амплитуда колебаний излучающих поверхностей определяет, с одной стороны, возможность и эффективность реализации тех или иных технологических процессов, а, с другой стороны, возможность и длительность практического применения элементов ультразвуковой колебательной системы, подвергаемых усталостному и кавитационному разрушению.

Поэтому контроль амплитуды колебаний излучающих поверхностей необходим при проектировании, настройке, проверке и ремонте ультразвуковых колебательных систем, а так же при практическом применении технологических аппаратов.

Для реализации контроля амплитуды механических колебаний и ее распределения на излучающей поверхности источника ультразвукового излучения применяются пьезоэлектрические приемные преобразователи с сухим точечным (игольчатым) контактом [1]. Их конструктивные особенности – передача колебаний через игольчатый волновод на пьезоэлектрический элемент – позволяют проводить контроль на поверхностях, колеблющихся с амплитудой не более 5-10 мкм. При ее превышении происходит механическое разрушение пьезопреобразователя.

Поскольку в практике современного применения ультразвуковых аппаратов требуются воздействия с амплитудой более 10-30 мкм (что соответствует интенсивностям излучения в водных средах от 5 до 15 Вт/см², обеспечивающим протекание кавитационных процессов) возникает необходимость в проектировании, разработке и создании пьезоэлектрических приемных преобразователей, способных контролировать амплитуду механических колебаний ультразвуковой частоты до 30 мкм в диапазоне от 10 кГц до 100 кГц в любой точке излучающей поверхности.

Разработка преобразователя. Для устранения вышеуказанного недостатка в малом инновационном предприятии ООО «Центр ультра-

звуковых технологий АлтГТУ» был предложен и разработан пьезоэлектрический приемный преобразователь с точечным контактом для контроля амплитуды колебаний (рис. 1).

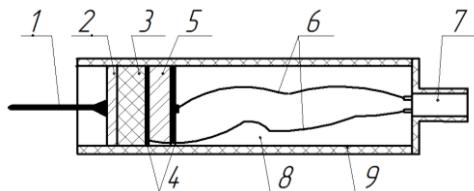


Рис. 1. Конструкция пьезоэлектрического приемного преобразователя: 1 – металлический стержень; 2 – металлическая пластина; 3 – полиуретановый эластомер; 4 – медные электроды; 5 – пьезоэлектрический элемент; 6 – провода; 7 – электрический разъем; 8 – демпфер (эпоксидный компаунд); 9 – корпус.

Принцип работы созданного устройства заключается в следующем. Металлический стержень 1 в виде иглы, припаянный к металлической пластине 2, касается в точке колеблющейся поверхности ультразвуковой колебательной системы. Воспринимаемые механические колебания передаются на полиуретановый эластомер 3, где происходит их нормированное ослабление. Далее передаваемые колебания возбуждают пьезоэлектрический элемент 5, представляющий собой пьезоэлектрический элемент из пьезоэлектрической керамики марки ЦТС-19, на электродах 4 которого возникает электрическое напряжение, пропорциональное амплитуде механических колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы. Разъем 7 предназначен для подключения пьезоэлектрического приемного преобразователя к измерительному прибору с целью измерения параметров формируемого напряжения – амплитуды и частоты. Демпфер 8, выполненный из эпоксидной смолы ЭД-20 с отвердителем полиэтиленополиамин, способствует устранению паразитных колебаний элементов преобразователя. Выполненное устройство заключено в корпус 9. Участок металлического стержня, выступающего за резиновый уплотнитель, под действием колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы может потерять динамическую устойчивость. Поэтому его длина ограничена критической длиной, которую можно определить по формуле (1) [2]:

$$l^2 = \frac{a * C_{cm} * d}{2f}, \quad (1)$$

где a – коэффициент, определяемый граничными условиями; $C_{ст}$ – скорость ультразвуковых колебаний в материале металлического стержня; d – диаметр стержня; f – частота колебаний.

При подстановке значений частоты в измеряемом диапазоне (от 10 кГц до 100 кГц) в формулу (1) среднее значение длины выступающей части металлического стержня было принято равным 15,0 мм.

Калибровка. Для определения амплитудно-частотной характеристики созданного пьезоэлектрического приемного преобразователя (АЧХ) использован измерительный стенд, структурная схема которого представлена на рис. 2.

Для качественной оценки формы выходного сигнала с пьезоэлемента пьезоэлектрического приемного преобразователя использовался осциллограф, а для количественной оценки сигнала – милливольтметр. Во время измерения обеспечивался прижим с постоянным усилием (F) пьезоэлектрического приемного преобразователя к поверхности колеблющейся элемента (пьезоэлектрической пластине).

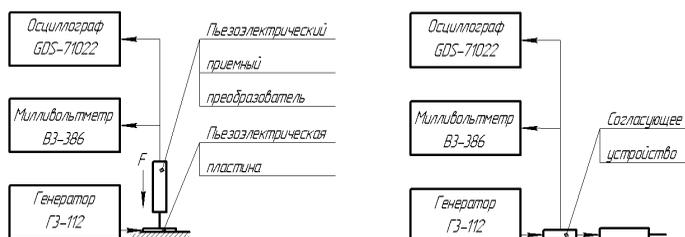


Рис. 2. Стенд для измерения амплитудно-частотной характеристики

Результаты многократных измерений приведены на рис. 3.

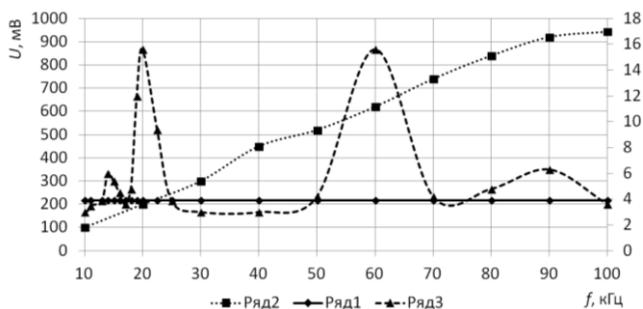


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика пьезоэлектрического приемного преобразователя: на согласующем устройстве (ряд 2), с помощью пьезоэлектрической пластины (ряд 3) и обработанная (ряд 1)

Для калибровки разработанного пьезоэлектрического приемного преобразователя при контроле амплитуды был использован измерительный стенд, структурная схема которого аналогична приведенного на рис. 1 (слева). В качестве источника ультразвукового воздействия использовался аппарат ультразвуковой сварки «Гиминей-ультра» модель АУС-04./22-ОМ, обеспечивающий работу колебательной системы на частоте 22 кГц с амплитудой колебаний рабочего инструмента не менее 40 мкм [3].

В процессе проведения многократных измерений усилие прижима нормировалось с помощью штатива и груза фиксированной массы. Масса груза выбиралась такой, чтобы исключить повреждение пьезоэлектрического приемного преобразователя и убрать искажения его выходного сигнала из-за нарушения точечного контакта и излучающей поверхности рабочего инструмента ультразвуковой колебательной системы. При этом анализировалась форма выходного сигнала (синусоида без значительных искажений) и находилось среднее значение выходного сигнала в вольтах. Для исследуемого пьезоэлектрического приемного преобразователя была установлена чувствительность пьезоэлектрического приемного преобразователя. При контроле амплитуды колеблющейся на частоте 22 кГц поверхности она составила 0,86 В/мкм.

Контроль амплитуды колебаний в жидкой среде. Одним из назначений пьезоэлектрического приемного преобразователя является контроль амплитуды колебаний рабочего инструмента ультразвукового технологического оборудования при кавитационном воздействии на дисперсную среду с жидкой фазой. Структурная схема измерительного стенда представлена на рис. 4.

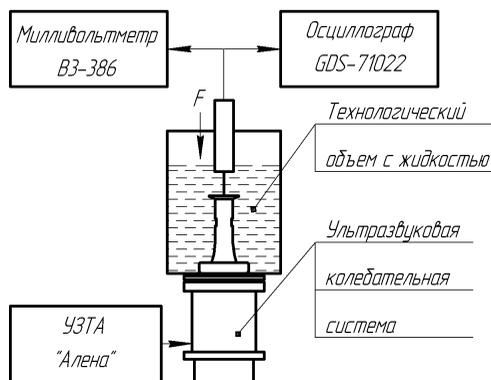


Рис. 4. Стенд для измерения амплитуды колебаний и ее распределения

В качестве генератора использовался ультразвуковой технологический аппарат «Алена» модель УЗТА-0,15/22-ОСУ с частотой ультразвуковых колебаний 22 кГц [3]. Выбор аппарата обусловлен наличием технологического объема и возможностью погружения колебательной системы в воду. Результаты измерений распределения амплитуды колебаний вдоль поверхности грибовидного рабочего инструмента диаметром 20 мм приведены на рис. 5.

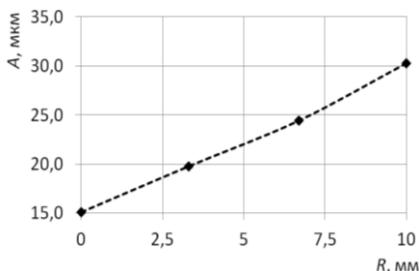


Рис. 5. Распределение амплитуды колебаний по излучающей поверхности рабочего инструмента ультразвукового технологического аппарата «Алена»

Выводы. Созданный пьезоэлектрический приемный преобразователь позволяет контролировать амплитуду ультразвуковых колебаний и ее распределение по колеблющейся излучающей поверхности в диапазоне до 30 мкм. Расширение диапазона контролируемых амплитуд может быть обеспечено заменой материала демпфера на материалы с более высокими характеристиками поглощения ударов и вибраций.

Литература. 1. Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Титов Г.А., Шипилова Е.Ю., Абраменко Д.С. Пьезоэлектрический приемный преобразователь для измерения амплитуды колебаний ультразвуковой колебательной системы // Южно-сибирский научный вестник –2013. – № 2 (4). – С. 64-68. 2. Голямина И.П. Ультразвук. Малая энциклопедия /под. ред. И.П. Голямина. – М.: «Советская энциклопедия», 1979. – 400 с. 3. Каталог сайта ООО «Центр ультразвуковых технологий». Режим доступа: <http://u-sonic.com/catalog/>

Реквизиты для справок. Россия, 659305, Бийск, ул. Трофимова 27, ООО «Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ», д.т.н., директор по науке **Хмелев В.Н.** vnh@bti.secna.ru, к.т.н. директор по производству **Цыганок С.Н.** grey@bti.secna.ru, зам. директора по производству **Левин С.В.**, lsv@bti.secna.ru, аспирант **Демьяненко М.В.** mcsidrom@gmail.com, инженер-программист **Шакура В.А.** shakura.va@bti.secna.ru, тел. (3854) 43-25-70.

КОНТРОЛЬ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ МНОГОПОЛУВОЛНОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ХМЕЛЕВ В.Н., ЛЕВИН С.В., ХМЕЛЁВ С.С., ЦЫГАНОК С.Н.

Ультразвуковые (УЗ) аппараты широко применяются в различных отраслях промышленности, позволяя интенсифицировать технологические процессы [1]. Это стало возможным только благодаря созданию и промышленному применению в составе аппаратов многополуволновых излучателей ультразвуковых колебаний (рис. 1) [2].



Рис. 1. Ультразвуковые технологические аппараты с многополуволновыми излучателями

Увеличение поверхности излучения в таких аппаратах обеспечивается за счет соосного и последовательного установления полуволновых по длине волноводов цилиндрической формы переменного диаметра. Поверхности переходов между участками различного диаметра являются поверхностями эффективного излучения УЗ колебаний [3].

Поскольку эффективность ультразвукового воздействия определяется амплитудой колебаний излучающих поверхностей, возникает необходимость ее контроля при создании и эксплуатации излучателей в жидких средах.

Для контроля амплитуды колебаний многополуволновых излучателей предложен, разработан и реализован [3, 4] способ контроля.

Использование предложенного способа контроля амплитуды колебаний позволило установить особенности уменьшения амплитуда колебаний на каждом из последующих от преобразователя модулей.

Используя данные контроля на этапе проектирования и создания излучателей удалось установить, что длина каждого из последовательно установленных от преобразователя модулей ультразвукового излучателя должна выбираться из условия [5]:

$$L_n = \frac{c_1}{2fn^{-0,026}},$$

где c_1 – скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале ультразвукового излучателя, [м/с]; f – рабочая частота преобразователя, [кГц]; n – количество модулей ультразвукового излучателя,

Кроме того, контроль амплитуды позволил оптимизировать общую частотнопонижающую излучающую накладку многопакетного пьезоэлектрического преобразователя, где грани выполнены под углом к акустической оси, определяемым из условия:

$$\alpha = \frac{d\sqrt{\frac{4c_2^2}{f^2} - D^2 + 4d^2} - D\frac{c_2}{f}}{2\left(d^2 + \frac{c_2^2}{f^2}\right)},$$

где d – внешний диаметр пьезоэлемента кольцевой формы, [м]; D – диаметр торцевой поверхности, контактирующей с бустерным звеном, [м]; c_2 – скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале частотопонижающей излучающей накладки [м/с].

Не смотря на то, что наибольшее распространение получили излучатели [6] с переходами радиального типа, при анализе результатов контроля распределения амплитуд (интенсивностей излучения) различных по форме излучателей была обнаружена зависимость величины амплитуды колебаний от формы перехода между участками различного диаметра, представленная в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследований ультразвуковых излучателей с различными формами переходов

№	Вид перехода	S	P _{ак} , Вт	P _{эл} , Вт	КПД, %	I, Вт/см ²
1	Конический	32,5	384	600	63,6	11,84
2	Радиальный	33,5	353	600	57,4	10,53
3	Цилиндрический	25,16	334	600	53,9	13,7
4	Конический, вогнутый	25,4	393	600	65,5	15,4

Очевидно, наибольшую амплитуду (интенсивность излучения) можно обеспечить за счет выполнения рабочих инструментов с переходными участками в виде внутренних конусных переходов (поверхность излучения вогнута в цилиндрический элемент большего диаметра) между участками различного диаметра. При этом оптимальным будет являться угол наклона излучающей поверхности к осевой линии излучателя, (рис. 2), выбранный из условия:

$$\alpha = 90^{\circ} - \operatorname{arctg} \frac{11\lambda}{30(D-d)},$$

где λ – длина волны в материале излучателя на рабочей частоте колебательной системы, [м]; D – диаметр большого цилиндрического участка излучателя, [м]; d – диаметр меньшего цилиндрического участка, [м].

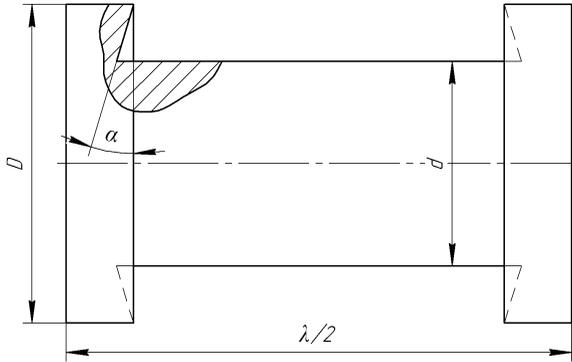


Рис. 2. Полуволновой модуль

Для подтверждения результатов контроля проведён анализ кавитационного износа рабочего инструмента, который позволил установить высокую степень интенсивности и равномерность ультразвукового воздействия (рис. 3).



Рис. 3. Кавитационный износ ультразвукового инструмента

Выводы. Контроль амплитуды колебаний позволил создать ультразвуковую колебательную систему с максимальным коэффициентом

преобразования электрической энергии в энергию ультразвуковых колебаний, максимальной равномерностью излучения вдоль всех полуволновых резонансных модулей с интенсивностью излучения, достаточной для обеспечения кавитационного режима воздействия, позволяющая производить обработку жидких сред различной вязкости и дисперсного состава при решении задач диспергирования, эмульгирования, экстрагирования, очистки в химической, фармацевтической и пищевой промышленности.

Литература. 1. Хмелёв, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности/ В.Н. Хмелёв, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 196 С. **2.** Ультразвуковой технологический аппарат «Булава» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ultrasonic.com/catalog/apparaty_dlya_protochnoy_obrabotki_zhidkikh_sred/apparat_ultrazvukovoy_protochnyy_serii_bulava_p_01/.

3. Патент РФ №2490607. Способ измерения амплитуды колебаний [Текст] / В.Н. Хмелёв, С.В. Левин, С.С. Хмелёв, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко. **4.** В.Н. Хмелёв, С.В. Левин, С.С. Хмелёв, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко. Стенд для контроля параметров пьезоэлектрических колебательных систем с многополуволновыми излучателями. Ползуновский вестник. – 2012. – №2/1. – С. 151–154. **5.** Патент РФ №2473400. Ультразвуковая колебательная система [Текст] / В.Н. Хмелёв, С.В. Левин, С.С. Хмелёв, С.Н. Цыганок. **6.** Khmelev V.N., Levin S.V., Khmelev S.S., Tsyganok S.N. Efficiency increase of the processes by the optimization of the ultrasonic vibrating system consisting of half-wave modules of variable cross-section. XII International Conference and Seminar of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2011. – Novosibirsk: NSTU, 2011. – P. 275–280.

Реквизиты для справок: Россия, 659328, Бийск, ул. Трофимова 27, МИП ООО «ЦУТ АлтГТУ», д.т.н., профессору, директору по науке Хмелёву В.Н. тел. (3854)432581, e-mail: vnh@bti.secna.ru.

Россия, 659328, Бийск, ул. Трофимова 27, МИП ООО «ЦУТ АлтГТУ», зам. директора по производству, Левину С.В., тел. (3854)432570, e-mail: lsv@bti.secna.ru.

Россия, 659328, Бийск, ул. Трофимова 27, МИП ООО «ЦУТ АлтГТУ», к.т.н., ведущему конструктору, Хмелёву С.С., тел. (3854)432570, e-mail: ssh@bti.secna.ru.

Россия, 659328, Бийск, ул. Трофимова 27, МИП ООО «ЦУТ АлтГТУ», к.т.н., директору по производству, Цыганок С.Н., тел. (3854) 432570, e-mail: grey@bti.secna.ru.

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРТОГОНАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

МЕЛЕНТЬЕВ В.С., ИВАНОВ Ю.М., МУРАТОВА В.В.

Широко распространенные периодические сигналы различной физической природы в большинстве случаев преобразуются в электрические, наиболее удобные для передачи, усиления и сравнения. В свою очередь, среди электрических сигналов одними из наиболее распространенных и удобных для измерения являются электрические напряжения и токи.

Гармонический сигнал широко используется в измерительной технике для анализа и синтеза измерительных сигналов. Это объясняется тем, что гармонические сигналы инвариантны относительно преобразований, осуществляемых стационарными линейными системами. Если на вход такой системы подан гармонический сигнал, то сигнал на выходе системы остается гармоническим с той же частотой, отличаясь от входного лишь амплитудой и начальной фазой.

В настоящее время развивается направление, связанное с определением интегральных характеристик гармонических сигналов (ИХГС) по отдельным мгновенным значениям, не связанным с их периодом, что позволяет значительно сократить время измерения [1].

Дальнейшее сокращение времени измерения параметров обеспечивают методы, основанные на формировании дополнительных сигналов, сдвинутых относительно входных по фазе, и использовании мгновенных значений как основных, так и дополнительных сигналов [2].

В [3] авторами предложен метод, в соответствии с которым формируют дополнительный сигнал напряжения, сдвинутый относительно входного на 90° ; в момент перехода дополнительного сигнала через ноль измеряют мгновенные значения входного напряжения и тока; в момент перехода входного сигнала напряжения через ноль измеряют мгновенное значение тока. Информативные параметры определяют по измеренным мгновенным значениям.

Недостатком, данного метода, является достаточно большое время измерения, обусловленное тем, что момент начала измерения не совпадает с моментами переходов входного или дополнительного сигналов напряжения через ноль. В общем случае время измерения может составлять более половины периода сигнала.

Этот недостаток устраняется в разработанном авторами методе измерения ИХГС, в котором используется также формирование допол-

нительного сигнала напряжения, сдвинутого относительно входного на угол 90° , однако момент начала измерения может быть выбран произвольным образом.

Новый метод измерения параметров гармонических сигналов.

Метод заключается в том, что в произвольный момент времени производится измерение мгновенных значений входного и дополнительного сигналов напряжения и тока; через произвольный, в общем случае, интервал времени Δt измеряются дополнительные мгновенные значения входного и дополнительного сигналов напряжения и тока. ИХГС определяют по измеренным значениям.

Временные диаграммы, поясняющие метод, приведены на рис.

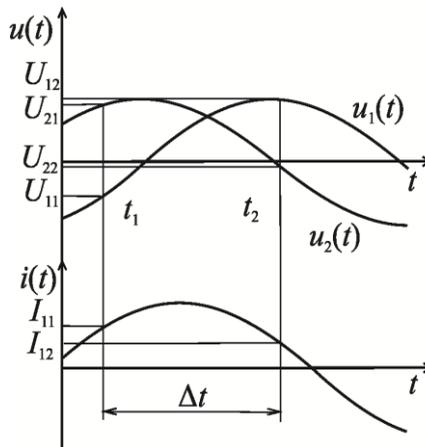


Рис. 1. Временные диаграммы, поясняющие метод

Ортогональные составляющие напряжения и входной ток имеют вид:

$$u_1(t) = U_m \sin \omega t ; u_2(t) = U_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = U_m \cos \omega t ; i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi),$$

где U_m , I_m - амплитудные значения напряжения и тока; ω - угловая частота входного сигнала; φ - угол сдвига фаз между входными напряжением и током.

В произвольный момент времени t_1 мгновенные значения сигналов будут равны:

$$U_{11} = U_m \sin \alpha_1 ; U_{21} = U_m \cos \alpha_1 ; I_{11} = I_m \sin(\alpha_1 + \varphi),$$

где α_1 - начальная фаза сигнала $u_1(t)$ в момент времени t_1 .

Через интервал времени Δt (в момент времени t_2) мгновенные значения сигналов примут следующий вид: $U_{12} = U_m \sin(\alpha_1 + \omega \Delta t)$; $U_{22} = U_m \cos(\alpha_1 + \omega \Delta t)$; $I_{12} = I_m \sin(\alpha_1 + \varphi + \omega \Delta t)$.

Используя мгновенные значения сигналов, после преобразований получим выражения для определения основных ИХГС:

- среднеквадратические значения напряжения и тока

$$U_{СКЗ} = \sqrt{\frac{U_{11}^2 + U_{21}^2}{2}};$$

$$I_{СКЗ} = \frac{\sqrt{(U_{11}^2 + U_{21}^2)(I_{12}U_{21} - I_{11}U_{22})^2 + (I_{11}U_{12} - I_{12}U_{11})^2}}{\sqrt{2}(U_{12}U_{21} - U_{11}U_{22})};$$

- активная и реактивная мощности

$$P = \frac{(U_{11}^2 + U_{21}^2)(I_{12}U_{21} - I_{11}U_{22})}{2(U_{12}U_{21} - U_{11}U_{22})};$$

$$Q = \frac{(U_{11}^2 + U_{21}^2)(I_{11}U_{12} - I_{12}U_{11})}{2(U_{12}U_{21} - U_{11}U_{22})}.$$

Выводы. Таким образом, разработанный метод позволяет определять все основные интегральные характеристики гармонических сигналов. При этом время измерения мало и определяется, в основном, длительностью интервала времени Δt .

Литература. 1. Мелентьев В.С., Батищев В.И. Аппроксимационные методы и системы измерения и контроля параметров периодических сигналов.–М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.–240с. **2.** Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Сеницын А.Е. Методы измерения интегральных характеристик на основе формирования дополнительных сигналов // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. - 2013. - № 2 (38). - С. 56-63. **3.** Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Муратова В.В. Использование характерных точек для повышения точности измерения параметров гармонических сигналов // Перспективное развитие науки, техники и технологий: Матер. III-ей Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2013. – Т. 2. - С. 331-334.

Реквизиты для справок: Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская 244, Самарский государственный технический университет, кафедра информационно-измерительной техники, д.т.н., профессор Мелентьев В.С., тел. (846) 3370545. E-mail: vs_mel@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ ЧАСТОТЫ СИГНАЛА СВОБОДНОЙ СПИНОВОЙ ПРЕЦЕССИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

НЕВЗОРОВ А.А., ОРЛОВ А.А.

Одним из наиболее точных способов измерения величины магнитного поля является измерение частоты свободной спиновой прецессии в нем. Приборы использующий данный метод называются протонными магнитометрами. Долгое время считалось, что проводить измерения магнитного поля методом вычисления частоты свободной спиновой прецессии невозможно в условиях сильной неоднородности геомагнитного поля [1], потому как сигнал свободной спиновой прецессии в неоднородном поле затухает гораздо быстрее, чем в однородном, где для протонов воды его время затухания примерно 3 сек.

Рассмотрим случай использования в качестве датчика тороидальной катушки, заполненной дистиллированной водой (рис. 1).

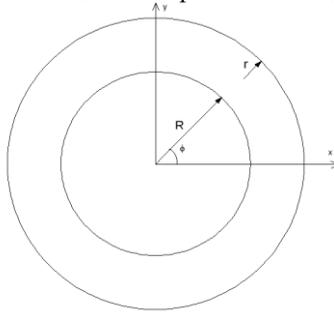


Рис. 1. Тороидальный датчик

Выделим в торе цилиндр радиуса r малой высоты. Тогда, зная, что сигнал свободной прецессии гармонический и затухающий получим:

$$dU(t, \phi) = AR^3 \exp(-t/\tau) \cos(\gamma B(\phi)t) d\phi. \quad (1)$$

Считая, что вектор магнитного поля \mathbf{B} перпендикулярен плоскости тора, можем разложить его модуль по малым ϕ :

$$B(\phi) = B_0 + R|\nabla B| \cos(\phi + \psi), \quad (2)$$

где $\operatorname{tg}(\psi) = \frac{\partial B / \partial x}{\partial B / \partial y}$. Подставив (2) в (1) и проинтегрировав, получим:

$$U(t) = AR^3 \exp(-t/\tau) J_0(\omega_1 t) \cos(\omega_0 t).$$

Здесь $J_0(\omega_1 t)$ – функция Бесселя.

В реальных экспериментах, для определения магнитного поля неоднородность которого существенная в пределах датчика, необходимо работать с короткими выборками очень малой амплитуды. Сигнал в этом случае модулируется функцией Бесселя, что затрудняет возможность использовать электронно-счётные частотомеры для измерения частоты сигнала спиновой прецессии. Эти проблемы могут быть преодолены путём оцифровки сигнала с последующим использованием цифровой фильтрации и различных методов оценки частоты сигнала [2]. Наиболее подходящий для такой задачи оперативный метод должен работать с очень короткими выборками квазигармонических сигналов, т.е. в условиях амплитудной и частотной модуляции [3].

Параметрический метод оценки частоты сигнала заключается в том, что для квазигармонических сигналов $x[n]$, дискретизированных с периодом Δt таким, что $\omega(t)\Delta t \ll 1$. формула восстановления динамики мгновенной частоты $\omega[n]$ по отсчетам сигнала имеет вид:

$$\omega[n-2Q] = \frac{1}{Q\Delta t} \arccos \left(\frac{1}{2} \sqrt{\frac{x^2[n-2Q] - x[n-4Q]x[n]}{x^2[n-2Q] - x[n-3Q]x[n-Q]}} \right). \quad (3)$$

Для проверки применимости описанного метода к сигналу свободной прецессии была собрана регистрирующая аппаратура, состоящая из усилителей, фильтра, АЦП и микроконтроллера для обработки данных.

Аналоговая фильтрация сигнала спиновой прецессии не может обеспечить необходимое для применения параметрического метода соотношение сигнал-шум, поэтому для вычисления частоты свободной прецессии (3) необходимо подать оцифрованный сигнал на узкополосный цифровой фильтр и применить параметрический метод оценки частоты.

В приведённых экспериментах использовался специальный алгоритм фильтрации. Сначала грубо оценивается частота спиновой прецессии, затем для обработки используется фильтр с полосой несколько десятков герц и вычисляется предполагаемая частота ЯМР параметрическим методом. Далее полоса фильтра уменьшается на несколько герц, а в качестве центральной частоты выставляется, вычисленное параметрическим методом значение в предыдущем шаге.

Если предположить, что геомагнитное поле не изменяется в точке в коротком интервале времени (до 5 минут), то можно применить дополнительный алгоритм обработки данных. Он заключается в многократном усреднении выборок сигналов спиновой прецессии,

что позволяет уменьшить влияние некоррелированных шумов и, следовательно, увеличить точность измерений. Результаты долговременных измерений проводимых с помощью такого метода приведены на рисунке 2. Время одного измерения составляет около 15 сек.

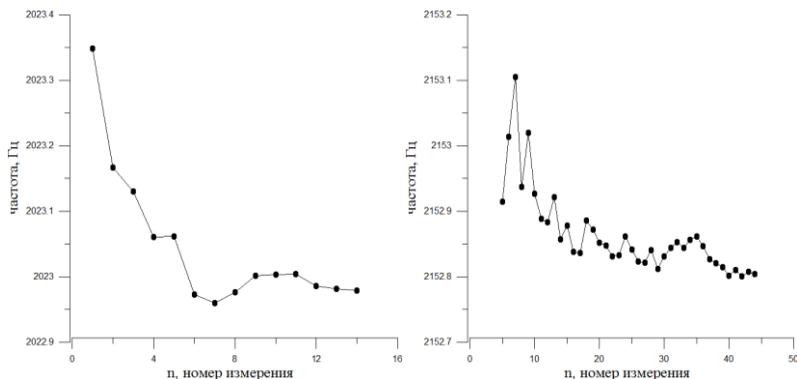


Рис. 2. Результаты долговременных измерений

Для проверки способности электроники и алгоритма работать в полях повышенной неоднородности вблизи датчика помещался магнит. На рисунке 3 приведена форма сигнала свободной прецессии в эксперименте с магнитом, расположенном в 40 см от датчика. Точность измерения магнитного поля при этом составляла 1 нТл.

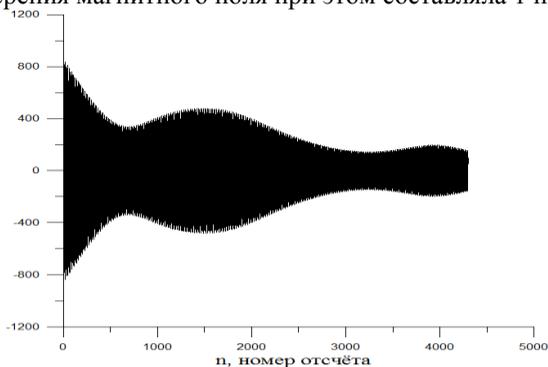


Рис. 3. Форма сигнала свободной прецессии при магните, расположенном в 40 см от датчика

На рисунке 4 представлены формы сигналов в случае магнита, расположенного в 30 см (рисунок 4 (а)) и 20 см (рисунок 4 (б)) от

датчика. Точности измерений в этих экспериментах также составили около 1 нТл.

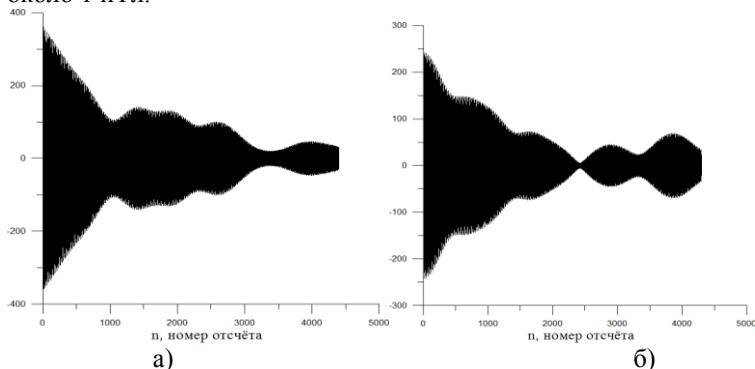


Рис. 4. Формы сигналов свободной прецессии при разных неоднородностях магнитного поля. Расстояние от магнита до датчика: а) 30 см, б) 20 см

Получившаяся точность измерений соответствует точности большинства современных протонных магнитометров в однородных геомагнитных полях, однако используемая элементная база в созданном приборе намного проще и в несколько десятков раз дешевле, чем во всех существующих аналогах. Таким образом, разработанный алгоритм цифровой обработки сигналов свободной прецессии с использованием параметрического анализа не только позволяет проводить измерения в неоднородных магнитных полях высокой неоднородности, но и значительно снижает стоимость протонного магнитометра путем отказа от сложной и дорогой прецизионной электроники.

Литература. 1. Физические основы квантовой радиофизики/под ред. П.М.Бородина — Л.: Издательство Ленинградского университета, 1985. – 319 с. **2.** Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Миронов А.А. Исследование метода измерения частоты гармонических сигналов// Ползуновский вестник. - 2013 - №. 2- С. 198-201. **3.** Игнатьев В.К., Никитин А.В., Юшанов С.В. Параметрический анализ колебаний медленно меняющейся частоты. Известия ВУЗов. Радиофизика 2010. Т. 53. № 2. С. 145 – 159.

Реквизиты для справок: Россия, 400062, Волгоград, просп. Университетский 100, Волгоградский государственный университет, кафедра «Радиофизики», магистрант 2го курса Невзоров А.А. 8(903) 327-40-69. alexey.nevzorov@mail.ru, аспирант Орлов А.А. E-mail: orlwork@inbox.ru

ВЫСОКОТОЧНЫЙ СВЧ ФАЗОМЕТР

БАРДИН А.А., ОРЛОВ А.А., СТАНКЕВИЧ Д.А.

Введение. Фаза сигнала используется в большинстве радиотехнических систем в качестве информационного параметра, так как метод фазового кодирования является одним из самых помехоустойчивых [1]. Кроме того она является релятивистским инвариантом, что делает этот параметр удобным при радиоизмерениях [2]. В настоящее время на смену аналоговым приходят цифровые фазометры, принципы работы которых основаны на измерении временных интервалов [3]. Следует отметить, что методы измерения фазового сдвига обычно основаны на представлении сигналов гармоническими функциями [4]. Такие методы не предусматривают работу с квазигармоническими сигналами, в которых изменяется частота и амплитуда. Для повышения точности алгоритм определения угла фазового сдвига должен оценивать изменяющуюся частоту и амплитуду сигнала. Это позволит адаптировать измерительную систему к работе с квазигармоническими сигналами.

Алгоритм измерения угла фазового сдвига. В настоящее время существуют методы обработки квазигармонического сигнала вида: $x(t) = a(t)\sin(\theta(t))$, где $a(t)$ – медленно меняющаяся амплитуда, $\omega(t) = d\theta(t)/dt$ – медленно меняющаяся мгновенная частота [5]. В разработанном фазометре реализован параметрический метод измерения угла фазового сдвига φ_0 двух квазигармонических сигналов вида,

$$x_1(t) = a_1(t)\sin(\theta(t)), \quad x_2(t) = a_2(t)\sin(\theta(t) + \varphi_0),$$

по синхронным эквидистантным выборкам $x_1[n]$, $x_2[n]$ этих сигналов [6]. Конечное выражение для определения разности фаз по всем имеющимся данным имеет следующий вид:

$$\operatorname{tg}(\varphi_0) \approx \frac{\sum_{n=4Q}^{N-1} |A_2[n] \sqrt{4A_2^2[n] - A_1^2[n]} (A_1[n]A_3[n] - 2A_2[n]A_4[n])|}{\sum_{n=4Q}^{N-1} (A_1[n]A_3[n] - 2A_2[n]A_4[n])^2},$$

здесь

$$\begin{aligned} A_1[n] &= x_1[n-4Q]x_2[n] - x_1[n]x_2[n-4Q], \\ A_2[n] &= x_1[n-3Q]x_2[n-Q] - x_1[n-Q]x_2[n-3Q], \\ A_3[n] &= x_1[n-3Q]x_2[n-Q] + x_1[n-Q]x_2[n-3Q], \\ A_4[n] &= x_1[n-Q]x_2[n-Q] + x_1[n-3Q]x_2[n-3Q] \\ x_i[n] &= x_i(t = \Delta n), \quad n = 4Q, \dots, N-1, \end{aligned}$$

N – длина окна, Q – параметр прореживания, Δ – шаг дискретизации.

Конструкция фазометра. Фазометр состоит из четырёх основных блоков: I – блок аналогового преобразования сигналов, II – блок оцифровки сигналов, III – блок обработки оцифрованных данных. Все три блока тактируются от одного опорного генератора входящего в состав блока IV. Структурная схема фазометра приведена на рис. 1.

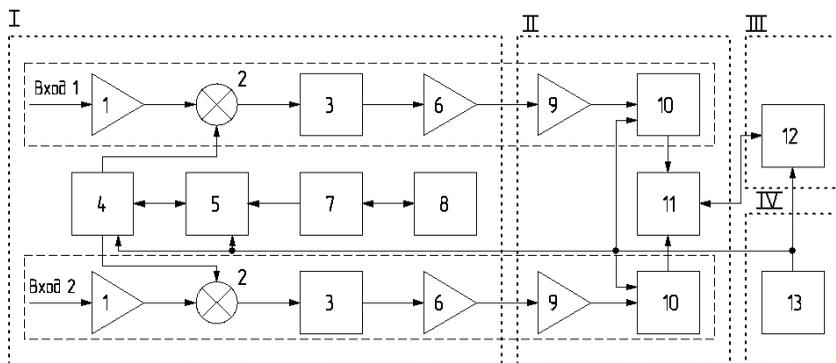


Рис. 1. Структурная схема цифрового фазометра: 1 – усилитель, 2 – смеситель, 3 – фильтр нижних частот, 4 – генератор управляемый напряжением, 5 – система фазовой автоподстройки частоты, 6 – усилитель промежуточной частоты, 7 – микроконтроллер, 8 – низкочастотный аналого-цифровой преобразователь и термодатчик, 9 – усилитель, 10 – высокочастотный аналого-цифровой преобразователь, 11 – микроконтроллер, 12 – персональный компьютер, 13 – опорный генератор.

Для измерения разности фаз СВЧ сигналы необходимо усилить и преобразовать так, чтобы на входе блока оцифровки их частота не превышала четверти частоты дискретизации аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Блок аналоговой обработки СВЧ сигналов состоит из двух идентичных каналов, каждый из которых содержит широкополосный усилитель (ШУ) 1, смеситель 2, фильтр нижних частот (ФНЧ) 3 и усилитель промежуточной частоты (УПЧ) 6. Частота гетеродина задается генератором управляемым напряжением (ГУН) 4 и системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) 5. Управление системой ФАПЧ и ГУН, а также получение данных с АЦП совмещённого в одном корпусе с термодатчиком 8, осуществляется микроконтроллером (МК) 7. Поступившие сигналы на вход фазометра после предварительного усиления двумя ШУ 1 поступают на вход активных смесителей. После фильтрации ФНЧ 3 и усиления УПЧ 6, сигнал промежуточной частоты по экранированным витым парам подается на вход блока оцифровки. Для того что бы исключить взаимовлияние каналов перво-

го блока, входные каскады разнесены друг от друга и находятся в отдельных медных экранах, гетеродин равноудален от них и также помещен в экран из медной фольги. Усиленные сигналы с выхода первого блока дополнительно усиливаются в 5 раз предусилителями 9 и поступают на входы высокочастотных АЦП 10, данные с которых синхронно оцифровываются и отсылаются на персональный компьютер (ПК) 12 при помощи платы контроллера интерфейса USB 3.0 11 CYUSB3KIT-001 [7]. Получаемые данные в оперативной памяти ПК, по методу прямого доступа к памяти, разбиваются на блоки, обработка которых, за счёт использования многопроцессорной системы, идёт в параллельном режиме. Первым этапом обработки данных является цифровая фильтрация. При реализации цифрового фильтра используется метод частотной выборки [8]. Он применяется для создания узкополосных фильтров с конечной длиной импульсной характеристики и линейной ФЧХ при максимальном быстродействии. Тактирование всего фазометра производится от опорного генератора 13. Термостатирование блока оцифровки было реализовано с помощью помещения монтажной платы в ёмкость наполненную синтетическим машинным маслом.

Проверка фазометра. Пределы точности проведённых измерений выходят за диапазоны существующих поверочных схем, включая разрабатываемый в настоящее время [9]. Поэтому метрологические характеристики разработанной установки оценивались путем косвенных измерений. Для оценки погрешности измерения разности фаз между двумя сигналами на входы фазометра подавался один и тот же сигнал. На рисунке 2 представлена зависимость дисперсии Аллана [10] фазового сдвига от времени усреднения.

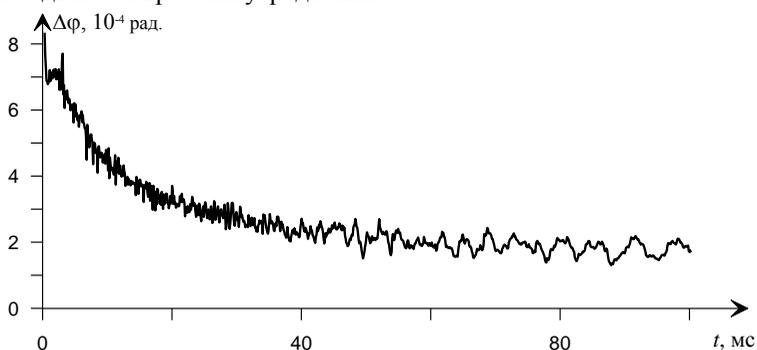


Рис. 2. Зависимость дисперсии Аллана разности фаз от времени усреднения

Из рис. 2 видно, что разность фаз носит в основном шумовой характер. При времени усреднения 20 мс погрешность измерения фазового сдвига составляет $3 \cdot 10^{-4}$ рад, что при частоте сигнала $f = 1600$ МГц соответствует временной задержке $\tau = 30$ фс.

Заключение. Разработанный цифровой параметрический фазометр обладает погрешностью измерения фазового сдвига СВЧ сигналов составляющую $3 \cdot 10^{-4}$ рад за время измерения 20 мс на частоте 1600 МГц. Использование предложенного фазометра в системах фазовой пеленгации и определения ориентации позволит получить точностью определения угла между направляющим базисом антенной пары и направлением на источник сигнала порядка 10^{-5} рад при длине базы менее 1 м [11].

Литература. 1. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника. М.: Советское радио. 1982. 624 с. 2. Островский Л. А., Потапов А. И. Введение в теорию модулированных волн. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 400 с. 3. Чмых М.К. Цифровая фазометрия. М.: Радио и связь. 1993. 184 с. 4. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Миронов А.А. Исследование метода измерения частоты гармонических сигналов// Ползуновский вестник. - 2013 - №. 2- С. 198-201. 5. ГОСТ 8.567-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение времени и частоты. Термины и определения. Введ. 01.01.2001. М.: Изд-во стандартов, 2000. 11 с. 6. Игнатъев В.К., Никитин А.В., Бернардо-Сапрыкин В.Х., Орлов А.А. Измерение разности фаз квазигармонических сигналов в реальном времени // Наука и образование. 2013. № 7. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/file/out/608930>, свободный. Загл. с экрана. 7. Техническое описание отладочной платы CYUSB3KIT-001 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cypress.com/?rID=58321>. Дата обращения 3.10.2013. 8. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир. 1978. 848 с. 9. МИ 2139-91 Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в коаксиальных трактах в диапазоне частот 0,001 – 17,4 ГГц: Рекомендация: Введ. 01.01.92. 10. D.W. Allan. «Statistics of Atomic Frequency Standard», Proceedings of the IEEE, v.54, No. 2, pp.221 – 231 (1966). 11. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. М.: Радиотехника. 2010. 800 с.

Реквизиты для справок: Россия, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский 100, Волгоградский Государственный Университет, кафедра радиофизики, аспирантам, Бардин А. А., Орлов А. А., асс. Станкевич Д. А, тел. (8442) 46-08-10. E-mail: alebar13@yandex.ru.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ

ПШЕНИЧНЫЙ К.А., СТАНКЕВИЧ Д.А.

Одной из важнейших задач радиофизики является измерение мгновенной частоты. Эта задача находит широкое применение в радиолокации, при определении скорости по доплеровскому сдвигу, в измерениях, связанных с ядерным магнитным резонансом, а также в системах глобального позиционирования. В данной работе предлагается использование параметрического метода сличения частот [1], разработанного на кафедре радиофизики ВолГУ, для определения закона изменения частоты.

Целью работы является аппаратно-программная реализация метода [1], суть которого заключается в сравнении параметров двух квазигармонических сигналов (в данном случае – частоты). Рассмотрим два квазигармонических сигнала:

$$x(t) = a(t) \sin\{2\pi f_0 t + \phi\} = a(t) \sin(\theta(t)),$$
$$u(t) = b(t) \sin(\psi(t))$$

и назовем их эталонный и измеряемый сигналы соответственно. Здесь $a(t)$ и $b(t)$ – медленно меняющиеся амплитуды, которые удовлетворят условиям:

$$|\dot{a}(t)| \sim \mu a(t) f_0, \quad a(t) > 0,$$
$$|\dot{b}(t)| \sim \mu a(t) f_0, \quad b(t) > 0,$$
$$0 < \mu \ll 1,$$

f_0 – фиксированная частота эталонного сигнала, $\theta(t)$ – полная фаза эталонного сигнала, $\psi(t)$ – полная фаза измеряемого сигнала. Тогда частота измеряемого сигнала:

$$\omega(t) = \frac{d\psi(t)}{dt}.$$

Продискретизируем сигнал эталона в моменты времени t_n (рис. 1) из условия

$$u(t_n) = 0. \quad (1)$$

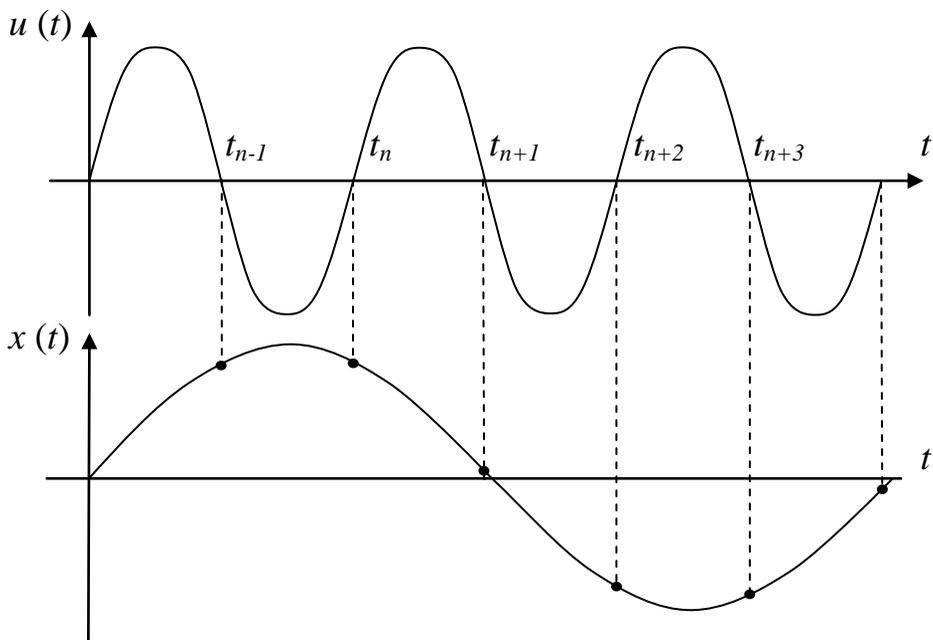


Рис. 1. Дискретизация эталонного сигнала

В общем случае отсчёты t_n могут быть неэквидистанты в связи с нестабильностью частоты измеряемого сигнала. Дискретные значения эталонного сигнала запишем в виде [1]:

$$x(t_n) = x_n = a_n \sin(2\pi f_0 t_n + \phi) = a_n \sin(\theta_n),$$

где $a_n = a(t_n)$, $\theta_n = 2\pi f_0 t_n + \phi$ - дискретизированные амплитуда и полная фаза.

Составим соотношение из полученных отсчётов эталонного сигнала:

$$C_n (x_{n-2}^2 - x_{n-1} x_{n-3}) = x_{n-2}^2 - x_n x_{n-4}, \quad (2)$$

тогда разность фаз, соответствующая разности стробов, определяется выражением

$$\tilde{\Delta} = \arccos \left\{ \frac{1}{2} \sqrt{C_n} \right\} = 2\pi f_0 \Delta t_{n-2}.$$

Отсюда следует выражение для частоты [1]:

$$\omega(t_{n-2}) = \frac{\pi}{\Delta t_{n-2}} = \frac{2\pi^2 f_0}{\arccos\left\{\frac{1}{2}\sqrt{C_n}\right\}}.$$

При реализации определение величины C_n (2) может проводиться по большому количеству значений x_n с помощью метода наименьших квадратов.

Метод был реализован в виде отдельного устройства с использованием сигнального процессора фирмы Analog Devices семейства Blackfin ADSP-BF531 [2]. Структурная схема всего устройства представлена на рис. 2.

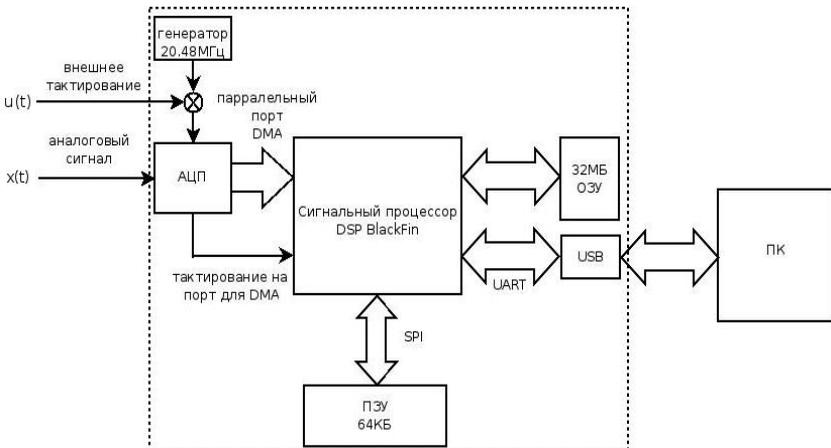


Рис. 2. Структурная схема устройства

В качестве АЦП использована микросхема LTC2203 [3], способная оцифровывать сигнал с частотой 25 МГц. В качестве измеряемого сигнала служит сигнал генератора 20.48 МГц, или внешнего генератора, подключенного к входу тактирования АЦП, что удовлетворяет условию (1). Эталонный сигнал поступает на аналоговый вход АЦП. Для уменьшения уровня шума эталонного сигнала применяется цифровая фильтрация. Полученные с помощью АЦП отсчеты сигнала $x[n]$ хранятся во внешнем ОЗУ, а программа для их обработки хранится во внешнем ПЗУ. В результате полученное усредненное значение C_n (2) отправляется по интерфейсу UART на преобразователь USB-UART – FT232HL, и измеренное значение частоты отправляется в ПК.

Результаты измерений. С помощью созданного устройства был проведён ряд экспериментов. В первом эксперименте в качестве генератора эталонного сигнала использовался термостабилизированный генератор «ГИАЦИНТ-М» с частотой 5 МГц, в качестве измеряемого – кварцевый генератор фирмы ABRACON ACH0118 с частотой 25 МГц и со стабильностью частоты 50 ppm. В этом эксперименте относительное СКО частоты составило 1.17×10^{-12} . В другом эксперименте в качестве генератора эталонного сигнала использовался генератор ГЗ-122 с частотой 1 МГц, а в качестве измеряемого – «ГИАЦИНТ-М» с частотой 5 МГц. В этом случае относительное СКО частоты составило 1.3×10^{-12} . Измерялась также динамика частоты при быстром нагреве и охлаждении кварцевого генератора без термостабилизации. Результат приведён на рис. 3.

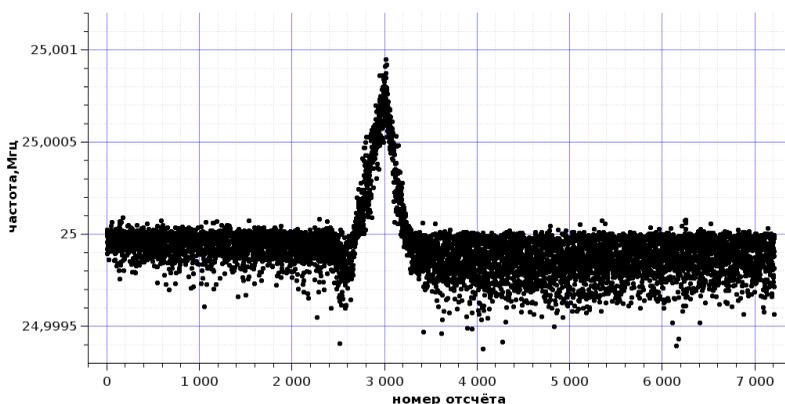


Рис. 3. Изменение частоты кварцевого генератора при нагреве и охлаждении

Литература. 1. Динамический метод сличения частот. / В.К. Игнатъев, А.В. Никитин, Д.Н. Хоружий, С.В. Юшанов.: Измерительная техника №1. 2011. **2.** Документация на микропроцессор ADSP-BF531 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.analog.com/en/processors-dsp/blackfin/adsp-bf531/products/product.html> **3.** Документация на микросхему LTC2203. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/22032fd.pdf>

Реквизиты для справок: Россия, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100, кафедра радиофизики, студенту 4-го курса Пшеничному Кириллу А., тел.: 8-927-066-41-39, e-mail: sdksqeww@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ СЕЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ЖИДКОСТИ ВРЕМЯИМПУЛЬСНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

ГЕРАСИМОВ С.И.

Введение. В настоящее время задача измерения объемного расхода жидкости получает все большую актуальность и хозяйственно-экономическое значение [1]. В современной расходомерии значительное место занимают ультразвуковые приборы измерения расхода [1]. Так, на промышленных объектах широкое применение получили времяимпульсные ультразвуковые расходомеры [1]. В силу того, что приборы подобного типа часто имеют узкоспециализированную область применения, а охватить всевозможные их разновидности весьма затруднительно, в дальнейшем ограничимся рассмотрением расходомеров, предназначенных для работы с напорными трубопроводами и имеющие накладные электроакустические преобразователи (ЭАП).

Описание принципа работы расходомера. В общем случае измерение [1, 2] сводится к определению параметра τ — разности времен прохождения ультразвуковых сигналов против потока и по потоку жидкости в трубопроводе (см. рис.). Иначе τ можно пояснить как сдвиг по времени между ультразвуковыми сигналами. При известных внутреннем диаметре трубопровода D и скорости распространения ультразвуковых колебаний в неподвижной контролируемой среде c , скорость потока V_D (осредненную по линии ультразвукового луча) можно определить из нижеприведенного выражения:

$$V_D = \frac{\tau \cdot c^2}{2L \cos \alpha}, \quad (1)$$

где L — расстояние между ЭАП по линии ультразвукового луча, равное $D/\sin \alpha$ (см. рис.); α — угол между направлением распространения ультразвуковых волн и осью трубопровода; l — расстояние между ЭАП по оси трубопровода, причем $l = L \cdot \cos \alpha$.

В общей сложности объемный расход Q можно вычислить из произведения осредненной по сечению трубопровода скорости потока V_S (в простейшем случае $V_S = V_D$ [1]) и площади поперечного сечения трубопровода S , которая, рассчитывается из известного его диаметра.

$$Q = V_S \cdot S = \frac{\pi V_D D^2}{4}. \quad (2)$$

Суть проблемы. Одной из влияющих величин, изменения которой вызывают появление погрешности для расходомеров рассматриваемого типа, является площадь поперечного сечения трубопровода S . Как

следует из определения расхода [3], расход есть количество вещества, протекающего через сечение трубопровода за единицу времени, что подтверждает и выражение (2). Таким образом, здесь действителен принцип «площадь-скорость» вычисления объемного расхода. Тогда, составляющую погрешности, обусловленную неточностью вычисления S , в соответствии с общепринятой классификацией погрешностей измерений [4] следует отнести к инструментальным погрешностям. Выбор обусловлен тем, что измерение D происходит с некоторой ошибкой, вызванной несовершенством средства измерения. Это утверждение действительно при условии, что сама формула вычисления площади S верна, т.е. при этом отсутствует методическая погрешность.

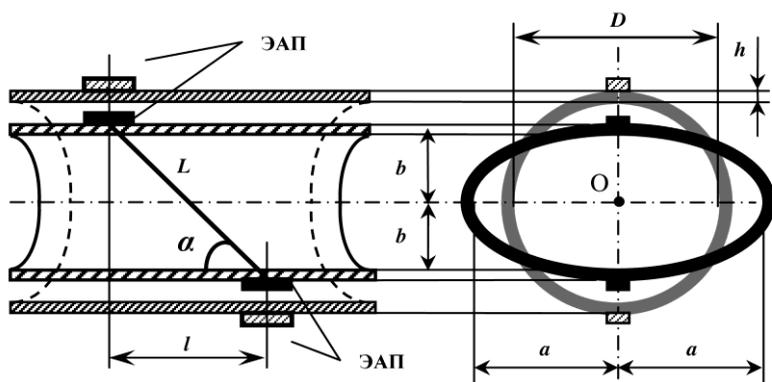


Рис. Измерение расхода жидкости времяимпульсным методом (слева) и разрез поперечных сечений труб круглой и овальной форм (справа)

Согласно определению методической погрешности [4] она образуется из неадекватности используемой модели. Так, при допущении, что сечение трубопровода имеет округлую форму неизбежно возникновение методической погрешности, вызванной отличием профиля сечения трубопровода от округлой формы (см. рис.). Овальность профиля сечения — дефект геометрической формы сечения трубопровода, возникающий в результате превращения исходного кольцевого сечения трубопровода в эллиптическое. Это объясняется тем, что в действительности сечение трубопровода никогда не будет иметь идеально круглую форму (даже непосредственно после изготовления трубы), т.е. всегда будет существовать некоторая ее овальность.

Оценка погрешности. По определению, овальность [5] — отклонение от округлости, при котором реальный профиль представляет

собой овалообразную форму, наибольший D_{MAX} и наименьший D_{MIN} внутренние диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях. Овальность нормируется в абсолютных единицах (единицах измерения D), ее определяют следующим образом [5]:

$$m = \frac{D_{\text{MAX}} - D_{\text{MIN}}}{2}, \quad (3)$$

Предположим, что при изменении формы сечения трубопровода остаются неизменными длины окружностей теоретического сечения (круг) и фактического сечения трубопровода (эллипс). Кроме того, толщина стенки трубопровода h также остается постоянной.

В расчетах будем использовать приближенную формулу вычисления длины окружности эллипса (периметр) [6]:

$$L_{\text{ЭЛ}} = \pi \cdot \left[\frac{3(a+b)}{2} - \sqrt{ab} \right], \quad (4)$$

где a, b — большая и малая полуоси эллипса соответственно (см. рис.).

Применительно к рассматриваемому случаю: $D_{\text{MAX}} = 2a$, $D_{\text{MIN}} = 2b$, $D_{\text{Н}} = D$ (см. рис.). Таким образом, овальность трубопровода фактически определяется разностью полуосей эллипса:

$$m = a - b. \quad (5)$$

Приравнивая выражения, определяющие периметры эллипса (4) и круга ($L_{\text{КР}} = \pi D$) с подстановкой (5) и решая полученное уравнение относительно неизвестного b , получим следующее:

$$b = \frac{(3D - 4m) - \sqrt{D^2 - 2m^2}}{8}. \quad (6)$$

Большая полуось эллипса a определяется подстановкой найденного b из (6) и заданного m в (5). Формула вычисления площади эллипса:

$$S_{\text{ЭЛ}} = \pi ab. \quad (7)$$

В предположении о постоянстве скорости потока V_D с учетом (2) представим конечное выражение оценки относительной методической погрешности вычисления расхода жидкости вследствие отличия профиля поперечного сечения трубопровода от округлой формы:

$$\delta_Q = \frac{Q - Q'}{Q'} \cdot 100\% = \left[\frac{S_{\text{КР}}}{S_{\text{ЭЛ}}} - 1 \right] \cdot 100\% = \left[\frac{D^2}{4ab} - 1 \right] \cdot 100\%, \quad (8)$$

где Q — вычисляемый прибором объемный расход, Q' — фактический (действительный) расход жидкости, $S_{\text{КР}}$ — площадь поперечного сечения трубопровода (при допущении, что форма сечения — круг).

Произведем попытку оценки указанной погрешности. Очевидно, чтобы можно было это осуществить, необходимо задаться какими-то

определенными значениями D и m . Так, примем среднестатистическое значение D равным 100 мм как сравнительно широко используемого. В качестве материала трубопровода предполагается сталь. Овальность трубопровода согласно [7] для выбранного D не должна превышать предельного отклонения по наружному диаметру, т.е. $m = 0,008D$ (в допущении малости величины h). Тогда значения полуосей эллипса, соответствующего поперечному сечению трубопровода, согласно (6), будут равны: $a = 50,4$ мм, $b = 49,6$ мм. Результирующая относительная погрешность измерения расхода вследствие отличия профиля поперечного сечения трубопровода от округлой формы составит 0,0064 %.

Заключение. Получено аналитическое выражение оценки относительной методической погрешности измерения расхода жидкости вследствие отличия от округлой формы поперечного сечения трубопровода. Показано, что значение данной погрешности составляет тысячные доли процента, и в сравнении с нормируемой основной погрешностью приборов подобного типа (1-3 %) является пренебрежимо малой величиной. Таким образом, рассматриваемую погрешность в общем случае можно считать несущественной. Однако, нарушение формы поперечного сечения трубопровода может образоваться при воздействии значительных внешних поперечных нагрузок на трубопровод (деформация), и тогда овальность трубопровода будет оказывать более сильное влияние на показания расходомера. Если установлено, что имеет место отличие формы поперечного сечения трубопровода и существует возможность измерения его округлости, то допустимо проведение частичной компенсации возникающей погрешности.

Литература. 1. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Справочник. – 4-е изд. – Л.: Машиностроение, 1989. – 701 с. 2. Громов Г.В. Ультразвуковой накладной расходомер для однородных сред // Приборы и системы управления. – 1997. – № 11. – С. 17-18. 3. ГОСТ 15528-86 «Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения». 4. РМГ 29-99 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения». 5. ГОСТ 24642-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения». 6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1981. 7. ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент».

Реквизиты для справок: Россия, 111250, Москва, ул. Красноказарменная 14, Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра информационно-измерительной техники (ИИТ). E-mail: ger_si@inbox.ru., аспирант Герасимов С.И., тел. +7(915)425-89-50.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНОЙ СИСТЕМОЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ

КУРАЕВ А.В., ЛИСАКОВ С.А., КУРЬЯТ А.В., ПАВЛОВ А.Н.,
СЫПИН Е.В.

Большинство современных предприятий имеют в своём составе пожаро- и взрывоопасные объекты. Одним из эффективных способов обеспечения безопасности таких объектов является внедрение автоматических систем противопожарной защиты и взрывоподавления.

В Бийском технологическом институте разрабатывается многоточечная оптико-электронная система (МОЭС) определения координат очага взрыва [1]. Эта система основана на базе распределенной сети простых и надежных оптико-электронных датчиков, обладающих высокой чувствительностью и быстродействием [2]. На данный момент разработана компьютерная модель МОЭС; разработан, изготовлен и протестирован лабораторный образец МОЭС [3,4,5]. При проектировании лабораторного образца МОЭС использовался блочно-модульный подход с реализацией системы на базе стандартных блоков, выпускаемых серийно. Исключение составляет оптико-электронные датчики, которые разрабатывались отдельно.

Для надежного и удобного управления такой системой необходимо разработать программно-аппаратный комплекс, позволяющий оператору легко управлять системой и контролировать все ее параметры посредством удобного пользовательского интерфейса. Такой комплекс позволит облегчить эксплуатацию системы как в лабораторных условиях при проведении исследований, так и в нормальном режиме эксплуатации на охраняемом объекте.

Цель данной работы: – разработать программно-аппаратный комплекс для управления многоточечной системой определения координат очага возгорания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать структурную схему подключения программно-аппаратного комплекса к МОЭС;
- разработать алгоритм управления МОЭС;
- разработать графический интерфейс пользователя.

Основная часть. Программно-аппаратный комплекс должен обеспечивать удобный пользовательский интерфейс, чтобы оператор мог выполнить настройку необходимых параметров системы и оперативно контролировать все необходимые параметры не только путем подклю-

чения к персональному компьютеру, но и без него. При этом программно-аппаратный комплекс должен обеспечивать работу МОЭС в автоматическом режиме. С учетом приведенных требований была разработана структурная схема подключения программно-аппаратного комплекса к МОЭС, показанная на рис. 1.

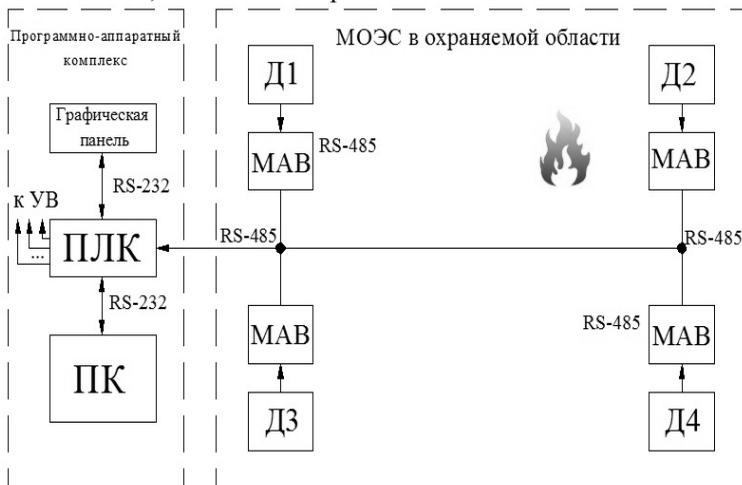


Рис. 1. Схема подключения программно-аппаратного комплекса к МОЭС:

УВ – устройства взрывоподавления, ПЛК – программируемый логический контроллер, Д1..Д4 – опико-электронные датчики, МAB – модуль аналогового ввода, ПК – персональный компьютер

Основным блоком комплекса является программируемый логический контроллер ПЛК, выполняющий непосредственное управление МОЭС и реализующий обмен информацией с персональным компьютером и графической панелью. При этом ПЛК работает автономно. ПК и графическая панель только обеспечивают удобный пользовательский интерфейс для оператора.

ПЛК выполняет следующие функции:

- опрос датчиков;
- обработку полученной измерительной информации с целью, в частности, определения аварийной ситуации и определение координат возгорания;
- выдачу сигналов для устройств пожаротушения (взрывоподавления);
- контроль исправности опико-электронных датчиков;

– обмен информацией с ПК и с графопанелью.

После анализа предложений на рынке для реализации программно-аппаратного комплекса предпочтение было отдано продукции компании ОВЕН: ПЛК-100, графическая панель оператора ИП-320, модули аналогового ввода МВ110-2АС [6,7,8].

Перед началом использования все стандартные блоки МОЭС и программно-аппаратного комплекса должны быть настроены с помощью специальных конфигураторов для графической панели оператора ИП-320, программируемого логического контроллера ПЛК-100 и модулей аналогового ввода МВ110-2АС.

При конфигурировании модулей аналогового ввода каждому модулю присваивается адрес, а также указывается диапазон входного сигнала от датчиков (от 0 до 10 В).

Конфигурирование ПЛК включает в себя присвоение программируемому логическому контроллеру адреса, а также создание переменных для сигналов от каждого МАВ. Относительно модулей аналогового ввода ПЛК настраивается как Master-устройство.

Создание прикладной программы для ПЛК и операторского интерфейса для ПК осуществляется в среде CodeSys 2.3. Она распространяется бесплатно и широко распространена для программирования систем на основе программируемых логических контроллеров.

Обобщенно алгоритм работы ПЛК сводится к следующему. При инициализации системы происходит проверка наличия питания на всех устройствах и наличия связи между компонентами системы по интерфейсу RS-485. В МАВ содержатся коды ошибок, которые, при наличии ошибки, отправляются и обрабатываются в ПЛК, после чего ПЛК оценивает состояния готовности датчиков и МВА к работе и отправляет эти сведения графической панели и в ПК.

В случае успешной инициализации система начинает последовательный сбор сигналов со всех МАВ. В зависимости от уровней сигналов система переходит в один из режимов:

- от 0 до 4В – режим «Наблюдение»;
- от 4 до 8В – режим «Внимание»;
- свыше 8 В – режим «Пожар».

Блок-схема алгоритма работы прикладной программы для ПЛК показана на рис. 2.

При наличии сигналов с датчиков в диапазоне от 0 В до 4 В, система находится в режиме «Наблюдение» и просто регистрирует напряжения на датчиках. При этом датчики используемые в составе системы построены таким образом, чтобы уровень их выходных сигналов соответствовал приведенным выше режимам.

В момент, когда в ПЛК поступают сигналы, входящие в диапазон от 4 В до 8 В, система переходит в режим «Внимание», т.е. сигнал имеет амплитуду близкую к амплитуде сигнала взрыва, но не переходит в следующий диапазон сигналов свыше 8В, соответствующий режиму «Пожар».

Как только ПЛК получит сигнал с датчика, превышающий 8 В, системы переходит в режим «Пожар». В этом режиме система сигнализирует о возникновении возгорания и определяет его координаты, например, методом центра тяжести.

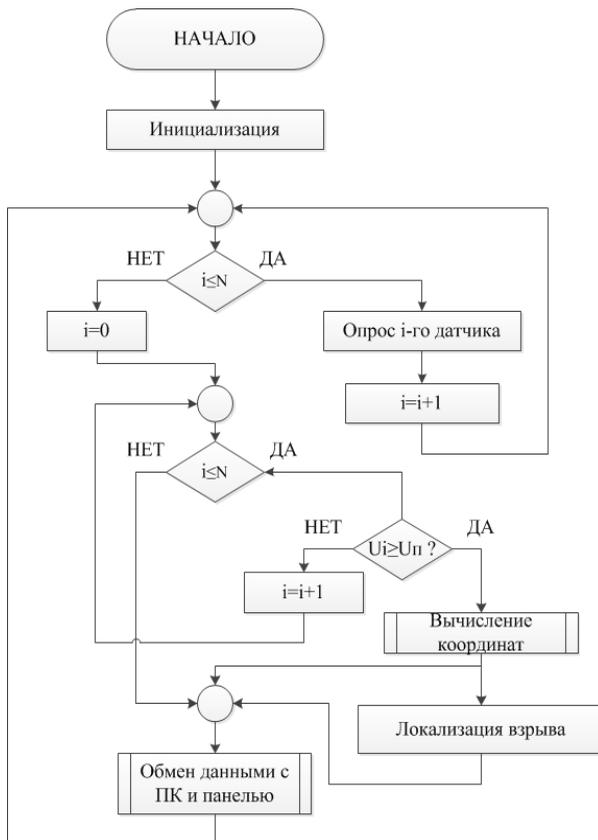


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы прикладной программы для ПЛК:

i – номер опрашиваемого датчика, N – количество датчиков, U_i – напряжение на опрашиваемом датчике, U_n – пороговое напряжение

Центр тяжести сигналов датчиков рассчитывается по формуле:

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_{\hat{c}i} \cdot U_{\hat{c}i}}{\sum_{i=1}^n U_{\hat{c}i}}, y_c = \frac{\sum_{i=1}^n y_{\hat{c}i} \cdot U_{\hat{c}i}}{\sum_{i=1}^n U_{\hat{c}i}}. \quad (1)$$

где $x_{\hat{c}i}$, $y_{\hat{c}i}$ – координаты i -го датчика на плоскости [9].

После определения координат очага взрыва ПЛК посылает сигнал активного уровня на исполнительные устройства средств пожаротушения (взрывоподавления), наиболее близко расположенных к возгоранию. Средства пожаротушения (взрывоподавления) точно локализуют возгорание, и после этого система вновь выходит в режим «Наблюдение».

Интерфейс пользователя для ПК показан на рис. 3.

На экране ПК отображается состояние системы (исправна или неисправна), режим, в котором находится система, показывается координаты взрыва на координатной сетке и в числовом виде. Также интерфейс пользователя позволяет задать размеры охраняемого помещения (длину и ширину в метрах) и показывает напряжение на всех датчиках системы в вольтах. Координатная сетка автоматически подстраивается под заданные пользователем размеры помещения. В случае обрыва связи МАВ или датчика под неисправным датчиком появляется сообщение об отсутствии связи.

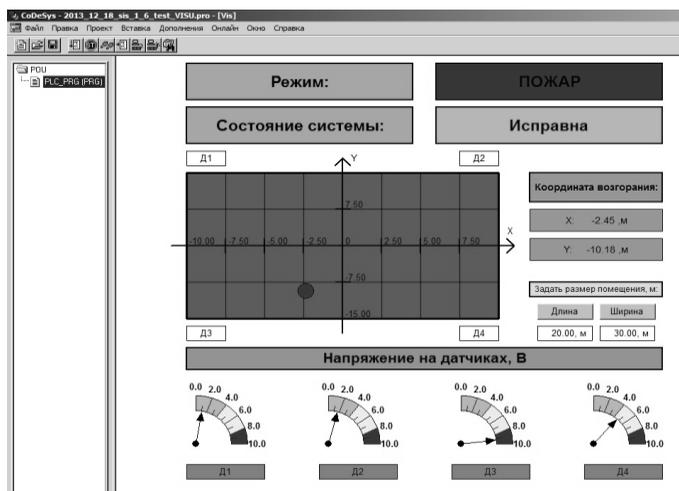


Рис. 3. Интерфейс пользователя для ПК

Конфигурирование и программирование графической панели оператора ИП-320 осуществляется с помощью программы «Конфигуратор ИП320» (рис. 4).

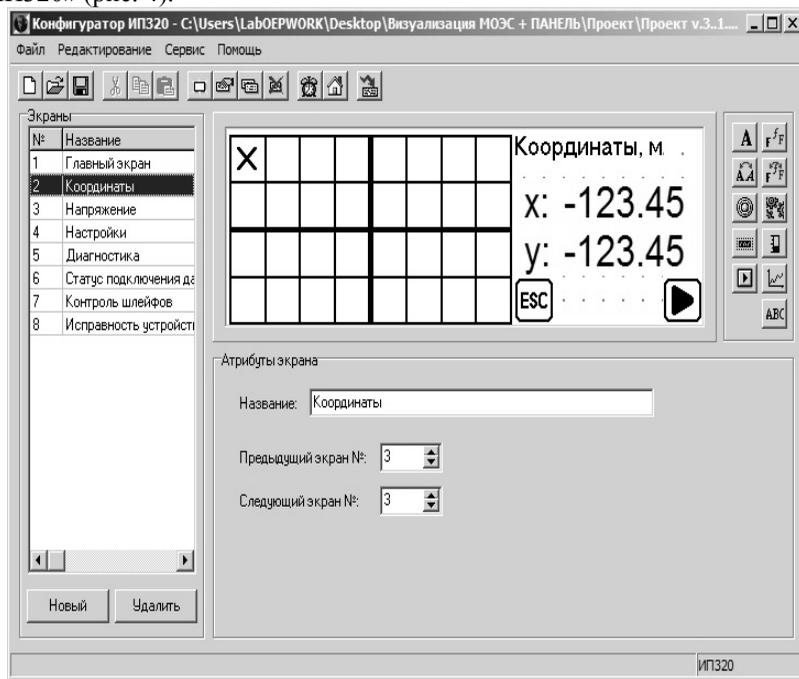


Рис. 4. Конфигуратор ИП320

При этом для оператора создаются следующие пользовательские экраны:

- «главный экран» (отображает режим системы и состояние системы);
- «координаты» (показывает координаты взрыва x и y на координатной сетке и в числовом виде);
- «напряжение» (показывает значения напряжений на выходе каждого МАВ);
- «настройки» (позволяет задать размеры охраняемого помещения);
- «диагностика» (включает в себя меню для перехода на экраны диагностики для датчиков и МАВ);
- «статус подключения датчиков» (отображает состояние готовности каждого из датчиков);

- «контроль шлейфов» (отслеживается обрыв связи датчиков с МАВ, а также обрыв МАВ с ПЛК по интерфейсу RS-485);
- «исправность устройств» (показывает состояние исправности каждого МАВ).

Проект, созданный в конфигураторе ИП320, загружается в панель посредством соединительного кабеля прошивки RS-232. Этот же кабель используется для подключения панели к ПЛК. После загрузки проекта панель сразу начнет опрашивать регистры ПЛК и отображать информацию на дисплее. При подключении панели к ПЛК панель настраивается как Master-устройство, а ПЛК – как Slave-устройство. Обмен данными между этими устройствами осуществляется через стандартный протокол связи ОВЕН. Наличие панели и энергонезависимой памяти у ПЛК гарантируют функционирование системы автономно без использования ПК.

Выводы. В данной работе был разработан программно-аппаратный комплекс для управления многоточечной системой определения координат очага взрыва.

Были решены следующие задачи:

- разработана структурная схема подключения программно-аппаратного комплекса к МОЭС;
- разработан алгоритм управления МОЭС;
- разработан графический интерфейс пользователя для персонального компьютера и портативной графической панели.

Дальнейшая работа направлена на тестирование системы в условиях, близких к реальным условиям эксплуатации.

Работа выполняется при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4677.2012.8.

Литература. 1. Лисаков, С.А. Лабораторное исследование точности определения координат очага возгорания многоточечной оптико-электронной системой для одномерного случая [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. / Лисаков С.А. Кураев А.В. Павлов А.Н., Сыпин Е.В. // Электронный журнал «Южно-сибирский научный вестник». – 2013. – 94-98 с. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2013/2/21_94-98. 2. Kuraev A.V., Lisakov S.A., Pavlov A.N., Sypin E.V. Electro-optical gauge of multipoint oes to determine the arrangement of the explosion source – 2012 13th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2012. sponsors: Russian Foundation for Basic Research (RFBR). Altai, 2012. P. 217-221. 3. Кураев, А.В. Оптико-электронный

датчик многоточечной системы определения пространственного расположения очага взрыва [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. / Кураев А.В. Лисаков С.А. Павлов А.Н., Сыпин Е.В. // Электронный журнал «Южно-сибирский научный вестник». – 2012. – 128-132 с. – Режим доступа: <http://http://elibrary.ru/download/21422707.pdf>. 4. Лисаков, С.А. Компьютерное моделирование многоточечной системы определения пространственного расположения очага взрыва [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. / Кураев А.В., Павлов А.Н., Сыпин Е.В. // Электронный журнал «Южно-сибирский научный вестник». – 2012. – 133-136 с. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2012/2/33_133-136.pdf. 5. Кураев, А.В. Лабораторный образец многоточечной оптико-электронной системы определения пространственного расположения очага взрыва [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. / Кураев А.В. Лисаков С.А. Павлов А.Н., Сыпин Е.В. // Электронный журнал «Южно-сибирский научный вестник». – 2013. –19-21 с. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2013/1/4_19-21.pdf. 6. МВ110-224.2АС Руководство по эксплуатации. Модуль ввода аналоговый [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // «ОВЕН». – 2010. – 59 с. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/re_mv110-224.2ac_1259.pdf. 7. ПЛК100 руководство по эксплуатации. Контроллер программируемый логический [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // «ОВЕН». – 2010. – 51 с. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/re_plc100_1284.pdf. 8. ИП320 руководство по эксплуатации. Панель оператора [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // «ОВЕН». – 2010. – 23 с. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/re_ip320_1443.pdf. 9. Лисаков, С.А. Определение координат очага взрыва многоточечной оптико-электронной системой на основе метода центра тяжести [Текст] / С.А. Лисаков, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин // Ползуновский вестник. -2013. -№ 2. - С.73-77.

Реквизиты для справок: Россия, 659305, Бийск, ул. Трофимова 27, Бийский технологический институт, кафедра методов и средств измерений и автоматизации, аспирант Кураев А.В. – 7-goga@mail.ru, аспирант Лисаков С.А. – foxlsa@mail.ru, студент Курьят А.В. – biysk_respect@mail.ru, к.т.н., доцент Павлов А.Н. – pan@bti.secna.ru, к.т.н., профессор Сыпин Е.В. – sev@bti.secna.ru, тел. (3854) 43-24-50.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ В ГАЗОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ «УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ–ВОЗДУХ»

ЯНКИНА О.Ю., ПАВЛОВ А.Н., СЫПИН Е.В.

Введение. На данный момент существует огромное количество различных приборов для обнаружения очага возгорания. Наиболее распространенные это активные системы предотвращения взрывов, которые в своем составе используют ряд всевозможных датчиков: оптические, акустические, дымовые, термомпары, и др., которые имеют свои достоинства и недостатки. Но наиболее перспективными с точки зрения обеспечения быстродействия автоматических систем предотвращения взрывов являются оптические датчики, реагирующие на световое излучение пламени, называемые пирометрами.

В Бийском Технологическом институте ведутся разработки оптических датчиков обнаружения очага возгорания в газодисперсных системах. Разработаны пирометры спектрального отношения, которые в настоящее время используются в угольных шахтах для предотвращения взрыва пылеметановоздушной смеси. Выявлено, что на пирометры спектрального отношения не действует запыленность среды, но за счет высокой концентрации пыли уменьшается чувствительность каждого канала прибора. К существующему недостатку прибавляется еще один – высокая стоимость данного прибора. Более того, не существует активных приборов обнаружения очага возгорания, которые могли бы автоматически изменять свои настройки в зависимости от степени запыленности окружающей среды. В связи с этим были проведены исследования по разработке метода построения активного пирометрического прибора. Метод основан на регистрации обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе [1]. Для проверки разработанного метода необходимо провести экспериментальное исследование по определению обратного рассеяния в газодисперсной среде.

В связи с выше изложенным была сформулирована цель – провести лабораторное исследование по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной среде и проверить результаты экспериментов на воспроизводимость.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– разработать лабораторную установку по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе;

- провести экспериментальное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения в зависимости от различных параметров дисперсной фазы;
- проверить результаты экспериментов на воспроизводимость.

Основная часть. Для исследования обратного рассеяния оптического излучения в дисперсной системе была разработана установка, конструкция которой показана на Рис. 1.

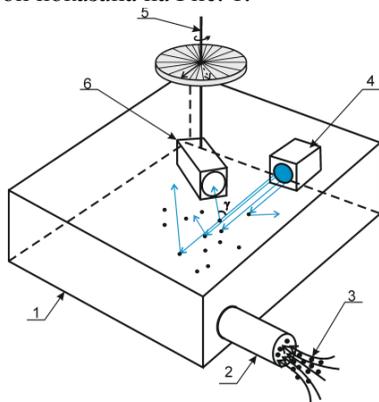


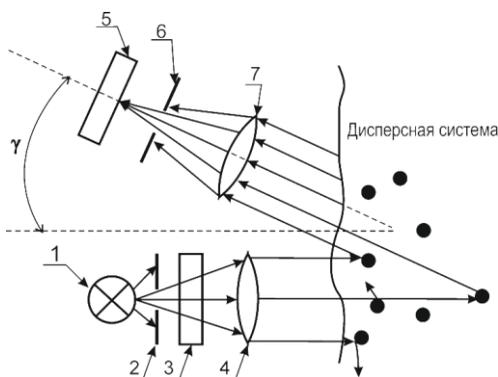
Рис. 1. Установка для определения обратного рассеяния оптического излучения

1 – камера образования дисперсной системы, 2 – патрубок для ввода дисперсной фазы, 3 – угольная пыль, 4 – передающая оптическая система, 5 – шток с отсчётным устройством, 6 – принимающая оптическая система

Исследования обратного рассеяния выполняется следующим образом: в камеру 1 через патрубок 2 вдувается угольная пыль 3 для формирования дисперсной системы. Передающая часть 4 оптической системы формирует параллельный пучок оптического излучения в заданном диапазоне длин волн, который рассеивается в дисперсной системе под разными углами. Приемная часть 6 оптической системы регистрирует величину обратного рассеяния под углом, устанавливаемым с помощью штока 5. Для измерения угла на штоке имеется отсчетное устройство, отградуированное в градусах.

Разработанная структурная схема оптической системы, используемой в установке, показана на Рис. 2. Оптическая система состоит из передающей и приемной частей. Передающая часть состоит из источника света 1, диафрагмы 2, светофильтра 3 и собирающей линзы 4.

В качестве источника света используется миниатюрная лампа накаливания, работающая от высокостабильного источника постоянного тока. Диафрагма 2, ограничивающая пучок лучей, выходящий из лампы 1, обеспечивает получение источника излучения, близкого к точечному. Диафрагма имеет диаметр в 1 мм, в сопоставлении размеров диафрагмы и с фокусом линзы (1:100), источник света считается точечным, так как его размерами по сравнению с расстоянием, на котором оценивается его действие можно пренебречь [2]. Оптический фильтр 3 предназначен для выделения из всего спектра излучения источника определенной его части для исследования обратного рассеяния на различных длинах волн. Собирающая линза 4 обеспечивает получение пучка лучей, параллельного оптической оси передающей части оптической системы.



1 – источник света, 2, 6 – диафрагмы, 3 – светофильтр, 4, 7 – линзы, 5 – фотоприемник

Рис. 2. Структурная схема оптической системы

Приемная часть оптической системы расположена так, что ее оптическая ось с оптической осью передающей части образует угол γ , соответствующий углу обратного рассеяния. Собирающая линза 7 фокусирует излучение на приемнике излучения 5. При этом сфокусированный световой пучок проходит через полевую диафрагму 6, отверстие которой подобрано таким образом, чтобы угловое поле приемной части оптической системы было близко к нулю, обеспечивая регистрацию излучения, распространяющегося только под углом γ .

Угол обратного рассеяния зависит от концентрации и размеров дисперсной фазы (для заданных параметров излучения).

Выбор концентрации угольной пыли определяется исходя из данных ВостНИИ [3]. В призабойном пространстве при работе проходческого комбайна концентрация пыли не превышает $20 \dots 25 \text{ г/м}^3$, а очистного – $50 \dots 70 \text{ г/м}^3$. Для наиболее взрывоопасной угольной пыли нижний предел взрываемости равен 10 г/м^3 [4]. Поэтому для исследования выбраны крайние значения концентраций 10 г/м^3 и 70 г/м^3 и два промежуточных значения 30 г/м^3 и 50 г/м^3 .

В соответствии с методикой проведения исследований [5] были проведены измерения выходного напряжения приемной оптической системы для дисперсных систем с различными параметрами дисперсной фазы при изменении угла обратного рассеяния от 0 до 90 градусов.

На рис. 3, а показано семейство графиков зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для фракции угольной пыли 20 мкм при различных концентрациях.

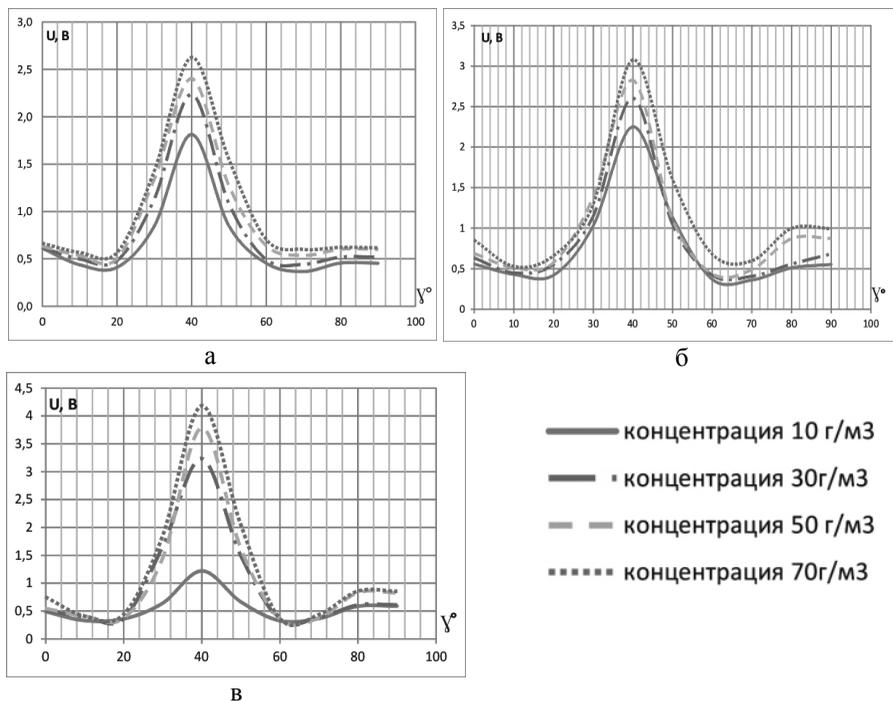


Рис. 3. Графики зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для различных фракции угольной пыли
а – 20 мкм, б – 35 мкм, в – 50 мкм

Из графиков на рис. 3, а видно, что оптимальный угол обратного рассеяния равен 40° . На рис. 3 а и б показаны зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для фракций 35 и 50 мкм соответственно. Из графиков видно, что оптимальный угол обратного рассеяния для фракций 35 и 50 мкм также составляет 40° .

Для каждой исследованной дисперсной системы были определены оптимальный угол обратного рассеяния и соответствующий ему выходной сигнал напряжения. В соответствии с полученными данными построены зависимости напряжения на выходе схемы от концентрации для различных фракций при оптимальном угле обратного рассеяния (рис. 4).

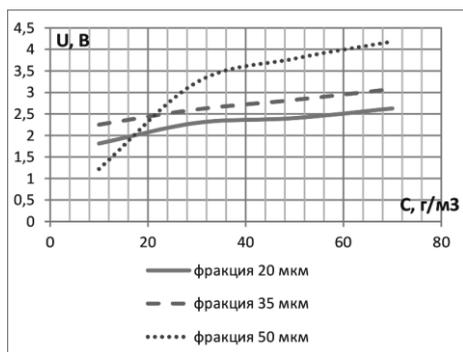


Рис. 4. Зависимость напряжения на выходе схемы от концентрации угольной пыли при $\gamma_{onm} = 40^\circ$ для фракций 20, 35, 50 мкм.

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что с увеличением размера частиц интенсивность обратного рассеяния увеличивается в области рационального угла, но при малой концентрации и фракции частиц размером 50 мкм интенсивность обратного рассеяния слабая, что является следствием быстрого осаждения крупных частиц.

После проведения экспериментального исследования необходимо провести проверку результатов экспериментов на воспроизводимость. Проверка воспроизводимости должна проводиться при определенных размерах концентрации частиц дисперсной фазы и при заданном угле обратного рассеяния поэтому выберем такие значения, при которых интенсивность обратного рассеяния оптического излучения максимальна. По данным в статье [6] можно сделать вывод о том, что наибольшая интенсивность обратного рассеяния оптического излучения происходит при оптимальном угле 40° и наибольших размерах (50 мкм) и концентрации (70 г/м3) частиц дисперсной фазы.

Воспроизводимость результатов эксперимента проводилась по ГОСТ Р 51814.5-2005 [7]:

1. рассчитаны дисперсия средств измерительной техники $S_e^2 = 0,00529$ и дисперсия операторов $S_{op}^2 = 0,00103$ [7];

2. рассчитано отношение $F = \frac{S_{op}^2}{S_e^2} = 1,946493$;

3. определено критическое значение распределения $F_\alpha(k_1, k_2) = 2,007635$ по таблице распределения Фишера-Снедекора, где k_1 – число степеней свободы большей дисперсии, k_2 – число степеней свободы меньшей дисперсии (из S_{op}^2 и S_e^2);

Определено, что $F < F_\alpha(k_1, k_2)$ влияние изменчивости взаимодействия между оператором и серией эксперимента признается незначимы, то результаты экспериментов по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе являются воспроизводимыми.

Выводы и заключение. В результате выполнения работ было проведено лабораторное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения и проверены результаты эксперимента на воспроизводимость.

Решены следующие задачи:

– разработана лабораторная установка по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе;

– проведено экспериментальное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения в зависимости от различных параметров дисперсной фазы;

– проведена проверка результатов экспериментов на воспроизводимость.

В ходе проведения экспериментального исследования был установлен рациональный угол обратного рассеяния, который составляет 40° не зависимо от концентрации и размера частиц дисперсной фазы, а так же выявлено что с ростом концентрации частиц угольной пыли возрастает интенсивность обратного рассеяния оптического излучения, но для фракции угольной пыли 50 мкм при малой концентрации интенсивность обратного рассеяния слабая, т. к. частицы такого размера быстро осаждаются.

Проверка воспроизводимости результатов экспериментов показала что $F < F_\alpha(k_1, k_2)$, поэтому влияние изменчивости взаимодействия

между оператором и серией эксперимента признается незначимыми и результаты экспериментов по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе являются воспроизводимыми.

Литература. 1. The Method To Study The Designing Of An Active Pyrometric Device To Detect The Source Of Fire In The Gas-dispersed Medium At An Early Stage.- Yakusheva O. Y., Pavlov A.N., Berestova E. V., Sypin E.V.- 2010 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010 - Proceedings 2010 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010. sponsors: Russian Foundation for Basic Research (RFBR).- Altai, 2010.- С. 443-445. **2** Интерактивный учебник по физике. Механика, теплота, молекулярная физика. – Режим доступа: <http://www.physel.ru/a-mainmenu-55/-ainmenu-57/579-s-69-.html> **3.** Петунин, П.М. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / Петунин П.М., Гродель Г.С., Жиляев Н.И. и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1981. – 271 с. **4.** Шевцов, Н.Р. Взрывозащита горных выработок при их строительстве (конспект лекций): Учебное пособие. – Донецк: Новый мир, 1998. – 329с. **5.** Oksana Y. Yakusheva, Eugene V. Sypin, Andrey N. Pavlov «Experimental research backscattering in the disperse system», International conference and Seminar on micro/nanotechnologies and electron devices EDM'2013: Conference proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2013. – P. 246–248. **6.** Якушева О.Ю. Экспериментальное исследование обратного рассеяния в дисперсной системе угольная пыль-воздух / О.Ю. Якушева, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин // Южно-Сибирский научный вестник. – 2013. – №2 (4). – С. 68–70. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2013/2/16_68-70.pdf. **7.** ГОСТ Р 51814.5-2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. - М.: Технический комитет по стандартизации ТК 125 «Статические методы управления качеством продукции», 2005.– 50 с.

Реквизиты для справок: Россия, 659305, Бийск, ул.Трофимова, 27, Бийский технологический институт АлтГТУ (БТИ АлтГТУ), кафедра методов средств измерений и автоматизации, инженер Янкина О.Ю., тел. (3854) 432450. Oksana-Yakusheva@mail.ru, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры Сыпин Е.В. sev@bti.secna.ru, канд. техн. наук, доцент кафедры Павлов А.Н. pan@bti.secna.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ТОЛЩИНЫ НАНОПЛЕНОК СПЛАВОВ Nb-Ce МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ

ИШКОВ А.В., НОВОЖЕНОВ В.А., НОВОЖЕНОВ А.В.,
СТРУЧЕВА Н.Е., ЛЯЩЕНКО Д.Н.

Сплавы ниобия с *p*-, *d*- и *f*-металлами широко применяются в современной сверхпроводящей электронике как в качестве токонесящих, так и в качестве барьерных и контактных материалов. Наряду с интерметаллидом Nb₃Sn, боридом MgB₂ и высокотемпературными сложными оксиднокупратными сверхпроводниками типа BSCCO и YBCO, эти вещества составляют основу сверхпроводящих кабелей и устройств первого и второго поколений [1].

Большинство из эксплуатируемых в настоящее время коммерческих и научных сверхпроводящих электронных устройств (высокочастотные кабели, силовые обмотки трансформаторов, обмотки магнитов для МРТ, дипольные магниты Большого Адронного Коллайдера, соленоиды исследовательских термоядерных установок в США, Европе и России и пр.) в качестве основного сверхпроводящего материала используют проволоку, ленту или композиционные материалы на основе сплава Nb-Ti с массовой долей ниобия 46-48,5 %, относящиеся к низкотемпературным сверхпроводникам. При подключении сверхпроводящего участка к «обычной» высоковольтной линии возникают резкие скачки тока, существенно снижающие эффективность передачи электрической энергии и нарушающие нормальную работу электрической системы [2]. Указанные проблемы могут быть решены путем использования контактных и барьерных материалов на основе сплавов ниобия с церием, которые в сверхпроводящих устройствах второго поколения выполнены в виде тонкопленочных (менее 1 мкм) конструкций на проводящих и диэлектрических основаниях. Изготовление сверхпроводящих устройств требует всестороннего контроля качества, а высокая стоимость и малая толщина функциональных слоев их конструкции предопределяет использование для этого неразрушающего контроля [3].

Целью настоящего исследования являлась разработка метода неразрушающего контроля удельной электропроводности и толщины нанопленок Nb-Ce методом вихревых токов.

Получение исходных материалов и нанопленок. Сплавы ниобия с церием готовили непосредственным сплавлением смесей стружки исходных металлов квалификации х.ч. с заданным массовым соотношением Nb:Ce (1:4, 1:5, 4:1 и др.) в вакуумированных (10^{-2} Па) кварце-

вых ампулах в печи СНОЛ-3/10. Состав полученных сплавов подтверждали химическим анализом. Для получения гомогенных и сверхтонких пленок в системе Nb-Ce методом импульсного напыления, для вакуумной камеры установки ИМАШ-20-75 была изготовлена специальная технологическая оснастка, закрепляемая на зажимах устройства нагружения образцов.

Исследование нанопленок. Для измерения сопротивления полученных нанопленок и расчета их толщины сначала были проведены бесконтактные измерения удельной электропроводности (σ) пленок сплавов Nb-Ce на кварцевой подложке бесконтактным методом вихревых токов с применением виртуализированного измерительного прибора ИЭНМ-20М ФА и сверхминиатюрного вихретокового преобразователя [4].

Контактное измерение электрического сопротивления нанопленок производили мостовым методом для 2-х образцов одинакового химического состава с одинаковыми значениями σ , полученных на Pt-Pd-подложках и соединенных вместе пленкой к пленке при их перпендикулярном взаимном расположении. В этом случае площадь пленки, через которую протекает электрический ток составляет ровно $1 \pm 0,05$ мм².

Расчет сопротивления R_x таких образцов, измеренного на приборе E7-11, проводился по формуле:

$$R_x = R_N \frac{\alpha_{x1} - \alpha_{x1} + U_{x1}}{\alpha_{N1} - \alpha_{N1} + U_{N1} + U_{N1}} \quad (1)$$

где R_x - сопротивление образца, α_{x1} , α_{x11} , α_{N1} , α_{N11} - отсчет на блоке АК прибора E7-11, R_N - эталонное сопротивление образца изготовленного из меди M0, U_{x1} - напряжение на R_x , U_{N1} - напряжение на R_N , U_{N11} - напряжение на R_N при смене направления тока в мосту, R_N рассчитывалось по формуле $R = \rho \frac{\ell}{S}$, по ранее измеренному значению σ .

Результаты проведенных измерений электрических параметров нанопленок сплавов Nb-Ce с атомным отношением элементов 4:1 и 1:4, полученных при их импульсном напылении на Pt-Pd-подложки, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Электрические параметры нанопленок сплавов Nb-Ce ($n=5$; $P=0,95$)

Состав сплава, масс. %		Электрический параметр	
Ce	Nb	R_x , Ом	σ , МСм/м
20	80	$1,04 \pm 0,03$	$2,2 \pm 0,2$
80	20	$(1,2 \pm 0,4) \times 10^{-2}$	$(3,5 \pm 0,2) \times 10^5$

Расчет толщины нанопленки λ производился по формуле (2) на основании данных таблицы 1, после измерения сопротивления участка цепи в предположении постоянства удельного объемного сопротивления сплава $\rho = 1/\sigma = const$:

$$\ell = \frac{\sigma \cdot S}{2} (R_x - R_{лин.}), \quad (2)$$

где R_x - сопротивление образца, S - площадь пленки, σ - удельная электропроводность пленки, $R_{лин.}$ - реактивное сопротивление линии, включающее в себя сопротивления проводов, сопротивление 2-х Pt-Pd-подложек и сумму контактных сопротивлений на границах Cu/Pt и Pt-Pd/Pt-Pd (для нашей установки $R_{лин.}$ составило $(3,5 \pm 0,1) \times 10^{-3}$ Ом).

Расчитанная толщина пленки сплава Ce:Nb 4:1 составила $(6 \pm 2) \times 10^{-8}$ м, а Ce:Nb 1:4 – $(4 \pm 1) \times 10^{-9}$ м (или 60 и 4 нм, соответственно).

Таким образом, с помощью одновременного определения электрических параметров нанопленок сплава Nb-Ce бесконтактным методом вихревых токов и контактным мостовым методом удается рассчитывать их толщину с технически приемлемой точностью.

Выводы. С помощью импульсного высоковакуумного напыления сплавов Nb-Ce с массовым соотношением металлов 1:4 и 4:1 (Ce 20% : Nb 80% и Ce 80% : Nb 20%) на предварительно отожженные Pt-Pd-подложки были получены нанопленки толщиной 4 и 60 нм, соответственно. Удельная электропроводность нанопленок составила $2,1 \div 2,5$ (для сплава Ce:Nb - 1:4) и $(3,3 \div 3,7) \times 10^5$ (для сплава Ce:Nb - 4:1) МСм/м.

Литература. 1. Высоцкий, В.С. Сверхпроводимость в электромеханике и электроэнергетике [Текст] / В.С. Высоцкий, В.Е. Сытников, К.В. Илюшин [и др.] // Электричество. -2005. -№ 7. -С. 31-40. **2.** Сытников, В.Е. Сверхпроводящие кабельные изделия на пути внедрения в электротехнику и электроэнергетику [Текст] / В.Е. Сытников, В.С. Высоцкий, Г.Г. Свалов // Кабели и провода. -2007. -№ 5 (306). С. 36-48. **3.** Неразрушающий контроль и диагностика: справочник [Текст] / Ред. В. В. Клюев; ЗАО НИИИИ МНПО «Спектр». -М.: Машиностроение, 2003. -656 с. **4.** Дмитриев, С.Ф., Сверхминиатюрные вихретоковые преобразователи для виртуализированных приборов неразрушающего контроля [Текст] / С.Ф. Дмитриев, А.В. Ишков, Д.Н. Лященко // Контроль. Диагностика. -2011. -№ Sp. -С. 102-107.

Реквизиты для справок: Россия, 656049, Барнаул, пр. Красноармейский, 98, Алтайский государственный аграрный университет, кафедра ТКМурМ, Д.т.н., профессор **Ишков А.В.** - olg168@rambler.ru, тел. (3852) 62-83-80.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТОЙКОСТИ НАНОПЛЕНОК СПЛАВОВ Nb-Ce ВИЗУАЛЬНО- ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ИШКОВ А.В., НОВОЖЕНОВ В.А., НОВОЖЕНОВ А.В.,
СТРУЧЕВА Н.Е., ЛЯЩЕНКО Д.Н.

При производстве низкотемпературных сверхпроводящих материалов (НТСП) и электронных изделий из них большое значение имеет содержание кислорода в готовом изделии и его элементах, так как последний, образуя диэлектрические оксиды металлов, не только нарушает электрические контакты на его фазовых границах, но и является электронной «ловушкой» при прохождении по материалу тока в состоянии сверхпроводимости. Поэтому получение НТСП на основе промышленного деформируемого ниобий-титанового сплава НТ-50 проводят в вакууме, используя добавки рафинирующих редкоземельных металлов (РЗМ), как на стадиях плавки чистых металлов, так и в технологии изготовления готового композита [1].

Положительная роль РЗМ в составах НТСП-композитов на основе сплава НТ-50 объясняется большой стабильностью их окислов по сравнению со стабильностью окислов титана. Последнее оказывает существенное влияние и на повышение плотности критического тока отожженных образцов [2]. Исследование сплавов системы Nb-Ce интересно также и в плане изучения ее основных физико-химических характеристик как перспективного материала в составе сверхпроводящих композитов, в том числе входящих в их состав в виде защитных или резистивных слоев, интерфейсов и наноструктурных элементов.

Целью настоящей работы являлось исследование окислительной стойкости нанопленок сплавов Nb-Ce бесконтактным визуально-оптическим методом.

Получение нанопленок. Нанопленки сплавов Nb-Ce получали методом импульсного (200-250 мс) высоковакуумного (10^{-3} - 10^{-4} Па) напыления при температурах 3000-3200 °С микронавесок сплава (0,005-0,008 г), испаряемого с поверхности ленточного $1 \times 15 \times 0,05$ мм Pt-Pd нагревателя на предварительно отожженные кварцевые подложки в вакуумной камере установки ИМАШ-20-75.

Исследование нанопленок. Окислительную стойкость пленок определяли, исследуя кинетику их окисления кислородом воздуха при 25 °С визуально-оптическим методом, производя видеосъемку пленок на кварцевых подложках в течение определенных промежутков времени (USB 2.0 Web-камера A4Tech PKS-732K, 640x480 пикс., частота

кадров 36 к/с) с последующей обработкой полученных снимков на ЭВМ, используя оригинальное программное обеспечение [3].

Измеряемым параметром являлась величина площади пленки, которая при самопроизвольном окислении на воздухе в проходящем свете становится прозрачной, уменьшается и «исчезает», тогда степень превращения вещества можно рассчитать по уменьшению площади пленки сплава по формуле,

$$\alpha = \frac{S_0 - S_t}{S_0}, \quad (1)$$

где S_0 и S_t – площадь исходной пленки и пленки в момент времени t .

Площадь пленок определялась с помощью программ для ЭВМ Analyzer и FracDim, позволяющих производить поиск и идентификацию их границ на растровых черно-белых фотоизображениях, подсчетом площади замкнутых контуров и фрактальной размерности границ пленки. Обработку исходных кинетических данных проводили по известному уравнению Колмогорова-Ерофеева (2) [4]:

$$\alpha = 1 - \exp(-kt^n), \quad (2)$$

которое линеаризуется в координатах $\ln(-\ln(1-\alpha)) = f(\ln t)$.

Кинетические кривые окисления двух полученных ранее нанопленок сплавов Се:Nb - 1:4, отличающихся удельной электропроводностью, на воздухе при 25 °С приведены на рисунке 1. Там же в качестве примера приведены исходные кадры видеосъемки 2-ой пленки, окислявшейся на воздухе в течение 3, 10, 20 и 60 минут, соответственно. Аналогичные кинетические кривые были получены и для сплава Се:Nb состава 1:4. Из линейных анаморфоз кинетических кривых по МНК были определены параметры кинетического уравнения (4), представленные в таблице 1.

Таблица 1. Параметры кинетического уравнения окисления нанопленок сплавов в системе Nb-Се кислородом воздуха при 25 °С

Сплав, масс. %	σ пленки, МСм/м	Параметры уравнения Ерофеева-Колмогорова	
		$k \times 10^{-2}$	n
Се 80% : Nb 20%	$3,3 \times 10^5$	0,07	0,98
	$3,7 \times 10^5$	3,2	0,48
Се 20% : Nb 80%	2,1	12,5	0,26
	2,5	0,6	0,56

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о наиболее быстром окислении, и, как следствие, наименьшей окислительной

стойкости на воздухе, нанопленок сплава Се 80% : Nb 20%, причем пленка с большим сопротивлением и меньшей толщиной окисляется быстрее чем более толстая.

Пленки сплава Се 20% : Nb 80% окисляются в 10-100 раз медленнее, причем общая закономерность нарушается - более тонкая пленка (с большим сопротивлением) окисляется медленнее, чем более толстая.

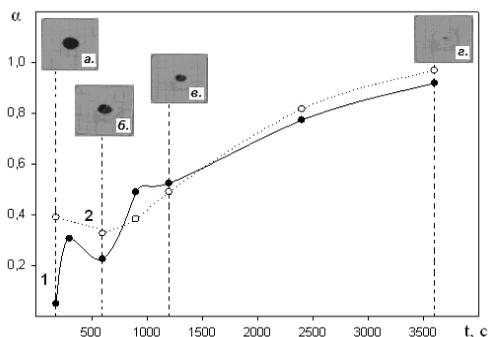


Рис. 1. Кинетика окисления нанопленок сплава Се:Nb - 4:1 на воздухе: 1 – пленка с удельной электропроводностью $3,3 \times 10^5$ МСм/м; 2 – пленка с удельной электропроводностью $3,7 \times 10^5$ МСм/м; и фотографии пленки 2 при ее окислении на воздухе в течение - 3 (а.), 10 (б.), 20 (в.) и 60 (г.) мин

В зависимости от толщины и природы пленки изменяется и механизм процесса, о чем свидетельствует обнаруженное нами изменение порядка топохимической реакции.

Литература. 1. Металловедение и технология сверхпроводящих материалов [Текст] / Под ред. С. Фонера, Б. Шварца. -М., 1987. - С. 165-173. **2.** Ианделли, А. Физика и химия редкоземельных элементов: справочник [Текст] / А. Ианделли [и др.]; под ред. К. Гшнайднера; пер. с англ. под ред. Е.М. Савицкого.-М.: Металлургия,1982.-336 с. **3.** Ишков, А.В. Система исследования композиционных материалов по их растровым изображениям [Текст] / А.В. Ишков, А.А. Барсуков // Вестник ТГУ: бюлл. опер. научн. инф. -2006. - № 65. - Март. -С. 19-25. **4.** Семиохин, И.А. Кинетика химических реакций [Текст] / И.А. Семиохин, Б.В. Страхов, А.И. Осипов. -М.: МГУ, 1995. -351 с.

Реквизиты для справок. Россия, 656049, Барнаул, пр. Красноармейский, 98, Алтайский государственный аграрный университет, кафедра ТКМиРМ, Д.т.н., профессор **Ишков А.В.** - olg168@rambler.ru, тел. (3852) 62-83-80.

МОДЕЛЬ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА НА БАЗЕ ЛАНТАНОВОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

ЛОБОВ Д.Г., СОЛОДКИХ В.П..

В современных технологических процессах для контроля высоких температур широкое распространение получили бесконтактные методы измерения температур с помощью пирометров. При производстве и эксплуатации пирометров для решения задач поверки и калибровки, в качестве источника излучения используются модели абсолютно черных тел (АЧТ).

На рынке существует множества отечественных зарубежных компаний, производящих модели высокотемпературных АЧТ, таких как ФГУП ФГУП «Омский опытный завод Эталон», ЗАО «НПЛ «МЕТРОПИР» и другие.

Модель АЧТ. В большинстве предлагаемых моделей АЧТ в качестве нагревательного элемента используют графитовые стержни или нагреватели на основе карбида кремния. Использование графитовых стержней в качестве нагревательного элемента обеспечивает большой температурный диапазон с хорошей точностью, но влечет за собой ряд проблем: большую стоимость, малое количество рабочих циклов, необходимость в атмосфере инертного газа. Все проявляется в увеличении стоимости как АЧТ, так и стоимости обслуживания его. Использование карбида кремния не позволяет получить температуру выше 1500 °С.

Одним из вариантов решения задачи построения АЧТ с рабочей температурой до 1700 °С является применение керамического материала на основе тугоплавкого электропроводного оксидного соединения – хромитлантана LaCrO_3 . Из данного материала фирмой «Термокерамика» изготавливаются высокотемпературные электронагревательные элементы «ЛАНТЕРМ». Конструктивно нагреватели выполнены в форме стержней и труб различного сечения и конфигурации.

Нагреватели ЛАНТЕРМ используются в электрических печах сопротивления с воздушной средой и обеспечивают проведение термических процессов при температурах до 1700 °С, а в некоторых случаях до 1800°С.

Авторами была разработана и испытана модель АЧТ на базе трубчатого излучателя диаметром 48 мм и длиной 500 мм.

На рисунке 1 приведена структурная схема АЧТ с теплоизоляцией в разрезе. Особенностью этой структуры является то, что трубчатый нагреватель расположен горизонтально, так как хромит лантана при

нагреве выше 1500 °С может деформироваться. Источником питания данной модели является трансформатор с выходным напряжением 60В, это позволяет обеспечить гальваническую развязку улучшить условия работы регулятора температуры. Поддержание заданной температуры, обеспечивается при помощи ПИД-регулятора, датчиком температуры служит платинородиевая термопара.

Расчет коэффициента излучения модели АЧТ Для трубчатого нагревателя «Лантерм» эффективный коэффициент излучения можно приблизительно рассчитать по формуле [1]:

$$\varepsilon \approx 1 - \rho \frac{d_0^2}{4 \cdot d^2} \quad [1]$$

где ρ - коэффициент отражения материала стенки, d_0 - диаметр входного отверстия, d - внутренний диаметр трубки.

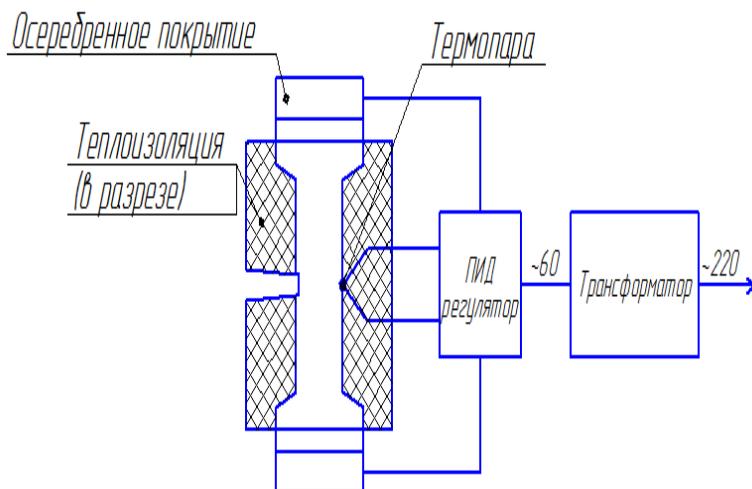


Рис. 1. Структурная схема АЧТ

Анализируя формулу, необходимо отметить, что чем больше диаметр трубки, тем выше ε . В соответствии с таблицей рис. 2 максимальный внутренний диаметр серийно выпускаемых трубчатых нагревателей «Лантерм» составляет 32 мм.

Размеры, мм					Rном, Ом	Сакт.,	Рmax, Вт при T°С	
d	D	a	b	L	при 1200°С	см²	1600	1800
25	40	150	150	450	2,2	95	840	540
25	40	200	150	500	3,0	125	1080	720
32	48	150	150	450	1,5	140	1200	800
32	48	200	150	500	2,5	235	2040	1380

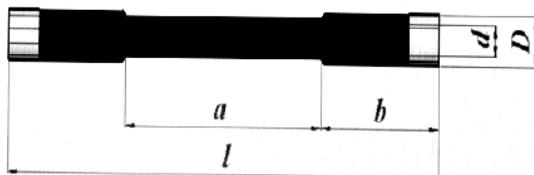


Рис. 2. Конструктивные параметры нагревателей «Лантерн»

Если принять диаметр входного отверстия d_0 равным 10 мм, то для трубчатого нагревателя с внутренним диаметром $d = 32$ мм по приведенной выше формуле можно определить эффективный коэффициент излучения калибратора $\varepsilon = 0,99$, что является хорошим результатом.

Литература. 1. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. / Л.З. Криксунов – М. Сов. радио, 1978 г. — 400 с.

Реквизиты для справок: Россия, 644050, Омск, пр. Мира 11, корпус 8, Омский государственный технический университет, кафедра технологии электронной аппаратуры, к.т.н., **Лобов Д.Г.**, магистрант **Солодких В.П.** - solodkih_v_p@mail.ru, тел. 8-908-808-41-27

КАЛИБРАТОР ДЛЯ ЗАДАЧ ПИРОМЕТРИИ

Д.Г. ЛОБОВ, В.В. МАСЛЕЙ

В настоящее время для задач калибровки высокотемпературных пирометрических преобразователей используют светоизмерительные лампы накаливания ленточного типа, такие как СИ10-300, ТРУ 1100-2350 °С.

Достоинством подобных калибраторов является низкая, по сравнению с калибраторами на базе абсолютно черного тела (АЧТ), стоимость. На данный момент времени большая часть действующих установок на базе светоизмерительных ламп морально и физически устарела и не отвечает требуемым задачам метрологии.

Актуальным вопросом является создание калибратора на основе светоизмерительной лампы накаливания ленточного типа, выполненного на современной элементной базе.

Описание калибратора. На кафедре «Технологии электронной аппаратуры» Омского государственного технического университета был разработан калибратор на базе светоизмерительной лампы накаливания ленточного типа СИ10-300. Структурная схема прибора приведена на рис. 1.

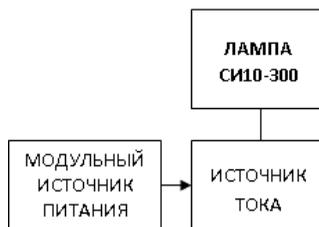


Рис. 1. структурная схема калибратора на базе светоизмерительной лампы накаливания ленточного типа СИ10-300

Основными составными частями калибратора модульный источник питания, регулируемый источник тока, светоизмерительная лампа накаливания ленточного типа СИ10-300, которая крепится на оптическую скамью при помощи специального держателя.

Для данного калибратора был разработан прецизионный регулируемый источник тока. Максимальное выходное напряжение источника тока составляет 14 В, диапазон регулировки тока 0...40 А, дискретность установки значения тока 5 мА.

Конструкция держателя лампы обеспечивает возможность регулировки её положения по высоте в пределах ± 100 мм. Внутри держателя находится цокольный патрон, в который устанавливается светоизмерительная лампа. Под цокольным патроном расположен вентилятор, служащий для охлаждения лампы. Это предотвращает нагрев цоколя лампы в процессе работы, что позволяет исключить изменение температуры тела накала во время проведения измерений.

Заключение. Разработанный калибратор используется для задач градуировки и калибровки высокотемпературных пирометрических преобразователей в диапазоне температур 1200-2000 °С. Ведется дальнейшая работа по усовершенствованию прибора.

Литература. 1. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники, Москва.: Сов. радио, 1978г.—400с.

Реквизиты для справок: Россия, 644050, Омск, пр. Мира 11, корпус 8, Омский государственный технический университет, кафедра технологии электронной аппаратуры, К.т.н., **Лобов Д.Г.**, магистрант **Маслей В.В** - wtomsk@rambler.ru, тел. (3812) 65-26-69

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ОБЛАСТИ СЛАБЫХ И СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

РЕДЬКО В.В., СТАРИКОВА Н.С.

На сегодняшний день, кабельное производство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей промышленности. Для обеспечения надежного канала передачи, необходимо соответствие качества изготовленной продукции нормативной документации. Состояние изоляции кабеля (целостность и внешняя геометрия) является одним из важнейших параметров, требующих контроля, особенно при изготовлении кабелей связи, необходимых для передачи информации.

В соответствии с действующей нормативной документацией контроль состояния изоляции осуществляют электроискровым и электроемкостным методами контроля, проводимыми в области сильных и слабых полей соответственно. Также был предложен контроль состояния изоляции по изменению электрической емкости участка кабеля в области сильных электрических полей [1].

Для сравнения эффективности измерений, проводимых в области сильных и слабых полей, необходимо найти зависимости величины электрической емкости от размеров дефектов в обоих случаях.

Измерения емкости в области сильных полей отличаются от измерений в области слабых тем, что при уменьшении толщины изоляции на месте дефекта до предельного значения в области сильных полей произойдет пробой изоляции, чего не будет в области слабых полей. Так как электрическая емкость участка изоляции не зависит от приложенного напряжения, то можно сделать вывод, что при толщине изоляции больше предельного значения, влияние размеров большинства типов дефектов на значение электрической емкости будет примерно одинаково. Отличие будут составлять дефекты типа «воздушная полость», т. к. в области дефекта, при приложении испытательного напряжения к поверхности кабеля, будет наблюдаться явление частичных разрядов [1]. В области слабых полей данного явления происходить не будет.

При нахождении зависимостей величины электрической емкости от размеров дефектов типа «воздушная полость», можно отметить, что полученные данные были различны при измерениях в слабых и сильных электрических полях.

Для упрощения поставленной задачи был взят плоский конденсатор с неоднородным диэлектриком. Моделью дефекта является параллеле-

пипед с размерами $axbxc$ (высота, длина, ширина соответственно) (рис. 1).

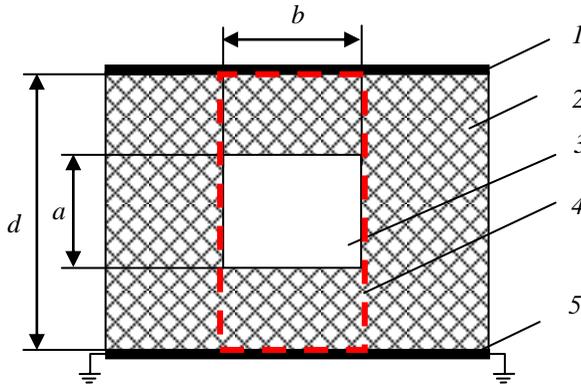


Рис. 1. Модель изоляции кабеля с воздушным включением:

- 1 – электрод (обкладка конденсатора); 2 – диэлектрик;
- 3 – воздушная полость (дефект); 4 – граница дефектного участка изоляции; 5 – жила кабеля (обкладка конденсатора)

Электрической схемой замещения дефектного участка изоляции $dxbxc$ (рис. 1) является последовательное соединение емкостей воздушной полости C_v и изоляционного материала C_u (геометрические размеры которого $(d-a)xbxc$). Используя формулу электрической емкости плоского конденсатора [2], была найдена результирующая емкость дефектного участка C_d :

$$C_d = \frac{C_v \cdot C_u}{C_v + C_u} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r^B \cdot \epsilon_r^H \cdot b \cdot c}{\epsilon_r^B \cdot (d - a) + \epsilon_r^H \cdot a}, \quad (1)$$

где ϵ_r^H -

диэлектрическая проницаемость изоляционного материала;

ϵ_r^B - диэлектрическая проницаемость воздуха.

Формула (1) отражает зависимость результирующей емкости от размера дефекта при измерениях в слабых электрических полях (рис. 2).

При измерениях в сильных электрических полях в воздушной полости будут происходить электрические разряды высокой интенсивности, и область дефекта будет обладать высокой проводимостью (рис. 2, 3).

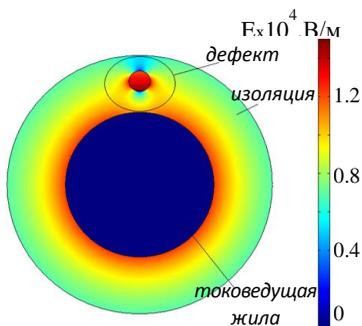


Рис. 2. Пример распределения напряженности кабеля в области слабых электрических полей (дефект изоляции: воздушная полость)

Исходя из этого, зависимость емкости дефектного участка кабеля от величины дефекта:

$$C_{\partial} = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r^n \cdot b \cdot c / (d - a) \quad (2)$$

Проведя анализ формул (1) и (2), можно сделать вывод, что характер зависимостей различен.

Для проверки данных теоретических выкладок в программной среде COMSOL Multiphysics была создана модель участка изоляции кабеля в виде плоского конденсатора с двухслойным диэлектриком (изоляция из ПВХ-пластиката и воздух). Расчет электрической емкости был проведен по известной формуле $C = Q/U$ [2]. Заряд Q определен с помощью теоремы Гаусса в интегральной форме [2].

Согласно построенным графикам (Рис. 4) можно отметить, что зависимости в областях сильных и слабых полей различны: с увеличением размера дефекта в области слабых полей электрическая емкость постепенно уменьшается, а в области сильных полей – экспоненциально увеличивается.

Для определения коэффициента изменения емкости участка изоляции при наличии (C_D) и отсутствии дефекта (C_0) (чувствительности) введено дополнительное обозначение k :

$k = C_0/C_D$ при измерениях в области сильных полей;

$k = C_D/C_0$ при измерениях в области слабых полей.

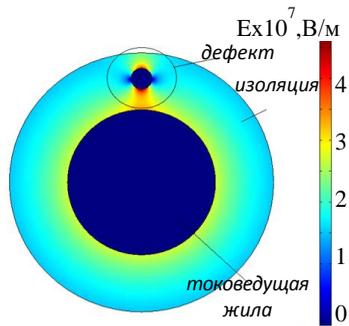


Рис. 3. Пример распределения напряженности электрического поля кабеля в области сильных электрических полей (дефект изоляции: воздушная полость)

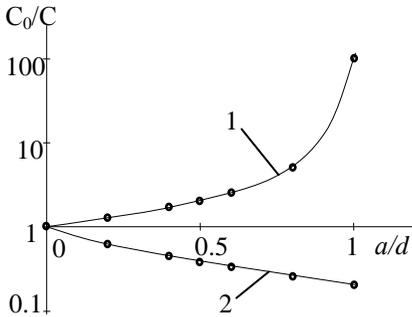


Рис. 4. Зависимость относительного значения емкости¹ от относительного размера дефекта в области сильных (1) и слабых (2) полей

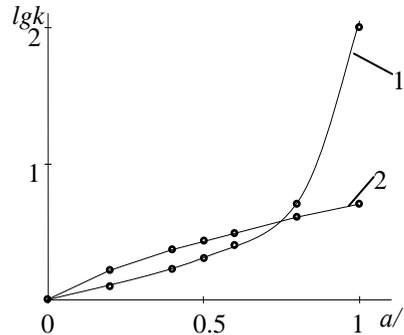


Рис. 5. Изменение чувствительности измерения емкости в области сильных (1) и слабых (2) полей при увеличении размера дефекта

Анализируя полученные зависимости, было выявлено, что чувствительность при измерениях в области слабых полей незначительно выше, чем при измерениях в области сильных полей до тех пор, пока размер дефекта не превысит 70% от бездефектной толщины изоляции (Рис. 5). При большем размере дефекта чувствительность измерения в области сильных полей выше, причем данный параметр увеличивается экспоненциально.

Литература. 1. Старикова Н. С. , Редько В. В. Исследование возможности технологического контроля целостности изоляции кабельных изделий электроемкостным методом // ИИТ и Т: сборник материалов III Научно-практической конференции/ под ред. А.В. Юрченко, Томск, 3-5 Мая 2012. - Томск: Изд-во ТПУ, 2012 - С. 136-141. **2.** Говорков В.А. Электрические и магнитные поля. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 462 с.

Реквизиты для справок: Россия, 634034, Томск, пр. Ленина 30, Томский политехнический университет, кафедра информационно-измерительной техники, к.т.н., доцент **Редько В.В.** – ultratone@rambler.ru, аспирант **Старикова Н.С.** – nadushasns@sibmail.com, тел. (3822) 41-89-11.

¹ Относительное значение емкости – отношение емкости бездефектного участка кабеля к емкости участка кабеля с дефектом (воздушная полость).

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РУКУ ЧЕЛОВЕКА

ИСМАИЛОВ Т.А., ЕВДУЛОВ О.В., ХАЗАМОВА М.А.
МАГОМАДОВ Р.М.-А.

При лечении болезней опорно-двигательного аппарата (воспалительные заболевания суставов, последствия травматических поражений, ревматоидный артрит и т.п.) в лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет» разработана термоэлектрическая система (ТЭС) для осуществления лечебного теплового воздействия на отдельные зоны руки человека. В настоящей работе представлена конструкция измерительного стенда и методика проведения натуральных испытаний опытного образца данной ТЭС.

Для проведения натуральных испытаний ТЭС для теплового воздействия на отдельные зоны руки человека собран экспериментальный стенд, принципиальная схема которого приведена на рис.1, а внешний вид – на рис.2. Объектом экспериментальных исследований явился опытный образец ТЭС, реализованный в виде конструкции, содержащей гибкое эластичное основание 1 со встроенными в него четырем термоэлектрическими модулями (ТЭМ) 2, на спаях которых размещены гибкие металлические тепловыравнивающие пластины 3 (со стороны рабочих спаев) и 4 (со стороны опорных спаев, реализованные отдельно для каждого модуля, выполняющих роль теплоотводов). В качестве биологического объекта использована модель руки человека 5, изготовленная фирмой Nasco, модель LF01121U (США). Геометрические размеры основных составляющих частей опытного образца системы, данные в миллиметрах, приведены на рис.3. При натуральных испытаниях опытного образца системы использованы стандартные ТЭМ типа ТВ-63-1.4-2.5 (изготовитель – ИПФ «Криотерм»), основные характеристики которых приведены в [1].

При проведении эксперимента образец ТЭС помещалась в климатическую камеру 6, рабочий объем которой составляет 120 л. В камере поддерживается температура от 283 до 343 К с точностью 1° С с обеспечением относительной влажности в пределах 30%÷98%. Значение температуры и относительной влажности регулируется блоком управления 7, связанным с датчиками температуры и влажности 8 и 9, показания которых выводятся на цифровое табло 10. Питание ТЭМ осуществлялось источником электрической энергии 11 марки GPR-1850HD. Для проведения измерений использовались встроенные в ис-

точник электрической энергии амперметр и вольтметр, а также многоканальный измеритель температуры ИРТМ 2402/МЗ 12, подключенный к ПЭВМ 13.

В ходе эксперимента измерялся протекающий через ТЭМ ток, а также соответствующее падение напряжения, температура окружающей среды, температуры в контрольных точках опытного образца ТЭС. Измерения температуры проводились с использованием медь-константановых термопар 14, опорные спаи которых размещались в

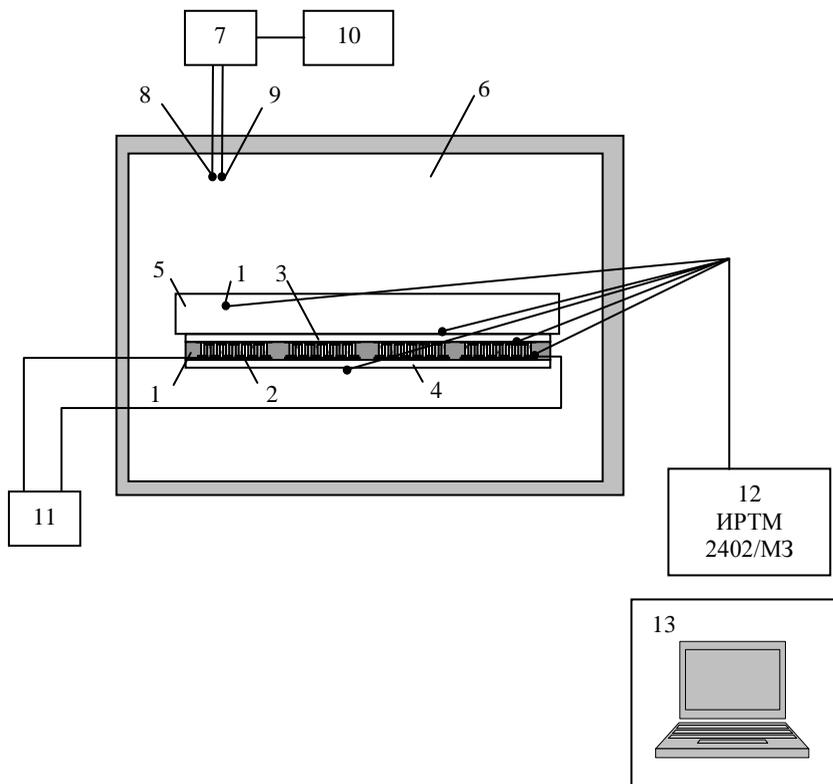


Рис.1. Принципиальная схема экспериментального стенда для исследования характеристик опытного образца ТЭС для теплового воздействия на отдельные зоны руки человека

сосуде Дьюара, а сигнал поступал на измеритель температуры ИРТМ 2402/МЗ и выводился на ПЭВМ. Термопары размещались на рабочих и

опорных саях ТЭМ, тепловыравнивающих пластинах, а также в контрольных точках модели руки человека и в окружающей среде.

При проведении эксперимента выходные сигналы с термопар поступали на вход измерителя ИРТМ 2402/М3, предназначенного для многоканального определения температуры, а также некоторых других неэлектрических величин. Сопряжение ПЭВМ и многоканального из-



Рис. 2. Внешний вид экспериментального стенда

мерителя температуры осуществляется за счет наличия в последнем интерфейса RS232 для обмена информацией с ПЭВМ.

Перед выполнением измерений проверялась надежность электрических и тепловых контактов, механическое сопряжение всех основных частей экспериментального стенда, опытного образца ТЭС и модели руки человека. Опыты проводились сериями по четыре эксперимента в идентичных условиях.

На основе разработанного измерительного стенда была проведена серия натуральных испытаний опытного образца ТЭС, позволяющая судить об ее основных параметрах и характеристиках.

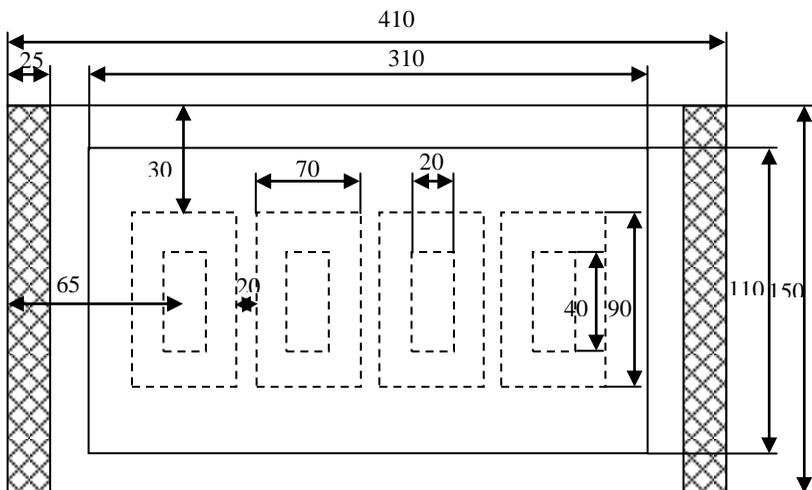


Рис. 3. Эскизный рисунок опытного образца ТЭС с основными геометрическими размерами

Основной задачей при проведении натурных испытаний опытного образца ТЭС являлось определение зависимостей изменения температуры в различных точках исследуемого объекта во времени при определенных величинах тока питания ТЭБ. Полученные значения сравнивались с теоретическими с соответствующим определением расхождений между экспериментом и расчетными данными.

Основываясь на технических требованиях, предъявляемых к прибору при его работе, в процессе эксперимента задавались следующими исходными данными:

- допустимый диапазон температур биологического объекта – $283 \div 318$ К;
- температура окружающей среды – 293 К;
- точность поддержания температуры – 0,5 К.

На рис.4-5 представлены кривые изменения температуры модели руки человека на уровне средней трети плеча. во времени при охлаждающем и нагревающим воздействии для значений токов питания ТЭБ, равных 2,6 А, 2,9 А, 3,2 А, 3,5 А и 0,5 А, 0,7 А, 0,9 А, 1,1 А. Как следует из представленных данных продолжительность выхода в стационарный режим системы ТЭС – биологический объект составляет при работе системы в режиме охлаждения и нагрева около 15 мин.

При этом увеличение значения тока питания ТЭБ приводит к уменьшению температуры биологического объекта при работе ТЭС в режиме охлаждения и увеличению его температуры при работе ТЭС в режиме нагрева, что соответствует повышению холодо- и теплопроизводительности ТЭМ. При этом необходимо отметить, что ток питания ТЭС при работе последней в режиме нагрева существенно меньше (1,1 А), чем в случае ее эксплуатации в режиме охлаждения (3,5 А), что определяется ограничением температуры кожного покрова значением 318 К, соответствующим появлению болевых ощущений от процедуры.

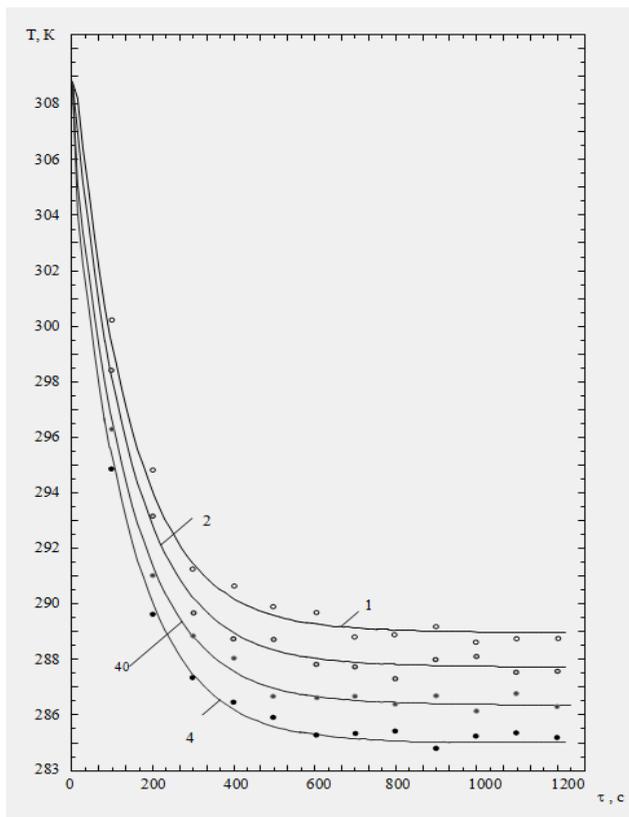


Рис.4. Изменение температуры модели руки человека (средней трети плеча) во времени при охлаждающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ
 1 – $I=2,6$ А, 2 – $2,9$ А, 3 – $I=3,2$ А; 4 – $I=3,5$ А

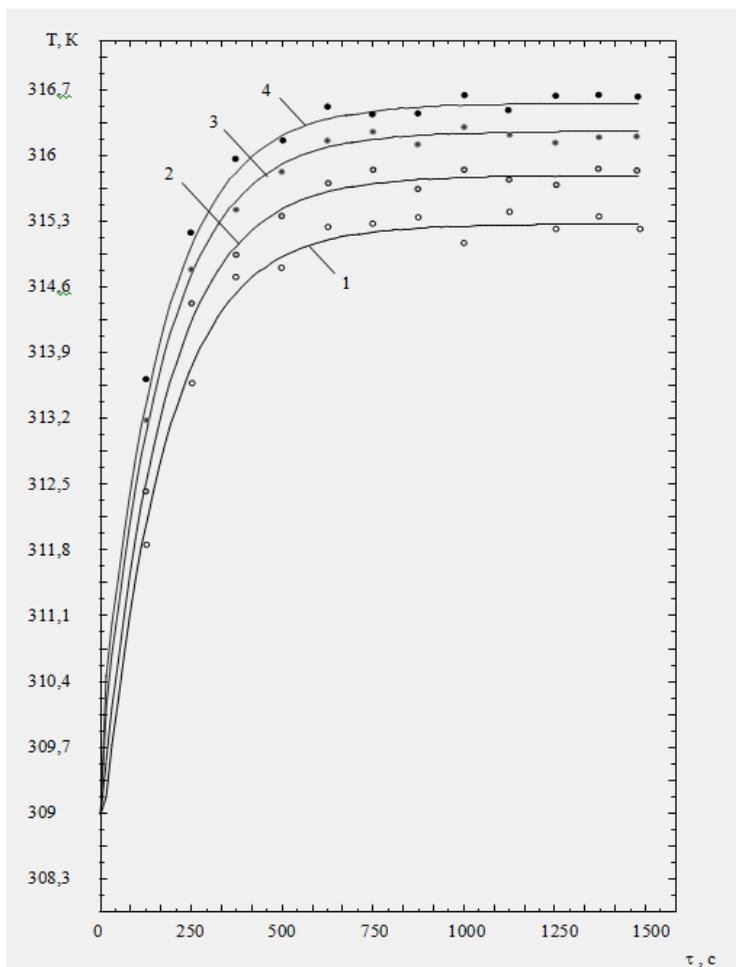


Рис. 5. Изменение температуры модели руки человека (средней трети плеча) во времени при нагревающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ

1 – $I=0,5$ А, 2 – $0,7$ А, 3 – $I=0,9$ А; 4 – $I=1,1$ А

Литература. 1. <http://www.kryotherm.spb.ru>.

Реквизиты для справок: Россия, 367015, Махачкала, пр. И. Шамиля 70, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», кафедра теоретической и общей электротехники, к.т.н., доцент **Евдулов О.В.** – ole-ole-ole@rambler.ru, тел. (8722) 62-82-69.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОРПУСА ПОДШИПНИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТИПА Т/А Т175/210

ПУШКАРЕВ И.Ю., АФОНИН В.С.

Тепловая электрическая станция является жизненно необходимым условием для нормального существования города, особенно в климатических условиях Сибири.

Основным элементом оборудования ТЭЦ является турбоагрегат, важными элементами которого являются опорно-упорные подшипники, расположенные в корпусах, по обе стороны цилиндров. Вследствие теплового расширения происходит процесс сдвига (смещение) корпуса. Нарушения процесса теплового расширения, проявляющиеся в скачкообразном перемещении, и повороте (перекосе) корпусов подшипников, могут привести к аварийной ситуации. Причинами нарушений процесса расширения турбин служат коррозия и загрязнение поверхностей скольжения корпусов подшипников; повышенные противодействующие усилия от присоединенных трубопроводов; перекосы и заземления в поперечных шпонках, уменьшение жесткости ослабленных элементов фундамента.

На (некоторых) ТЭЦ контроль линейного перемещения корпуса подшипников, осуществляется с помощью системы «ИТ-12» производства Саровского приборостроительного предприятия «Измерительные Технологии» только одним датчиком. В связи с этим контроль поворота (перекосом) корпуса подшипника осуществляется по косвенным признакам.

Однако данный вид измерения не отражает полной информации о положении узла турбоагрегата. Вследствие приведенных доводов, появилась потребность в контроле такого параметра, как перекося корпуса переднего подшипника, который может быть осуществлен путем измерений в трех плоскостях, это обеспечит быстрое распознавание отклонений от заданных параметров, что позволит своевременно реагировать дежурному персоналу, и не допустить аварийной ситуации.

Таким образом, целью работы является разработка системы контроля перекося корпуса переднего подшипника, учитывающая возможные перемещения в трех плоскостях.

Для реализации такой системы требуется использование 3 датчиков линейного перемещения с требуемыми метрологическими характеристиками. Так как разрабатываемая система использует цифровой формат данных, в качестве наиболее важных параметров рассмотрены

диапазон измеряемой величины, разрешение и скорость проведения одного измерения.

В соответствии с документацией «методические указания по нормализации тепловых расширений паровых турбин тепловых электростанций» РД 34.30.506-90, критическим является сдвиг более 22 мм. Для обеспечения высокой точности контроля перемещения, необходимо использование прибора с возможностью измерения 30 мм и точностью 0,02 мм.

Технические характеристики датчика линейного перемещения емкостного типа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон измерений	0-35 мм
Разрешение	0,01 мм
Точность	$\pm 0,02$ мм (<100 мм), $+ 0,03$ мм (>100 - 150 мм)
Быстродействие	4 измерения / сек.

Калибровка датчика проводилась в поверочной лаборатории одной из тепловых станций города Барнаула на поверочном стенде СП-20.

Стенд поверочный СП-20 предназначен для калибровки и поверки вихретоковых датчиков перемещения ДЛП-1, ДЛП-3. Стенд является универсальным и подходит для калибровки большинства как вихретоковых, так и емкостных датчиков линейного перемещения.



Рис. 1. Поверочный стенд СП-20

После проведения испытаний, определился класс точности и погрешность прибора: абсолютная погрешность после поверки составила 0,019 мм; относительная погрешность составила 0,58 %; класс точности прибора составил 0,06%. Требования к быстродействию датчиков сформировались исходя из рассмотрения особенностей технологиче-

ского процесса, который можно разделить на два этапа. Это пуск и останов паровой турбины.

На рисунке 2 приведена временная диаграмма перемещения корпуса переднего подшипника при тепловом расширении цилиндра высокого давления при пуске турбоагрегата.

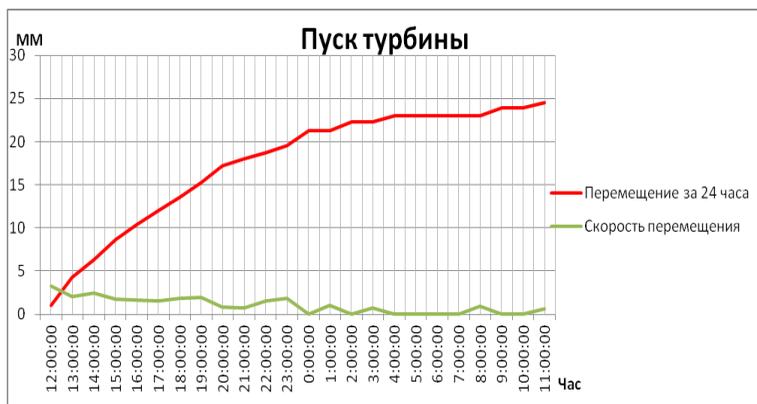


Рис. 2. Пуск паровой турбины.

На рисунке 3 приведена временная диаграмма перемещения корпуса переднего подшипника при тепловом расширении цилиндра высокого давления при останове турбоагрегата.



Рис. 3. Останов паровой турбины.

Расчет мгновенной скорости производится по формуле:

$$v = \frac{ds}{dt}, \quad (1)$$

Следует учитывать, что при пуске турбоагрегата перемещение корпуса подшипника на 25 мм происходит примерно за 60 минут, а при останове обратное перемещение с 25 мм до 1 мм происходит в течении 132 часов. Произведены расчеты значений скоростей движения корпуса подшипника во всех технологических режимах: максимальная скорость перемещения корпуса переднего подшипника при пуске/останове турбины составляет 0,055/0,00911 мм/мин., а минимальная 00 мм/мин.

Таким образом, достаточно проводить одно измерение в секунду для вычисления точного положения корпуса подшипника относительно фундаментной рамы.

Система обеспечивает:

- Непрерывное измерение положения корпуса подшипника;
- Вычисление перекоса по показаниям датчиков;
- Вывод информации о положении на экран LCD по месту (локально);
- Вывод информации на АРМ (автоматизированное рабочее место) машиниста турбинного цеха;
- Вывод информации в локальную сеть предприятия Ethernet.

Схема расположения датчиков системы контроля перекоса переднего стула, и датчиков существующей системы ИТ-12 представлена на рисунке 4.

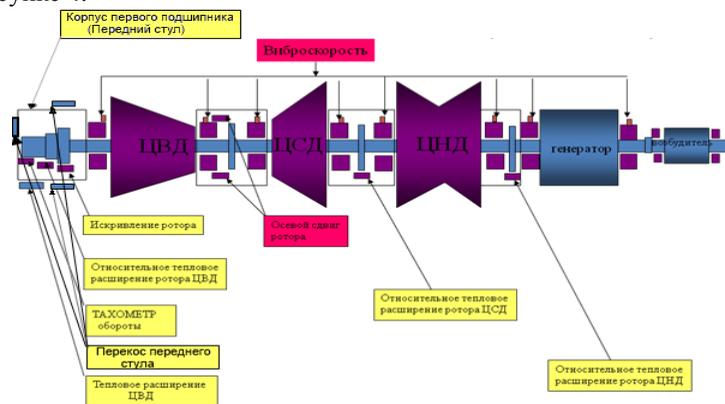


Рис. 4 Расположение датчиков на Т/А Т175/210.

Принцип действия системы контроля перекоса переднего стула основан на преобразовании аналоговых сигналов, поступающих от трех емкостных датчиков (SENS_1.1, SENS_1.2, SENS_1.3), которые с помощью специальных алгоритмов преобразуются в цифровой вид. Преобразованный сигнал используется для определения параметров в заданном диапазоне с целью выявления положения оборудования при линейном перемещении. Далее система рассчитывает разность показаний датчиков. В рабочей программе заложен алгоритм, который описывает величину допустимых отклонений (рабочие уставки предупредительной сигнализации). При достижении разности положения датчиков по первому пределу выдается предупредительный сигнал в виде мигающей пиктограммы динамического показания разницы получаемой от датчиков. В системе контроля перекоса переднего стула используется трехуровневая система сигнализации, предупредительная по первому, второму пределу и аварийная по третьему пределу.

Для связи между составными частями системы применяется последовательная шина передачи данных SPI. Шина SPI организована по принципу 'ведущий-подчиненный (master-slave)'. В качестве ведущего шины обычно выступает микроконтроллер.

По окончании проведения испытаний, система находится на стадии внедрения на одной из станций города Барнаула.

Данная система контроля перекоса первого подшипника (переднего стула) актуальна для работы на электростанциях, где используется турбоагрегаты типа Т/А Т175/210, К-800-240ЛМЗ, К-500-240 ЛМЗ и ХТГЗ, К-300-240 ЛМЗ, К-300-240 ХТГЗ, Т-250/300-240 ТМЗ.

Литература. 1. Измерительные технологии / / Многоканальная автоматизированная система виброзащиты и диагностики ИТ12 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://mtels.ru/it12.html/> . – Загл. с экрана. – (18.02.2014). 2. Руководящий нормативный документ инструкция по эксплуатации паровых турбин РД-3568139-1122-05 – 74с. 3. Методические указания по нормализации тепловых расширений цилиндров паровых турбин тепловых электростанций РД 34.30.506-90 – 29с.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, кафедра информационных технологи, к.т.н., доцент Афонин В.С., E-mail: afonin@mail.altstu.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРА КОНТРОЛЯ СООСНОСТИ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСКОНТАКТНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ

КОЗЛОВ А.С., АФОНИН В.С.

Бурение скважин в целях геологоразведки, бурение в ходе строительных работ заняло важную часть в жизни государства и мира. Исходя из важности процесса бурения и его высокой стоимости, производители буровых установок и инструмента стремятся повысить качество и надежность продукции. И если при поломке буровой установки ремонт, зачастую не составляет труда, то выход из строя буровой колонны (став из труб буровых) это дорогостоящие спускоподъемные операции для замены одной из труб, а иногда, подъем и вовсе становится невозможным и инструмент приходится «бросать». Вследствие этого встала первоочередная задача, увеличить ресурс и надежность труб бурильных за счет повышения качественных характеристик. Среди прочих факторов, которые относятся к процессу производства труб и влияют на качество, одним из самых важных является процесс соединения тела трубы с замком.

Статистические исследования показали, что большинство обрывов бурильных труб связано с наличием у них искривления оси в месте сварки трубы замком. Отклонение от соосности сварного соединения является причиной преждевременного износа, что влечет за собой преждевременный выход из строя оборудования. Выявить параллельное и угловое отклонение от соосности сварного соединения позволяет измерение несоосности сварных соединений [2].

Целью работы является проектирования прибора для контроля соосности на основе бесконтактных датчиков приближения.

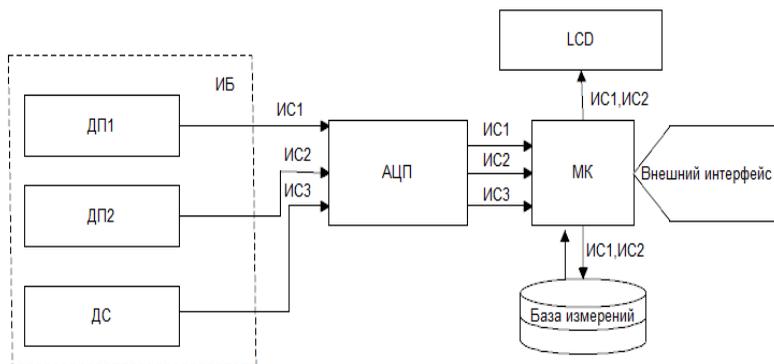
На данный момент времени существует метод контроля соосности основанный на использовании индикаторов часового типа, отраженный в ГОСТ Р 51245-99 «Трубы бурильные стальные универсальные. Общие технические условия» [1]. Сущность метода заключается в измерении при вращении трубы двумя индикаторами часового типа радиальных биений замковой части трубы относительно оси тела трубы в двух сечениях, первое из которых расположено вблизи сварного соединения, а второе вблизи торца замковой части трубы. Параллельное a_1 , мм и угловое a_2 , мм \100 мм отклонение от соосности определяются по формулам

$$a_1 = \frac{\delta_1}{2}, \quad (1)$$

$$a_2 = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \cdot 100}{2A}, \quad (2)$$

где δ_1 – биение в сечении 1, мм; δ_2 – биение в сечении 2, мм;
 A – расстояние между сечениями, мм.

Недостатком существующей системы является наличие контакта индикаторов часового типа с телом трубы, в процессе эксплуатации прибора, использующего данный метод деталь, постоянно контактирующая с объектом контроля подвергается механическим деформациям, вследствие чего могут появиться не прогнозируемые погрешности в измерениях. На рисунке 1 представлена функциональная схема прибора использующего бесконтактный метод измерения расстояния, основанный на использовании датчиков приближения.



ИБ – измерительный блок, ДП – датчик приближения,
 МК - микроконтроллер

Рис. 1 Функциональная схема

Согласно ГОСТ [1] отклонение от соосности приварных замков и трубы не должно превышать 0,3 мм у сварного шва (параллельное отклонение) и 0,1 мм на 100 мм длины детали приварного замка вблизи торца (угловое отклонение). Погрешность измерений ДПА (датчик приближения аналоговый) равняется 0,01 мм. Что дает преимущество в точности измерений. Также преимуществом представленного устройства является его полная автономность. Отсутствуют какие-либо линии связи с электросетью или компьютером, отсутствие проводов повышает безопасность работы с прибором, а также удобство его использования. Из-за специфики используемых датчиков, возможно расширение функционала прибора, после проработки математической модели возможен контроль геометрических параметров исследуемых объектов.

В итоге планируется получить прибор, имеющий ряд преимуществ над существующими аналогами. Полная автономность, наличие внеш-

него интерфейса, бесконтактные датчики являются основой для расширения функционала прибора и возможности его применения в различных условиях.

Литература. 1. ГОСТ Р 51245-99 «Трубы бурильные стальные универсальные. Общие технические условия». 2. Система контроля соосности сварных соединений бурильных труб на основе бесконтактных индикаторов Белянков В.Ю. Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д.т.н., профессор Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт неразрушающего контроля.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, кафедра информационных технологий, к.т.н., доцент Афонин В.С., E-mail: afonin@mail.altstu.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ЯРКОСТИ ВО ВРЕМЕНИ ПОВЕРХНОСТИ ЗАМОРАЖИВАЕМОЙ КАПЛИ ВОДНОГО РАСТВОРА

БАБАНИНА М.И., ШЛЯХОВА А.В., ПРОНИН С.П.

Эмото Масару известен экспериментами, направленными на доказательство того, что вода якобы обладает способностью «воспринимать информацию» от окружающей среды. Основной метод «доказательства» состоит в «воздействии» на воду произносимыми и написанными словами и изучении структуры кристаллизации такой воды, которая, по его заявлениям, изменяется в зависимости от смысла этих слов. Он фотографировал замороженную воду. Для получения фотографий в чашки Петри помещались по капле воды и резко охлаждались в морозильнике. После 2-х часов чашки переносились в специальный прибор, состоящий из холодильной камеры, микроскопа и фотоаппарата. Кристаллы воды рассматривались при температуре -5°C с 200-500-кратным увеличением. Делались снимки наиболее характерных кристаллов. Используемый метод не является достоверным, так формы кристаллов для одного и того же раствора имеют существенные отличия. По характеру замороженных кристаллов невозможно судить о концентрации примесей. Так же невозможно выявить какую-либо закономерность или параметр, которым можно пользоваться при измерении концентрации и контроля качества воды.

Эмото Масару считают псевдоученым. Однако его метод несет в себе большой научный смысл.

Очевидно, что различные примеси в воде по-разному будут влиять на замораживание капли. Эксперименты, выполненные авторами статьи [1], подтвердили существенные отличия в оптических изображениях капель различных растворов.

Целью данной работы является исследование изменения яркости в оптическом изображении капель при их кристаллизации, полученных из водных растворов NaCl, AgCl с различной концентрацией.

Для исследований готовили растворы по известной методике [2] и использовали экспериментальную установку, представленную в статьях [1,3]. Эксперименты состояли в замораживании капель и записи оптического изображения на видеокамеру в течении 5-7 с. После получения видеоизображений процессов замораживания капель исследуемых растворов была проведена раскадровка с дальнейшей обработкой изображений.

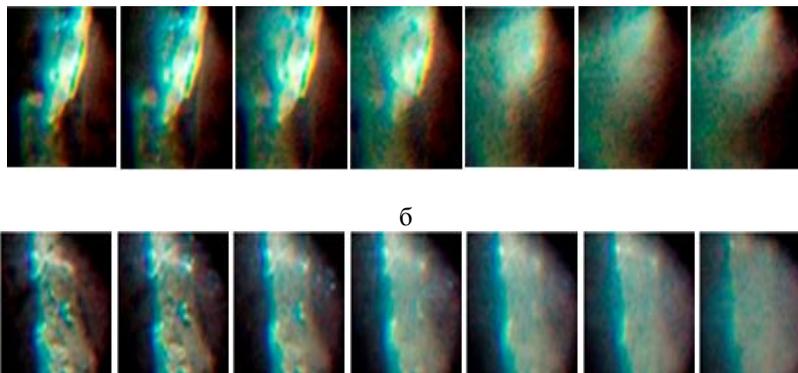


Рис. 1. Раскадровка видеозаписи процесса кристаллизации: а - капли хлорида натрия; б - капли ионного серебра

В ходе обработки была найдена корреляция между концентрацией хлорида натрия и ионного серебра в водных растворах и параметром шероховатости поверхности замороженной капли.

Как видно из полученных изображений, структура и яркость поверхности замороженной капли существенно изменяется во времени. Для оценки результатов исследований в программе MathCAD с помощью функции $f = \text{mean}(X, Y)$ были получены графики изменения во времени среднего значения яркости по поверхности капли.

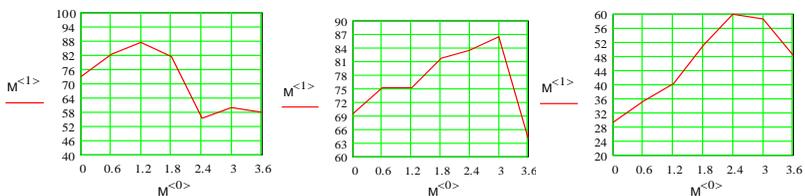


Рис. 2. Графики изменения среднего значения изменения яркости во времени на поверхности замороженной капли

Выводы.

Результаты экспериментов совпадают с результатами, полученными в работе [1]. Следовательно, рисунок кристаллизации на поверхности капли носит характер устойчивой закономерности. Яркость во времени не является постоянной величиной. С уменьшением концентрации раствора хлорида натрия максимальное значение яркости в оптическом изображении замораживаемой капли смещается во временной оси в сторону увеличения. Полученный результат можно интерпретировать следующим образом. Изменение средней яркости в изображении капель с течением времени происходит в основном за счет рассеяния на центрах кристаллизации как на мелких частицах. При высоких концентрациях соли в растворе образуется большое количество центров кристаллизации. Согласно теории Ми на малых частицах происходит рассеяние светового потока, идущего от оптического световода. Чем меньше концентрация солей, тем меньше центров кристаллизации, тем меньше рассеянный световой поток. Во-вторых, с уменьшением концентрации солей происходит увеличение времени кристаллизации всей капли и смещение по этой причине ее максимальной яркости.

Литература. 1. Зырянов А.А., Шереметьев М.В., Пронин С.П., Зрюмова А.Г. Визуальное исследование кристаллизации водных растворов // Ползуновский Альманах. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. - №2, С. 140 – 141. 2. ГОСТ 4517-87 Реактивы. Методы приготовления вспомогательных реактивов и растворов, применяемых при анализе. 3. Пронин С.П., Зрюмова А.Г., Зырянов А.А., Шереметьев М.В. Оптическая система контроля качества воды // Материалы 14-ой международной научно-технической конференции «ИКИ-2013». – Барнаул: Изд-во Алт, 2012. – С.79 – 80.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова, кафедра информационных технологий, д.т.н., профессор Пронин С.П., тел. (3852) 29-07-96. E-mail: sppronin@mail.ru, студенты Бабанина М.И., Шляхова А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТРАСТА В ИЗОБРАЖЕНИИ ДВУХ ИК-СВЕТОДИОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМА ДЫМА С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОКАМЕРЫ

ПИНУС А.А., ПРОНИН С.П.

В статье [1] приведены исследования изменения контраста в изображении двух ИК-светодиодов в зависимости от объемной концентрации дыма. Исследования были выполнены с помощью видеокамеры SAMSUNG HMX-Q10BP, обладающей автоматической регулировкой уровня сигнала (APY). Как показали исследования, APY оказывают серьезное влияние на полученные изображения и вычисляемый параметр – контраст. Для решения данной проблемы было предложено использовать специализированную высокоскоростную видеокамеру фирмы «Видеоскан 205-2001» с матричным сенсором, не обладающую APY.

Цель: исследовать изменение контраста в изображениях двух ИК-светодиодов, полученных с помощью высокоскоростной камеры «Видеоскан 205-2001» и активного источника освещения, в зависимости от объема крупнодисперсного дыма, закачиваемого в стеклянную камеру.

На рис.1 представлены изображения светодиодов, полученные с помощью видеокамеры «Видеоскан-2001» при напряжении питания светодиодов $U = 2,3$ В.

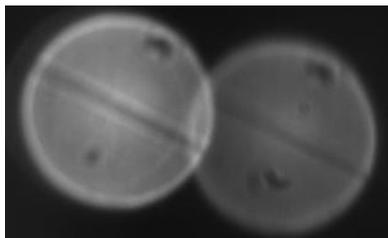


Рис. 1. Изображения ИК - светодиодов

Юстировочные элементы, встроенные в активный источник освещения, позволяют располагать светодиоды так, чтобы их изображения частично перекрывались. С помощью генератора дыма можно закачать одновременно фиксированный объем $V = 30,41 \pm 1,52$ см³. Общий объем стеклянной камеры составляет $49,59 \cdot 10^3$ см³. Изображения светодиодов фиксировали через каждые 5 процедур закачивания дыма, то есть через каждые $152 \pm 7,5$ см³. Поскольку камера не является иде-

ально герметичной, то при закачивании объема $V = 152 \text{ см}^3$ такое же количество воздуха выходит из камеры через резиновые прокладки, что составляет приблизительно 0,25% объема от всей камеры. Поэтому в общей погрешности учитывали и эту составляющую. Увеличение объема дыма внутри камеры приводило к уменьшению контраста в изображении светодиодов. Результаты промежуточных значений дыма (454 см^3 и 1056 см^3) представлены на рис.2.

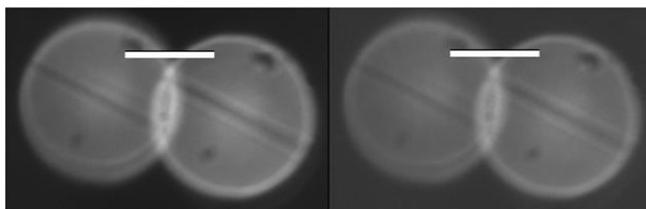


Рис. 2. Изображения светодиодов при различном объеме дыма: а – 454 см^3 ; б – 1056 см^3 .

Представленные рисунки наглядно показывают влияние дыма на уровень сигнала светодиодов. Нетрудно заметить, что значение контраста понижается с увеличением объема дыма внутри камеры. Для расчета контраста использовали участок изображения, представленный на рис.2 светлой линией. Изменение оптического сигнала по светлым линиям представлено на рис. 3.

Представленные на рис. 3 значения S_{\max} (максимальное значение сигнала) и S_{\min} (минимальное значение сигнала) позволили осуществить расчет контраста согласно следующей формуле:

$$K = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_{\max} + S_{\min}}. \quad (1)$$

На основе полученных данных был построен график, представленный на рис. 4.

Для аппроксимации экспериментальных данных использовали экспоненциальную функции. Как видно на графике, коэффициент корреляции составляет очень высокое значение: $R = 0,995$.

Полный комплекс всего процесса исследований состоял из 9 экспериментов.

После обработки полученных данных и вычисления значения контраста всех 9 экспериментов был осуществлен расчет среднего значе-

ния контраста K_j при каждом значении объема дыма по следующей формуле:

$$K_j = \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^9 K_i . \quad (2)$$

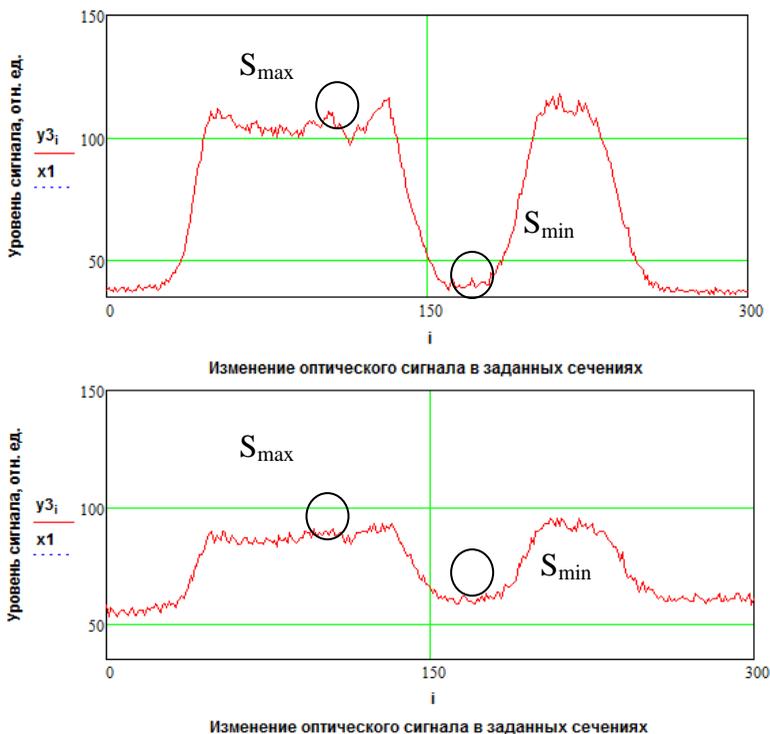


Рис. 3. Изменения сигнала в заданных сечениях:

а – $V = 454 \text{ см}^3$; б – $V = 1056 \text{ см}^3$

Доверительный интервал вычисляли по формуле:

$$\Delta = K_0(P, k) \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где $K_0 = 2,31$ – коэффициент Стьюдента; $P = 0,95$ – доверительная вероятность; $k = n - 1$ – количество степеней свободы; σ – СКО; $n = 9$ – количество экспериментов.

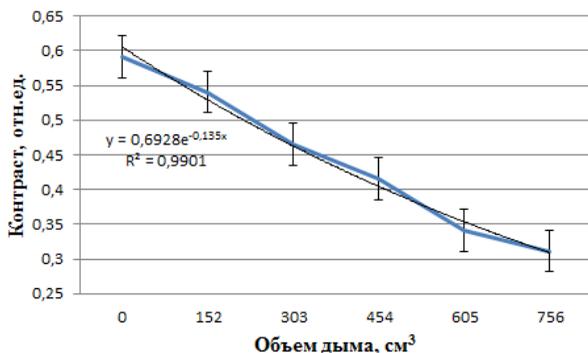


Рис. 4. Изменение контраста в изображении светодиодов в зависимости от объема дыма

Выводы.

1. Экспериментальные исследования показали, что контраст изменяется по экспоненциальному закону с высоким коэффициентом корреляции. Полученная зависимость хорошо согласуется с законом Бугера-Ламберта-Бера и исследованиями изменения контраста вдоль оптического пути, выполненными американскими учеными [2].

2. Разработанный активный источник ИК-излучения может использоваться для мониторинга атмосферного воздуха, так как позволяет исключить влияние солнечных лучей, чем повышает достоверность измерения объемной концентрации дыма.

3. Результаты экспериментальных исследований показали, что проблема АРУ действительно существует, поэтому для получения корректных результатов необходимо использовать специализированные видеокамеры, например, «Видеоскан-2001», не изменяя при этом времени экспозиции.

Литература. 1 Пинус А.А., Пронин С.П. Исследование изменения контраста в изображении двух ИК-светодиодов в зависимости от объемной концентрации дыма // Ползуновский Альманах. – Барнаул, АлтГТУ, №1, 2013. – С.73 – 74. **2.** Полупроводниковые формирователи сигналов изображения. Перевод с англ. // Под ред. П. Йесперса, Ф. Ван де Виле, М. Уайта. – М.: Мир. 1979. – С. 539-541.

Реквизиты для справок: Россия, 656099, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, д.т.н., профессор Пронин С.П., тел. (3852) 290796. E-mail: sppronin@mail.ru, аспирант Пинус А.А.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

КИРИЛЛОВ А.И.

Исследование пломбировочных материалов (ПМ), изучение взаимосвязей структурной организации материала с его физико-механическими свойствами, взаимодействия материалов с твердыми тканями зуба являются актуальной задачей медицинского приборостроения. К наиболее важным прочностным характеристикам ПМ относятся модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотность, коэффициент линейного теплового расширения и др. Для определения прочностных характеристик ПМ возможно использовать как статические, так и динамические методы. Преимуществом динамических методов является отсутствие при их применении нагрузок, которые могут превысить предел упругости материала. Определение модулей упругости динамическими методами производится с помощью процессов, изменяющихся во времени, обычно, по синусоидальному закону [1].

Для автоматизации прочностных испытаний ПМ предложена установка на основе динамических методов (рис. 1) с формирователем нагрузки, имитирующим возвратно-поступательные движения жевательного процесса [2].

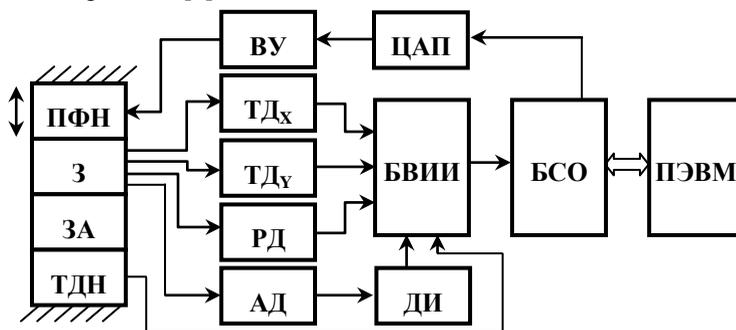


Рис. 1. Структурная схема установки для прочностных испытаний ПМ (где ПФН – пьезоэлектрический формирователь нагрузки; З – зуб с пломбой; ЗА – зуб-антагонист; ТДН – тензодатчик нагрузки; ВУ – высоковольтный усилитель; ТД_х, ТД_у – тензодатчики деформации по осям X, Y; АД – акустический датчик; РД – резистивный датчик; ДИ – детектор импульсов АЭ; БВИИ – блок выделения измерительной информации; БСО – блок ее сбора и обработки)

К особенностям контроля прочностных характеристик ПМ в процессе имитации жевательного процесса следует отнести необходи-

мость определения времени начала разрушения пломбы. Известен эффект акустической эмиссии (излучения звуковой волны образцом при его нагружении), который происходит при внезапной перестройке в структуре материала образца. Классическим источником акустической эмиссии (АЭ) является процесс деформирования, связанный с ростом дефектов (например, трещины или зоны пластической деформации). Следует отметить, что шумы являются основным препятствием на пути широкого использования АЭ в качестве метода контроля. Поэтому для надежности контроля в предложенной установке одновременно с акустическим используется резистивный датчик контроля отрыва пломбы.

Акустические шумы, создаваемые формирователем нагрузки, снижают точность определения момента отрыва пломбы от зуба при использовании измерительных устройств на основе метода акустической эмиссии. Пьезоэлектрический формирователь нагрузки (ПФН) имеет важное преимущество – малое количество механических подвижных частей и, как следствие, низкий уровень шумов (особенно, при использовании небольшого постоянного усилия для устранения начальных люфтов и зазоров в установке). ПФН также позволяет получать любой закон воздействия с регулировкой его цикличности и силы и обладает хорошими скоростными качествами [3]. Закон силового воздействия формируется с помощью микроконтроллера в цифровом виде с последующим преобразованием с помощью ЦАП в напряжение или ток.

Поскольку при определении момента начала отрыва пломбы во время имитации жевательного процесса необходимо регистрировать также общее количество акустических «щелчков» при разрушении соединения зуб-пломба, то блок сбора и хранения данных целесообразно дополнить детектором импульсов АЭ (ДИ) на основе компаратора с открытым эмиттером по выходу, к которому подключается RC-цепочка.

Временные диаграммы, поясняющие принцип работы ДИ, приведены на рис.2. При $U_{вх} < U_{порог}$ на выходе компаратора формируется низкий уровень ТТЛ (~0,3 В), конденсатор С разряжен. При $U_{вх} \geq U_{порог}$ транзистор компаратора открывается, заряжая конденсатор С. На выходе устанавливается высокий уровень ТТЛ (~4,8 В). При $U_{вх} < U_{порог}$, транзистор компаратора закрывается, и емкость медленно разряжается через резистор. Таким образом, конденсатор работает как устройство выборки-хранения. Сигнал с выхода RC-цепочки далее поступает в блок сбора и обработки измерительной информации (БСО) для подсчета импульсов АЭ. Резкий фронт сигнала на выходе компаратора сигнализирует о наличии АЭ, при этом звуковые волны исходят

от соединения зуб-пломба, сигнализируя о перестройке в его структуре и формировании в нем трещин.

Таким образом, детектор импульсов ДИ с акустическим датчиком АД позволяет определить момент образования звуковой волны в соединении зуб-пломба при появлении в нем дефекта. Для более детального изучения природы дефектов необходимо применять другие методы контроля (например, рентген или оптический микроскоп, и т.д.).

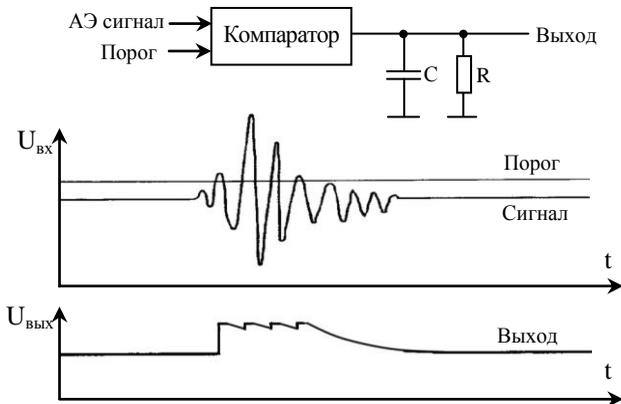


Рис. 2. Временные диаграммы работы детектора импульсов

Литература. 1. Наймушин Ю.Н., Рединова Т.Л., Шелковников Ю.К. и др. Моделирование напряженно-деформированного состояния зуба и пломбы с учетом их эмпирических деформационных характеристик // Вестник ИжГТУ. – 2010.– №2.– С.79-83. **2.** Наймушин Ю. Н., Рединова Т. Л., Тимофеев А. А., Метелева Т. Ю., Ефремов С. М., Морозов А.В., Шелковников Ю. К., Кириллов А. И. Устройство для прочностных испытаний пломбирочных материалов и пломб дефектных зубов // Патент РФ на полезную модель №114843; опубл. 20.04.2012, бюл. №11. **3.** Шелковников Е.Ю., Кириллов А.И., Ефремов С.М., Рединова Т.Л., Тимофеев А.А., Метелева Т.Ю. Установка с силовым пьезоэлектрическим преобразователем для исследования прочностных характеристик пломбирочных материалов // Ползуновский вестник. – 2013. – №2. –С.201-205.

Реквизиты для справок: Россия, 426067, г.Ижевск, ул. Т. Барамзиной 34, Институт прикладной механики УрО РАН, Кириллову А.И., т.(3412)-508200, E-mail: iit@udman.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ТУННЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ

ЛИПАНОВ С.И.

Актуальность контроля дисперсности наночастиц связана с высокой значимостью комплексной измерительной информации о геометрических параметрах наночастиц (с размерами 1-100 нм) для создания новых материалов с прогнозируемыми сочетаниями механических и физико-химических свойств. Электрохимический сканирующий туннельный микроскоп (ЭСТМ) дает возможность (управляя электродными потенциалами) относительно просто освобождать исследуемую поверхность от различных примесей и формировать на ней или на поверхности зондирующей иглы требуемое поверхностное состояние [1]. При этом ЭСТМ позволяет определять геометрические параметры наночастиц как на воздухе, так и в жидких средах, программно модифицировать алгоритмы работы, конфигурацию микроскопа для изучения наночастиц, а также упростить настройку на различные методики измерений (посредством изменения алгоритмов работы управляющей части).

Основные отличия ЭСТМ от воздушного сканирующего туннельного микроскопа – изолированная игла (на которой открыт только самый кончик ее острия), а также наличие электрохимической ячейки (в которой кроме образца крепятся электроды – сравнения и вспомогательный).

Получение измерительной информации о наночастицах с помощью ЭСТМ требует последовательного выполнения двух этапов: обнаружения частиц на большой площади поверхности образца (10×10 мкм²) с относительно невысоким разрешением и определения геометрических параметров наночастиц (площадь исследуемой области $\sim 1000 \times 1000$ Å²) с высоким (атомарным) разрешением. Очевидно, что оба этапа должны выполняться без замены сканирующего устройства (пьезосканера) невысокого разрешения на сканирующее устройство высокого разрешения, поскольку при такой замене теряется «привязка» сканирующего устройства к координатам обнаруженных наночастиц [2].

Поэтому основными требованиями, предъявляемыми к функциональности ЭСТМ, являются: возможность гибкой настройки под эксперименты различного типа; большое поле зрения и высокое разрешение; высокая точность позиционирования образца в процессе сближения; наличие у сканера секций для точного и грубого перемещения вдоль оси Z; низкая величина температурных дрейфов; возможность

контроля остроты зондирующего острия и его «заточки» (in situ).

На рис.1 представлена структурная схема ЭСТМ. Входная информация (напряжения на электродах, токи через иглу и образец) поступает через блок формирования измерительной информации (БФФИ) в сигнальный процессор (СП) для поддержания заданных значений электродных потенциалов и туннельного зазора.

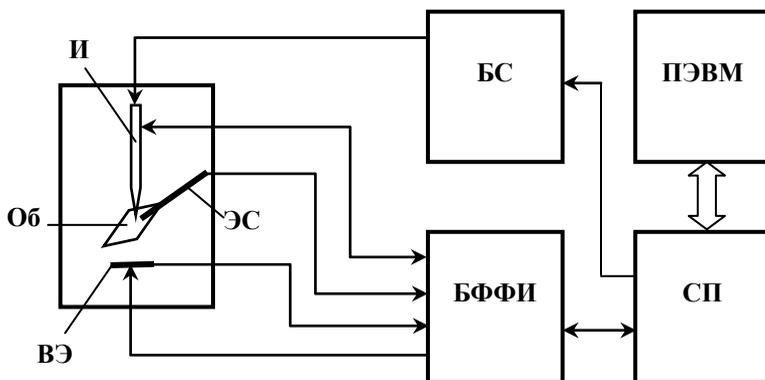


Рис. 1. Структурная схема ЭСТМ (где ВЭ- вспомогательный электрод; ЭС – электрод сравнения; Об – образец; И – игла; БС – блок сканирования; БФФИ – блока формирования измерительной информации; СП – сигнальный процессор)

В режиме нелинейного адаптивного сканирования основной контур автоматического регулирования (цифровой ООС) образуют: игла, образец, БФФИ, СП, БС и Z-электрод максимальной протяженности трехкоординатного секционного пьезосканера. Данный режим предназначен для первоначального обследования больших участков поверхности. Получив первоначальное изображение поверхности, можно выбрать необходимый для исследования участок с наночастицей и перейти на режим линейного адаптивного сканирования. В этом режиме используется короткий Z-электрод пьезосканера. Измерение параметров наночастиц можно производить как на воздухе, так и в жидких средах. При работе с электрохимической ячейкой ЭСТМ поддерживает напряжение $U_{раб}$ на образце и $(U_{раб} + U_{тун})$ относительно электролита. Напряжение $U_{тун}$ между иглой и образцом контролируется

ЭСТМ. В качестве измерительного электрода используется образец (Об). Вспомогательный электрод (ВЭ) образует с ним цепь, через которую протекает ток поляризации. Потенциал образца измеряется по отношению к электроду сравнения (ЭС), что дает возможность связать изменения морфологии поверхности образца с электрохимическими внешними условиями.

Изучение параметров наночастиц с применением ЭСТМ в значительной мере ограничивается влиянием тока электрохимической природы (фарадеевского тока), обусловленного протеканием на зондирующей игле электрохимической реакции. В настоящее время для минимизации фарадеевского тока в ЭСТМ применяется метод изоляции измерительных игл, при котором неизолированным остается лишь небольшой кончик острия. При этом общепринятым считается факт, что уменьшение неизолированной поверхности острия приводит к уменьшению паразитного фарадеевского тока. В связи с этим предложено устройство для нанесения покрытия на измерительную иглу с минимальной поверхностью неизолированной части острия, реализующее методику контроля фарадеевского тока через непокрытую часть острия в процессе нанесения на иглу изолирующего материала [3]. Устройство работает следующим образом. Необходимое количество изолирующего материала помещают в резервуар с нагревателем и доводят его до расплавленного состояния. Иглу, размещенную на подвижной части привода микроперемещений, устанавливают в резервуаре с расплавом изолирующего материала острием вверх, чтобы кончик острия оставался открытым и был немного выше поверхности расплава. Конструкция резервуара позволяет формировать и удерживать на поверхности изолирующего материала тонкий слой электролита (посредством трубок его подачи и отвода). Игла, дополнительные электроды и привод микроперемещений подключены к блоку управления. Для формирования неизолированного кончика острия привод микроперемещений начинает погружать иглу в изолирующий материал, а блок управления подает напряжение между кончиком иглы и электродами и контролирует величину возникающего при этом в слое электролита фарадеевского тока. При уменьшении тока до определенной величины блок управления прекращает процесс погружения, и привод микроперемещений приподнимает иглу вверх. После этого проводится контрольное измерение фарадеевского тока и при необходимости повторное погружение иглы в изолирующий материал. Окончательное извлечение иглы осуществляется, если контрольные измерения тока показывают удовлетворительные результаты. Для поддержания температуры электролита на несколько градусов ниже темпера-

туры изолирующего материала организуют проточную систему подачи электролита. При выполнении измерений тока в простейшем случае достаточно иглы и одного электрода, однако для более точного учета электродных процессов необходимы два электрода. В таком случае реализуется трехэлектродная электрохимическая ячейка, в которой игла представляет собой рабочий (исследуемый) электрод, а первый и второй электроды выполняют функции вспомогательного электрода и электрода сравнения.

Следует отметить, что повышение достоверности контроля дисперсности наночастиц достигается, в первую очередь, за счет улучшения качества измерительных игл ЭСТМ. Наиболее перспективным при изготовлении атомарно острых игл является применение комбинации быстрого электрохимического (на начальном этапе изготовления ЗИ) и медленного химического травления (на конечном этапе) [4]. Разработка достоверной трехмерной математической модели финального этапа химического травления позволяет создать методику изготовления зондирующих острий ЭСТМ с оптимальными геометрическими характеристиками.

В целом, можно сделать вывод, что для определения геометрических параметров наночастиц на воздухе и в жидких средах наиболее целесообразно использование ЭСТМ с секционным пьезосканером и атомарно острой изолированной иглой, при изготовлении которой (для уменьшения неизолированной поверхности кончика острия) введен контроль величины протекающего через него фарадеевского тока.

Литература. 1. Касаткин Э.В., Небурчилова Е.Б., Резник М.Ф., Трофимова Е.В., Стрючкова Ю.М. Электрохимическая концепция сканирующей туннельной микроскопии и сканирующей туннельной спектроскопии // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 2008, т. LII, №5. – С.8-15. 2. Шелковников Е.Ю., Тюриков А.В., Гуляев П.В., Кизнерцев С.Р., Липанов С.И. Помехозащищенный туннельный микроскоп для идентификации изображений наноструктуры поверхности // Ползуновский вестник. – 2012. – №3. 3. Гуляев П.В., Тюриков А.В., Шелковников Е.Ю., Кизнерцев С.Р., Осипов Н.И., Гафаров М.Р., Липанов С.И. Устройство для нанесения покрытия на зондирующую иглу. Патент РФ №2439209, опуб.– Бюл. 10.01.2012, №1. 4. Шелковников Е.Ю., Тюриков А.В., Кизнерцев С.Р., М.Р., Липанов С.И. Г Методика моделирования процесса комбинированного травления нанозондов // Химическая физика и мезоскопия.– 2012.– Т.14.– №3. – С.143-146.

Реквизиты для справок: Россия, 426067, г.Ижевск, ул. Т. Барамзиной 34, Институт механики УрО РАН, Липанову С.И., т.(3412)-508200, E-mail: evshelk@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СКАНИРУЮЩЕМ АКУСТИЧЕСКОМ МИКРОСКОПЕ

ШЕЛКОВНИКОВ Е.Ю., ОСИПОВ Н.И., ЕРМОЛИН К.С.

В современной физике ультразвука значительное развитие за последние годы получила сканирующая акустическая микроскопия – новый метод неразрушающего контроля микроструктуры материалов и изделий [1]. В качестве зондирующего излучения используются акустические колебания ультразвукового и гиперзвукового диапазона, что позволяет изучать широкий класс объектов, в том числе, и оптически непрозрачных. Разрешающая способность этого метода такая же, что и в оптической микроскопии, а с повышением рабочей частоты акустического излучения может сравниться даже с разрешением электронных микроскопов [2].

Обобщенная структурная схема сканирующего акустического микроскопа (САМ) представлена на рис. 1 [3].

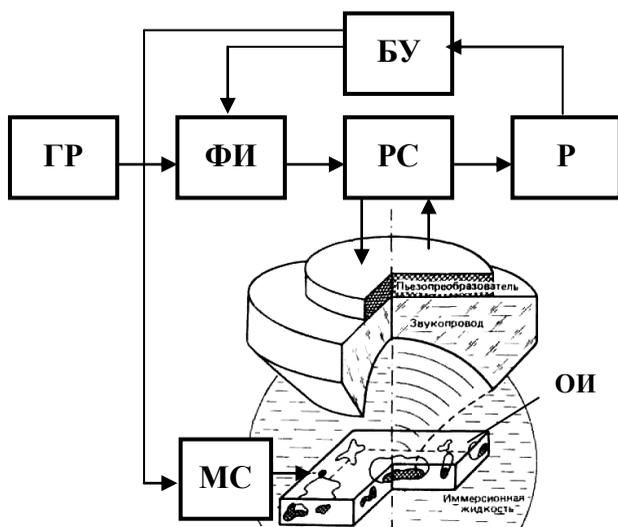


Рис. 1. Обобщенная структурная схема САМ (где ГР – генератор радиочастоты; ФИ – формирователь импульсов; РС – распределитель сигнала; Р – регистратор эхо-сигнала; БУ – блок управления САМ; ОИ – объект исследования; МС – механизм сканирования)

Микроскоп работает следующим образом. Для зондирования исследуемого объекта используются короткие пакеты импульсов, формируемые генератором радиочастоты (ГР). Этот блок построен на базе микросхемы – генератора Si570 и позволяет изменять частоту несущих колебаний в широком диапазоне, что дает возможность подобрать оптимальную частоту в зависимости от используемого акустического преобразователя и условий эксперимента. Формирователь импульсов (ФИ) представляет собой быстродействующий мультиплексор. Он формирует пакеты импульсов и коммутирует их в распределитель сигнала. Данные два блока образуют передатчик САМ.

Для повышения качества измерительной информации распределитель сигнала (РС) выполнен в виде циркулятора, построенного на базе быстродействующих операционных усилителей. Его особая архитектура позволяет пропускать высокочастотные сигналы только в одну сторону: от ФИ к акустическому преобразователю и далее к регистратору эхо-сигнала (Р). Благодаря этому устройству отпадает необходимость в контроле перегрузки входа блока регистратора эхо-сигнала и быстродействующих переключателях. В качестве регистратора эхо-сигнала предложено использовать SDR-приемник, который позволяет снимать сигналы с РС в динамическом диапазоне 100dB. Ширина панорамы просмотра может достигать 3МГц и дает возможность получать сигналы как на несущей частоте, так и на смежных с ней частотах. Возможности программного обеспечения SDR-приемника позволяют записать как детектированный АМ сигнал, так и исходные I и Q сигналы либо для самостоятельной обработки, либо детектировать один и тот же принятый сигнал на разных частотах. Перемещение от точки к точке объекта исследования (ОИ) производится механизмом сканирования (МС) [2]. Блок управления (БУ) передает координаты этих точек в МС, при этом формируется растр акустического сканирования объекта исследования.

Для проверки работоспособности САМ с предложенными техническими решениями проведено моделирование его приемного тракта в среде Proteus 7.0. Схема модели представлена на рис. 2. Блок S2 моделирует исследуемый объект. На него через фокусирующую линзу от генератора подаётся пучок высокочастотных звуковых волн. Отразившись от исследуемого объекта, они попадают обратно в линзу. Линза преобразовывает их в электрические сигналы, которые поступают в приёмный тракт акустического микроскопа. Блок S3 моделирует внешние помехи, накладываемые на входной сигнал, поступающий от линзы. В данной модели они представляют собой низкочастотный сигнал частотой 50 Гц.

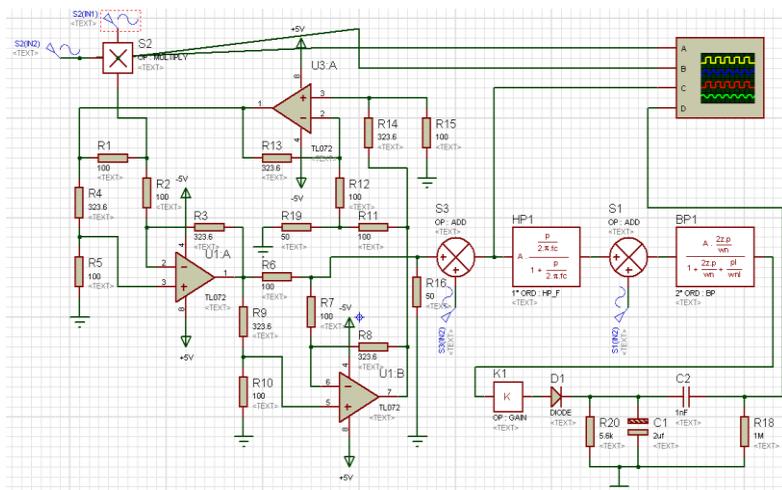


Рис. 2. Модель приемного тракта САМ в среде Proteus

Блоки HP1, S1, BP1 и K1 являются аналогом регистратора эхо-сигнала. Блок HP1 – фильтр высокой частоты (ФВЧ) – отсекает все частоты ниже несущей частоты генератора. Блок S1 представляет собой гетеродин, который преобразует высокочастотный сигнал от линзы путём смешивания со своей внутренней частотой. На выходе гетеродина формируются сумма и разность входного сигнала с частотой внутреннего генератора. Блок BP1 является полосовым фильтром (ПФ), фильтрующим сигнал от гетеродина. Совместное применение блоков BP1 и S1 позволяет получить искомый сигнал от линзы с более низкой несущей частотой. Блок K1 представляет собой блок автоматической регулировки усиления (АРУ), введенный для усиления сигнала на выходе полосового фильтра (если он будет ниже допустимого уровня). Диод D1, резистор R1 и конденсатор C1 представляют собой простейший детектор АМ сигнала.

На рис. 3 приведены результаты моделирования. На виртуальном осциллографе представлены четыре сигнала. Верхний сигнал подается в регистратор эхо-сигнала от ОИ. Второй сигнал поступает непосредственно в регистратор эхо-сигнала. Он представляет собой амплитудно-модулированный сигнал от ОИ, на который наложены помехи. Третий сигнал – это отфильтрованный с помощью ФВЧ сигнал на выходе гетеродина. Последний четвертый сигнал является выходным сигналом приёмного тракта, который поступает на АЦП.

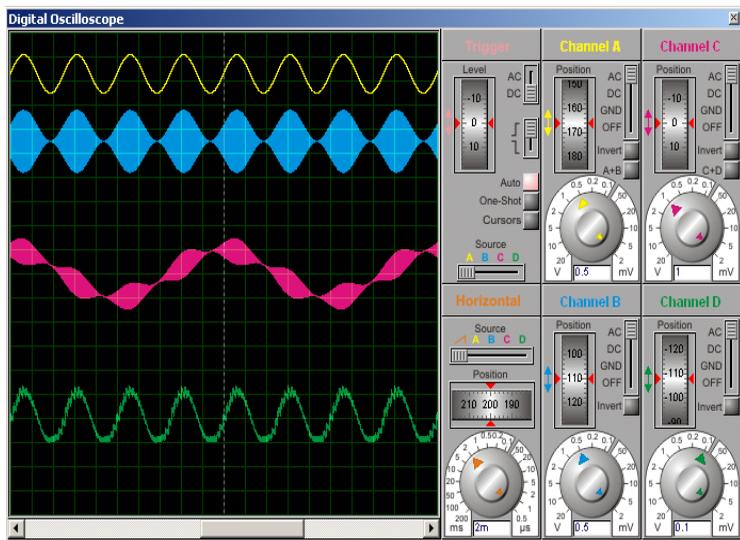


Рис. 3. Осциллограмма работы модели САМ.

Этот сигнал был выделен ПФ и детектирован.

В заключение следует отметить, что, применение SDR-приемника позволяет получить более качественный эхо-сигнал от линзы благодаря своей высокой чувствительности. В сравнении с приемным трактом на микросхеме K174XA2 чувствительность SDR-приемника лучше на 40-60дБ. Использование циркулятора позволяет избавиться от блоков переключения приемника и передатчика к акустической линзе, что не только облегчает конструирование аппаратной части САМ, но и исключает негативное влияние переходных процессов в микросхемах коммутаторов на информационный сигнал.

Литература. 1. Маев Р.Г. Акустическая микроскопия. М.: Торус Пресс, 2005. – 402с. **2.** Маев Р.Г. Акустическая микроскопия. Состояние и перспективы. Спб.: Научные обзоры, - 74с. **3.** Шелковников Е.Ю., Ермолин К.С. Особенности применения гибридного оптико-акустического микроскопа // Материалы НТК «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства». – Ижевск: ИжГТУ, 2012.

Реквизиты для справок: Россия, 426067, г.Ижевск, ул. Т. Барамзиной 34, Институт прикладной механики УрО РАН, Шелковникову Е.Ю., т.(3412)-508200, E-mail: evshelk@mail.ru

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА СПЕКТРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ СВЕТА И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА ОЗЕРЕ КРАСИЛОВСКОЕ

СУТОРИХИН И.А., АКУЛОВА О.Б., БУКАТЫЙ В.И.,
ЗАЛАЕВА У.И.

Оценка качества воды по гидрофизическим характеристикам и контроль состояния водоёмов необходимы для проведения комплекса водоохраных мероприятий, направленных на предотвращение отрицательных экологических последствий антропогенного воздействия, защите водоёмов от истощения, загрязнения и эвтрофикации. В гидрооптическом отношении исследования озёр Алтайского края только начинают развиваться [1–2]. В связи с этим изучение первичной гидрооптической характеристики – показателя ослабления света, а также температуры воды на разных глубинах является весьма актуальным.

Целью работы является изучение короткопериодной суточной динамики спектрального показателя ослабления света и температуры воды на озере Красиловское (Алтайский край).

Объект исследования – надпойменное озеро Красиловское, расположенное на юге Западно-Сибирской равнины на абсолютной высоте 220 м. Площадь зеркала равна 1,8 км², глубина в месте отбора проб равна 5,5 метров. Оно питается как поверхностными, так и грунтовыми водами. Положение озера в долине реки создает условия для формирования особого микроклимата: большое количество среднемесячных осадков (до 300 мм) и снижение контрастов климата, характерного для этих широт [3].

Суточные наблюдения проводились 18-19 июня 2013 года, в результате которых было проведено более 1000 серий измерений спектральной прозрачности воды в диапазоне 400-800 нм на спектрофотометре ПЭ-5400УФ с использованием кварцевых кювет с геометрической длиной пути 10 мм.

Рассчитывалась первичная гидрооптическая характеристика – показатель ослабления света ε в воде

$$\varepsilon = (1/\ell) \cdot \ln (1/T),$$

где ℓ – рабочая длина кюветы, $T = I / I_0$ – прозрачность в относительных единицах, I, I_0 – интенсивности проходящего и прошедшего света, соответственно.

На рисунках 1 и 2 представлены результаты измерений показателя ослабления света в поверхностном и придонном слоях озера в течение суток.

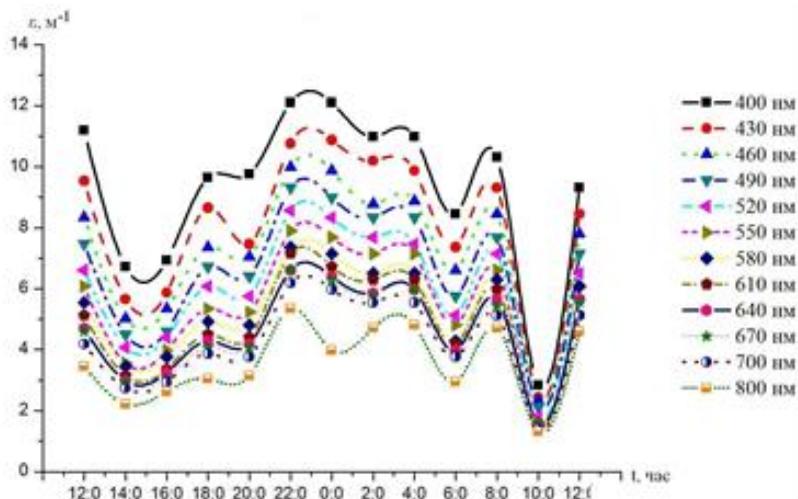


Рис. 1. Суточная динамика спектрального показателя ослабления ε в поверхностном слое озера Красиловское 18-19 июня 2013 г.

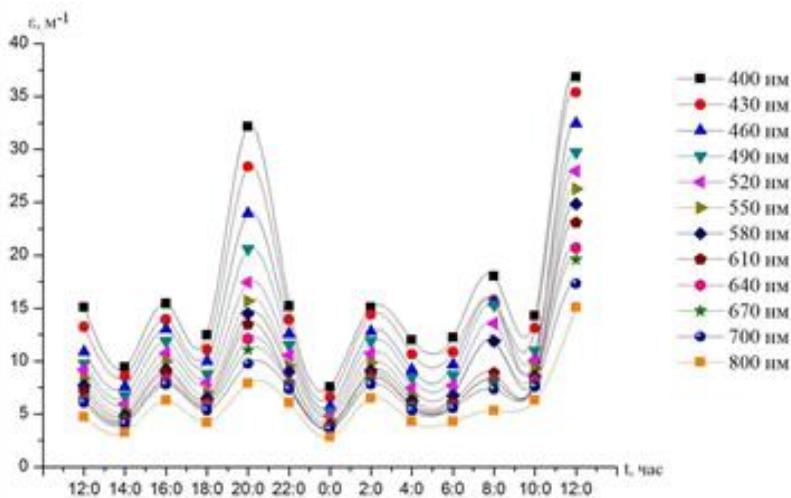


Рис. 2. Суточная динамика спектрального показателя ослабления ε в придонном слое озера Красиловское 18-19 июня 2013 г.

В течение данных суток проводились непрерывные измерения температуры воды с помощью многопараметрического автоматического зонда YSI 6600 V2-4. Суточная динамика этой величины на всех глубинах отбора проб представлена на рисунке 3.

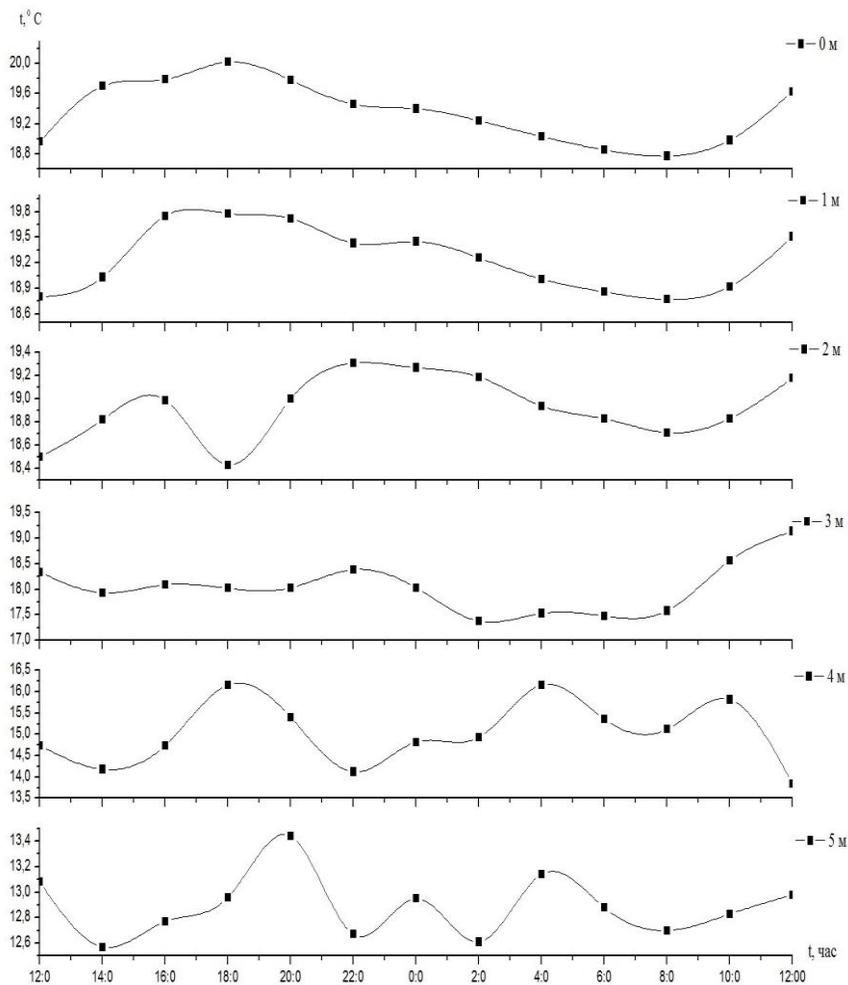


Рис. 3. Суточная динамика температуры воды на разных глубинах озера Красилдовское

Проведенные суточные измерения динамики спектрального показателя ослабления света на разных глубинах озера Красилдовское 2013

г. показали, что кривая динамики показателя ослабления света в придонном горизонте во время наблюдений находится в противофазе с кривой изменения этого параметра в поверхностном слое.

Измерения температуры показали ее резкое снижение при переходе значения глубины 3 метра. Это может быть связано с питанием озера грунтовыми водами, температура которых ниже поверхностных вод. Неравномерное распределение температуры воды в озере обусловлено внутриводоемной динамикой за счет перемешивания водных масс.

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН 131 «Математическое и геоинформационное моделирование в задачах мониторинга окружающей среды и поддержки принятия решений на основе данных стационарного, мобильного и дистанционного наблюдения» и Программы Президиума РАН 4.2 «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Сибири».

Авторы выражают благодарность м.н.с. А. В. Дьяченко за предоставленные данные температуры воды и студентке АлтГУ С.М. Семакиной за помощь в измерениях.

Литература. 1. Sutorikhin I.A., Bukaty V.I., Akulova O.B. Seasonal dynamics of light attenuation coefficient in different kinds of lakes located in Altai Krai // Proceedings of VII International Conference «Current problems in optics of natural waters». – St.-Petersburg, September 10–14. – 2013. – P. 114–117.; **2.** Суторихин И.А., Букатый В.И., Акулова О.Б., Залаева У.И. Сезонная динамика гидрофизических характеристик в озёрах Алтайского края а период 2011-2013 гг. // Ползуновский Альманах. – №1. – 2013. – С. 98–101.; **3.** Лузгин Б.Н. Происхождение Крайновского озера // Известия АлтГУ – №4. – 1998. – С. 113–116.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодёжная 1, Институт водных и экологических проблем СО РАН, доктору физико-математических наук, профессору, Суторихину И.А., тел. (385-2) 66-65-02. E-mail: sia@iwep.ru

ВЕРИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ГРАФОВ ПОНЯТИЙ

КАЗАКОВ М.Г., КРЮЧКОВА Е.Н.

Задачи компьютерного восприятия изображений представленных в растровом виде являются вероятно наиболее сложными среди задач компьютерного зрения. При этом часть задач из этой области можно

считать в той или иной степени разрешенными, например задачи локализации конкретного объекта или же задачи поиска экземпляров объекта. Другая область задач – задачи классификации изображений остаются крайне тяжелыми для машинного решения [1]. Это связано со многими факторами, в первую очередь с непониманием принципов работы восприятия человека. Так же задача усложняется возможными нечеткими трактовками принадлежности изображений классам и пересечением классов между собой, вплоть до включения.

В данной статье рассматривается подход к классификации изображений, опирающийся на представление изображений в виде набора многомерных векторов – дескрипторов локальных визуальных особенностей, обычно инвариантных к определенному классу трансформаций изображений [2]. При этом подразумевается наличие обучающей выборки изображений, соответствующим определенным классам. Наиболее эффективным на сегодняшний день считается применение этапа квантования, которое представляет весь спектр дескрипторов из обучающей выборки в виде набора так называемых визуальных слов (Bag Of Words), для чего используется кластеризация [3]. На этом этапе многомерные вектора фактически трансформируются в одномерные индексы. Общая схема классификации при этом может быть представлена в виде следующих шагов:

- Извлечение дескрипторов локальных визуальных особенностей из набора обучающих изображений.
- Кластеризация дескрипторов по заданному количеству визуальных слов.
- Для каждого дескриптора производится поиск ближайшего центра кластера, после чего многомерный вектор заменяется на индекс этого центра (визуального слова).
- Изображения обучающей выборки представляются в виде нормализованных гистограмм частоты появления визуальных слов в них.
- Основываясь на представлении обучающей выборки классов как множества многомерных векторов – гистограмм, производится обучение классификаторов, например используя метод опорных векторов.
- Анализируемое изображение аналогичным образом представляется в виде многомерного вектора – гистограммы.
- Исходя из результата работы классификаторов, принимается решение об отнесении анализируемого изображения к тому или иному классу.

В данной схеме имеются очевидные минусы, связанные с ограниченностью входных данных. С одной стороны, отсутствуют взаимосвязи между классами и между изображениями, их представляющими, что снижает репрезентативное качество выборки. С другой стороны, при избыточном объеме обучающей выборки система может переходить в состояние переобучения, из-за отсутствия механизмов обратной связи, и показывать регрессию результативности.

Предлагаемая модель. Добавление информации о взаимосвязях между классами способно улучшить релевантность классификации путем дополнительной верификации и обработки результатов работы классификаторов. Такая информация может быть представлена различными способами, в данной работе рассматривается использование семантического графа понятий. В нем возможно выделить понятия соответствующие классам изображений, и, используя веса ребер графа, ввести корректирующие метрики на основе структуры графа. В данной работе используется семантический граф понятий, представленный в [4].

В качестве основной меры, используемой для верификации, предлагается ввести понятие ширины класса. Для ее вычисления используется обход графа в ширину, начиная с понятия, соответствующего классу. При прохождении очередного понятия вычисляется мера семантической близости к оригинальному понятию. При этом учитывается как вес ребер графа (степени уменьшения семантической близости), так и количество удалений от оригинального понятия – для этого применяется демпфирование. Значение близости S очередного смежного понятия a к предыдущему b вычисляется по формуле:

$$S_b = S_a \times E(a,b) \times D, \quad S_a \geq T,$$

где E – функция сходства при переходе от одного понятия к другому – получается из словаря понятий, D – константный коэффициент демпфирования при каждом очередном удалении от изначального понятия, T – пороговое значение схожести с изначальным понятием. Значение близости x оригинального понятия, соответствующему классу, является фиксированным относительно класса значением: при первоначальном обходе оно принимается за единицу, при обходах с учетом результата работы классификатора, оно может быть соответствующим образом скорректировано (таким образом визуальное соответствие транслируется в обход семантического графа):

$$x \in [0.5; 1.0]$$

Обозначим множество близостей понятий до понятия, соответствующему классу C :

S_i^C , $i \leq N$, где N – количество понятий в словаре

Таким образом, ширина класса C вычисляется как сумма близостей всех понятий к классу, при изначальной близости x :

$$W(C, x) = \sum_{i=1}^N S_i^C$$

Используя меру ширины класса возможна верификация результатов работы классификаторов, основываясь на структуре семантического графа. Предполагается, что визуальное соотношение различных понятий будет в той или иной мере соответствовать их соотношению в семантическом графе. Иначе говоря, близкие визуально понятия будут в семантическом графе иметь меньшее расстояние между собой, нежели расстояние до визуально далеких понятий. Таким образом можно соотносить результаты классификатора, работающего на основе дескрипторов локальных особенностей изображений, со взаимным расположением классов в семантическом графе.

Один из вариантов такой обработки результатов классификации – объединение смежных понятий в кластеры. В случае анализа сложных по наполнению изображений методы, основанные на представлении изображения в виде гистограммы, могут давать неустойчивые результаты, так как различные классы в этом случае могут показывать схожие результаты. Для коррекции этой ситуации, классы, представленные семантически близкими понятиями, объединяются в кластеры с пересчетом рейтинга в сторону увеличения. Для принятия решения об объединении классов в кластер может применяться мера, основанная на степени пересечения графов, образованных обходом в ширину оригинальных понятий с учетом результатов работы соответствующих классификаторов как изначальных мер схожести. В данной работе для принятия этого решения применялась формула:

$$\frac{\sum_{i=1}^N (S_i^{C_1} + S_i^{C_2} + \sqrt[3]{S_i^{C_1} \times S_i^{C_2}})}{W(C_1, r_{c_1}) + W(C_2, r_{c_2})} > 1.2,$$

что учитывает, с одной стороны, широты рассматриваемых классов, с другой стороны, соотношение степени пересечения классов к сумме этим широт. Таким образом, классы, близкие визуально к анализируемому изображению, и имеющую семантическую близость, получают более весомый результат.

Другой способ использования семантического графа для обработки результатов работы визуальных классификаторов – коррекция в нега-

тивную сторону. Для этого можно использовать семантическую близость классов как основу для предположения о их визуальной близости. При этом в случае наличия классов с высоким и низким результатами работы визуальных классификаторов, семантически близкие между собой, можно сделать вывод об ошибочности этих результатов визуальной классификации. Такие взаимосвязи могут проверяться на обучающей выборке, и в случае их устойчивости, применяться при анализе запрашиваемых изображений.

Выводы. Использование вспомогательной информации, наряду с традиционной обучающей выборкой, способно улучшить результаты классификации. Один из источников такой вспомогательной информации – семантический граф, связывающий понятия между собой. Основной плюс семантических графов заключается в том, что они, в той или иной степени, отображают представление человека о взаимосвязях различных понятий из окружающего мира. Верификация результатов работы классификаторов, используя метрики снятые с подобного семантического графа, позволяет увеличить релевантность общей работы системы, что, в конечном итоге, приближает машинное восприятие к человеческому.

Литература. 1. Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications. - Springer-Verlang New York, 2010. 2. Lowe, D. G. Object Recognition from Local Scale-Invariant Features. - The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision, 1999. 3. Csurka, G., Dance, C., Fan, L., Willamowski, J., Bray, C. Visual categorization with bags of keypoints // Workshop on statistical learning in computer vision, 2004. 4. Крайванова В.А., Кротова А.О, Крючкова Е.Н. Построение взвешенного лексикона на основе лингвистических словарей. - Материалы Всероссийской конференции «Знания – Онтологии - Теории», 2011.

Реквизиты для справок. Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет, кафедра прикладной информатики, аспирант **Казаков М.Г.** mike.kazakov@gmail.com, к.ф.-м.н., профессор **Крючкова Е.Н.** kruchkova_elena@mail.ru.

3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

НГУЕН МИНЬ ДЫК, ЮРЧЕНКО А.В.

Энергетический менеджмент осуществляется на основе двух взаимосвязанных сфер деятельности: организации учета, контроля и диагностики потребления, планировании и реализации энергосберегающих мероприятий.

Так как **целью** создания такой системы управления является повышение энергетической эффективности, надежности и качества освещения на основе централизованного автоматического и оперативно-диспетчерского управления режимами светодиодного освещения. Фотодиоды давно и достаточно успешно используются в системах автоматического освещения. Они применяются как для приема сигнала (свет), так и в качестве недорогих бесконтактных датчиков. Главными задачами работы является получение входного сигнала на определенной частоте, обработки и управления освещением с помощью микроконтроллера.

Принципиальная схема подключения.

В составе системы (рис.1) входят фотодиод, усилитель, фильтр низких частот (ФНЧ), делитель и микроконтроллер.

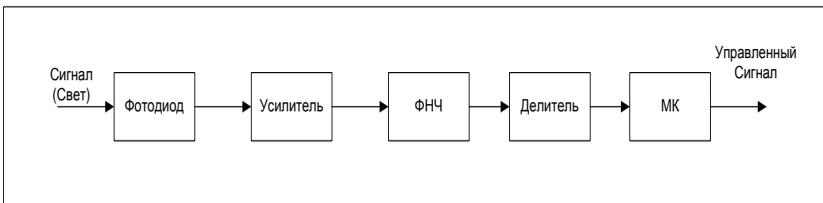


Рис. 1

Структурная схема подключения

А) Подключение фотодиода

На рис.2 приведена простая схема подключения фотодиода к операционному усилителю (ОУ) – схема преобразования малого тока фотодиода в напряжение.

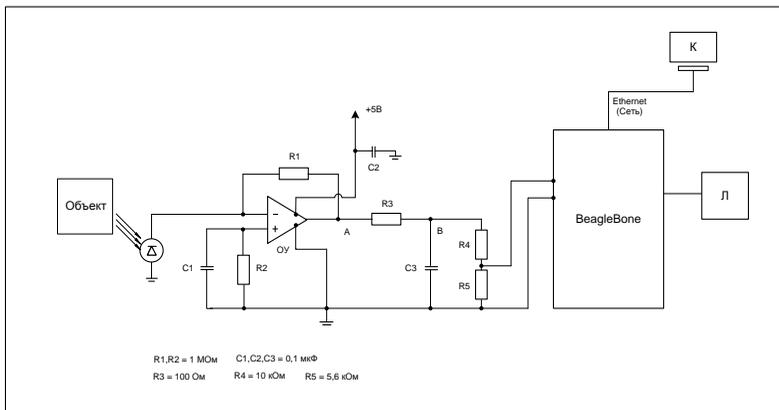


Рис. 2

Падающий свет вызывает фототок. Ток почти не течет в инвертирующий вход, так как выходное напряжение ОУ определяется как:

$$U_A = I * R_1$$

Регулируем полученную частоту с помощью резистора R3 и C3 по формуле:

$$f_{cp} = \frac{1}{R_3 C_3}$$

В моей работе, мы выбираем R3 = 100 Ом и C3 = 0,1 мкФ для получения ФНЧ с частотой среза 100 кГц.

Максимальное значение напряжения аналогового сигнала при подавлении входа микроконтроллера является 1,8 В. Так как используем делитель с R4 = 10 кОм и R5 = 5,6 кОм.

В качестве фотодиода и операционного усилителя, мы используем **SD5421-002 PIN-фотодиод** и **AD820ANZ**.

Б) Микроконтроллер (миникомпьютер BeagleBone)

Микроконтроллер нужен для того, чтобы оцифровывать сигналы и автоматически управлять освещением.

В моей работе используется миникомпьютер BeagleBone. Плата с микропроцессором Sitara AM3359 — Это ARM Cortex-A8 (armv7a) от Texas Instruments. Работает на частоте до 720 MHz. На плате установлен USB-хаб, через который к мини-USB подключены FTDI (отладка по JTAG и виртуальный COM-порт) и USB-device. Так же выведен USB host. ОЗУ — 256 MB DDR2. Установлен разъем для карты MicroSD, с которой грузится Linux. Есть Ethernet. На два 46-пиновых PLD разъема со стандартным шагом 2.54 мм выведено 2x I2C, 5x

UART, I2S,SPI,CAN, 66x GPIO (3.3V), 7x АЦП. Питание от mini-USB или внешнего источника. Размер платы 90×55 мм.

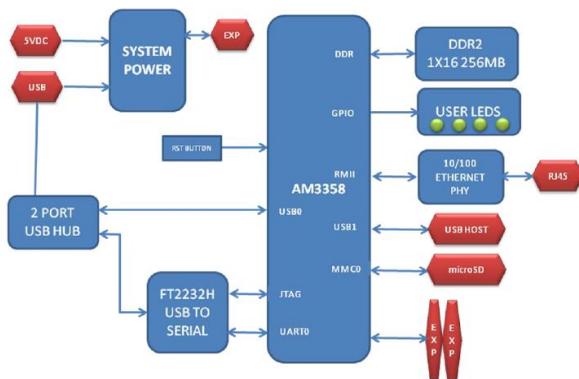
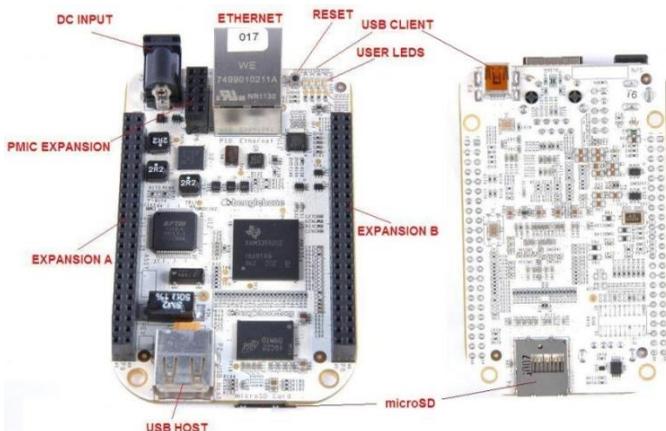


Рис 3. Структура платы BeagleBone

В) Среда разработки

Этот проект я сделал на Cloud9 IDE (Javascript). Такая среда программирования имеет свои библиотеки при обновлении BeagleBone с программным обеспечением.

По сравнению с другой платой, процесс программирования BeagleBone может выполняться через Ethernet (сеть) после установления IP-адрес. Это значит можно садиться на любом месте работы с Интернетом и дистанционно работать.

Комиссии по делам несовершеннолетних Администрации Ленинского района г. Барнаула (КДН).

На данный момент в КДН отсутствует единая система, которая бы содержала в себе информацию о несовершеннолетних лицах (паспортные данные подростков, семей подростков, взрослых, их детей, списки материалов на подростков и взрослых, список неблагополучных семей, сведения об административных правонарушениях).

Ввиду вышесказанного необходимо поставить **следующие задачи**:

- автоматизированный сбор сведений о лицах, не достигших совершеннолетия в пределах Ленинского района г. Барнаула;
- обеспечение хранения персональных данных несовершеннолетних граждан (ФИО, адрес, дата обсуждения на комиссии, статья, по которой рассматривалось дело, вынесенная мера);
- обеспечение возможности оперативного получения данных о проведении заседаний по делам несовершеннолетних;
- сокращение дублирования данных;
- обеспечение целостности базы данных [1, 2].

Процесс проектирования базы данных необходимо **разделить на следующие этапы**:

- формирование задания по созданию БД: в нем подробно описывается состав базы, назначение и цели ее создания, а также перечисляется, какие виды работ предполагается осуществлять в этой базе данных;
- создание эскизов проекта;
- сбор форм, которые будут реализованы для ввода и вывода данных.

При создании, какого либо проекта возникает вопрос **о существовании аналогов** в этой области. Например, «ИВЦ: Автоматизация деятельности комиссии по делам несовершеннолетних» или программный комплекс «Находка – КДН». Данные комплексы требуют периодической поддержки и обладают избыточностью функций, которыми мы пользоваться не будем. К тому же, предлагаемые системы не позволяют осуществлять доработку в случае изменения действующего законодательства.

Реализация системы управления базы данных осуществляется с помощью Microsoft Office Access. Что касается **выбора программной платформы**, то здесь мы ориентируемся на следующие факторы:

- а) Microsoft Office Access – общеиспользуемое программное обеспечение;
- б) программный продукт уже имеется в администрации, и используется на всех рабочих станциях;

в) не требуется обучение пользователей с использованием повседневного офисного пакета.

Одним из этапов проектирования БД является **концептуальное проектирование** - сбор, анализ и редактирование требований к данным. Выявляется информационная структура всех отделов КДН, каждый из которых характеризуется пользовательским представлением, информационными объектами и связями между ними.

Следующий этап - **логическое проектирование**, т.е. преобразование требований к данным в структуры данных. На данном этапе сформирован перечень необходимых документов (постановлений, определений, протоколов комиссии, итоговых отчетов) и связей между ними, определено, какие данные следует сохранять в СУБД и по каким направлениям. В ходе реализации базы данных созданы таблицы "Список дел", "Журнал штрафов", "Привлекаемый к АО", "Место жительства", "Несовершеннолетний", "Место учебы", "Статья КоАП" и "Орган", которые имеют ряд необходимых полей с соответствующими типами данных. Все ключевые поля связаны с другими таблицами посредством первичных ключей.

Физическое проектирование включает в себя определение особенностей хранения данных, методов доступа. База данных имеет функции экспорта и импорта, построения детализированных отчетов, опцию автоматического резервного копирования, а также дифференциацию прав доступа.

Немаловажную роль на данном этапе разработке составляло создание кнопочных форм для базы данных. Вследствие чего пользователю предлагается интуитивный и понятный в использовании интерфейс, с главной страницы которого работник комиссии может перейти к существующим таблицам системы в виде вложенных форм. В каждой из этих форм можно осуществлять такие операции, как открытие форм для добавления; открытие форм для изменения; открыть отчет; выполнить запрос; переход на главную страницу.

Для работы с клиентами предполагается возможность пользования информационными и нормативными документами.

Важно отметить, что в хранилище для комиссии будет реализовано совместное использование БД несколькими пользователями, что позволит наделять работников **правами просмотра**, редактирования, удаления документации, или же **ограничить их доступ в использовании** различных функциональных возможностей. В данном случае, возможность осуществления всех операций будет только у "администратора" системы.

При тестировании работоспособности БД учтены такие факторы уровня надежности, как состав и уровень надежности технического и программного обеспечения, рациональное разделение задач, которые решаются системой между техническими средствами, программным обеспечением и персоналом, уровень квалификации персонала, режимы параметров и организационных форм эксплуатации технических средств, степень использования различных видов резервирования, реальные условия функционирования [4].

Итогом работы является база данных, которая способствует повышению эффективности деятельности, и качества работ по осуществлению мер по защите и восстановлению прав и законных интересов несовершеннолетних, профилактике безнадзорности, беспризорности, правонарушений и антиобщественных действий несовершеннолетних, применению мер воздействия в отношении несовершеннолетних.

Литература. 1. Разработка баз данных – Access Office.com [Электронный ресурс]: Office. – Режим доступа: <http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/HP005189136.aspx>. – Загл. с экрана. **2.** Различные представления о данных в базе данных [Электронный ресурс]: ИНТУИТ. Национальный открытый университет. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/508/364/lecture/4764>. – Загл. с экрана.

***Реквизиты для справок:** Барнаул, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, к.п.н., доцент **Надвоцкая В.В.** - nadvotskaya7@mail.ru, студент **Юсупалиев Б.С.**, тел. (3852) 29-09-13.*

О КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТА В СОСТАВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ (АС ОК ЭЭ)

ЗЫРЯНОВА Е.В., БЕЛОВ В.М., КОСОВ Д.Л.

АС ОК ЭЭ разработана с целью автоматизации задачи по оценке качества проведенных экологических экспертиз (ЭЭ). Чтобы оценка качества ЭЭ была полноценной, необходимо оценить не только процедуру проведения самой экспертизы, но и компетентность специалистов, проводивших данную экспертизу. В нашей статье рассмотрим подсистему АС ОК ЭЭ, разработанную для оценки компетентности эксперта (КЭ), проводившего ЭЭ.

Описание подсистемы оценки КЭ. Оценку КЭ реализуем с помощью следующих операций:

1. Создание опросников для оценки КЭ;

2. Ведение базы данных с вопросами и другой информацией, необходимой для оценки КЭ и работы системы;
3. Расчет матриц парных сравнений (суждений) и коэффициентов важности для критериев оценки КЭ;
4. Разработку шкал, в соответствии с которыми производим оценку КЭ;
5. Организацию тестирования проверяющих экспертов по опросникам, разработанным для оценки КЭ;
6. Анализ результатов опроса проверяющих экспертов и расчет оценки КЭ с использованием теории нечетких множеств (ТНМ).

Чтобы оценка КЭ была всесторонней и полноценной, эксперт, ответственный за проведение оценки КЭ, должен грамотно разработать опросники, которые будем использовать при тестировании. Подробные характеристики опросников по оценке КЭ описаны в работе [1].

Математический аппарат. В качестве математического аппарата в АС ОК ЭЭ используем аппарат ТНМ, как наиболее эффективно отображающий неопределенности и неточности реальности. Опишем нечеткую модель с использованием лингвистической шкалы [2], которую используем в АС ОК ЭЭ для оценки КЭ.

Первым шагом для опросника создаем матрицу парных сравнений $A=(a_{ij})$, которая задает для каждого вопроса его вес относительно других вопросов. На основе матрицы парных сравнений рассчитываем коэффициенты важности B_i для каждого из n - вопросов по формуле:

$$B_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad i \neq j.$$

Далее осуществляем нормализацию коэффициентов важности

$$\tilde{B}_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i},$$

таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{i=1}^n \tilde{B}_i = 1.$$

Далее разрабатываем лингвистическую переменную «Квалификация эксперта» \tilde{HE} , служащую эталоном и, в соответствии с ней, выстраиваем лингвистическую шкалу, используемую для итоговой оценки КЭ.

Затем проводим тестирование проверяющих экспертов по опроснику. По ответу проверяющего i - эксперта на j - вопрос формируем нечеткое число H_{ij} . Значение нечеткого числа, соответствующее ответу

группы проверяющих экспертов из N человек на j -й вопрос, определяем по формуле:

$$\tilde{H}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_{ij}.$$

Суммарную оценку качества определяем по формуле:

$$\tilde{HS} = \left(\sum_{j=1}^n \tilde{B}_j \cdot \tilde{H}_j \right).$$

Критерием соответствия \tilde{HS} одной из эталонных оценок качества является минимальное из вычисленных по ниже приведенной формуле α -уровневого расстояния:

$$d_s \left(\tilde{HS}, \tilde{HE}_s \right) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m |x_i - y_j|, \forall \mu_{\tilde{HE}} > \alpha,$$

где α – заданное значение α -уровня ($0 \leq \alpha \leq 1$), x_i, y_j – носители полученного и эталонного нечеткого числа \tilde{HS} и \tilde{HE}_s , m – количество компонентов нечеткого числа \tilde{HS} , k – количество компонентов нечеткого числа \tilde{HE}_s с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{HE}_s} > \alpha$.

Вывод. Таким образом, получаем, что АС ОК ЭЭ при нечеткой входной информации позволяет осуществить полноценную оценку КЭ, проводившего ЭЭ.

Литература. 1. Зырянова Е.В. Экологические экспертизы: оценка компетентности экспертов [Текст] / Е.В. Зырянова, В.М. Белов, Е.В. Пивкин // Ползуновский Вестник. – 2013. – №2. – С. 288–289. **2.** А.Г. Корченко Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения. – К.: Изд-во «МК-Пресс», 2006. – 320 с., ил.

Реквизиты для справок: Аспирант Зырянова Е.В., тел. 89130237503, keyvezed@mail.ru – Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра безопасность и управление в телекоммуникациях; д.т.н., профессор Белов В.М. тел. 89069638483, ymbelov@mail.ru – Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра безопасность и управление в телекоммуникациях.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ ПЛАТФОРМЫ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8 ПРИ ПОДБОРЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ

ВАЖДАЕВ А.Н., ЛИСАЧЕВА Е.И.

Популярность программ от фирмы «1С» растёт, несмотря на экономический спад [1]. Созданная авторами информационная система позволяет помочь организациям-франчайзи создать наиболее эффективную стратегию работы с клиентами в направлении продаж [2], внедрения и дальнейшего сопровождения программных продуктов [1].

В качестве среды разработки была выбрана платформа «1С:Предприятие 8.3», т.к. данная система, являясь предметно-ориентированной средой разработки, имеет определенные преимущества [3]. В последние версии платформы «1С:Предприятие 8.3» встроены механизмы анализа и прогнозирования данных для решения прикладных задач [4, 5].

Механизмы анализа данных и прогнозирования платформы 1С:Предприятие 8.3. Механизм анализа данных и прогнозирования – это один из механизмов формирования экономической и аналитической отчетности [5]. Механизм выполняет следующие функции [5]:

- осуществление поиска закономерностей в исходных данных информационной базы;
- управление параметрами выполняемого анализа как программно, так и интерактивно;
- осуществление программного доступа к результату анализа;
- автоматический вывод результата анализа в табличный документ;
- создание модели прогноза, позволяющей автоматически прогнозировать последующие события или значения неких характеристик новых объектов.

Механизм анализа данных представляет собой набор взаимодействующих друг с другом объектов встроеного языка «1С:Предприятие 8», что позволяет разработчику использовать его составные части в произвольной комбинации в любом прикладном решении [5].

Механизм позволяет работать как с данными, полученными из информационной базы, так и с данными, полученными из внешнего источника [5].

Применяя к исходным данным один из видов анализа, можно получить результат анализа. Результат анализа представляет собой некую

модель поведения данных, может быть отображен в итоговом документе, или сохранен для дальнейшего использования [4,5].

Дальнейшее использование результата анализа заключается в том, что на его основе может быть создана модель прогноза, позволяющая прогнозировать поведение новых данных в соответствии с имеющейся моделью [4,5].

В механизме анализа данных и прогнозирования реализовано несколько типов анализа данных:

- общая статистика,
- поиск ассоциаций,
- поиск последовательностей,
- кластерный анализ,
- дерево решений.

Тип «Общая статистика». Представляет собой механизм для сбора информации о данных, находящихся в исследуемой выборке. Этот тип анализа предназначен для предварительного исследования анализируемого источника данных [5].

Анализ показывает ряд характеристик дискретных и непрерывных полей. При выводе отчета в табличный документ заполняются круговые диаграммы для отображения состава полей. На рис. 1 показано применение данного типа анализа данных в информационной системе, разработанной авторами работы [6].

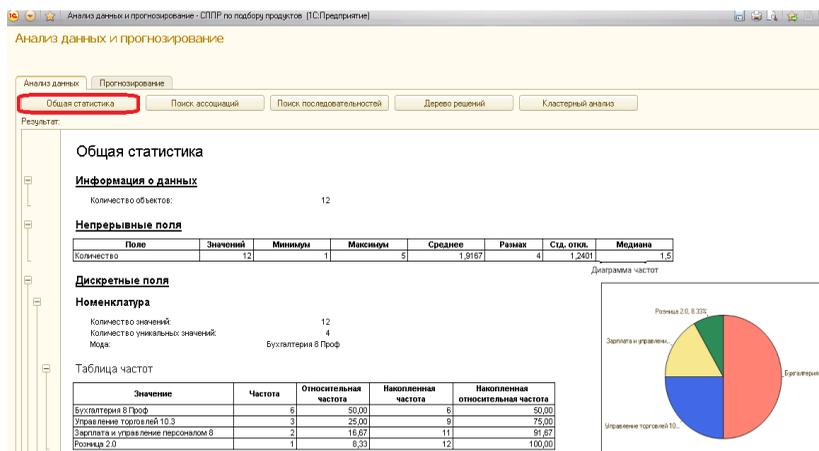


Рис. 1. Тип анализа «Общая статистика»

Тип «Поиск ассоциаций». Данный тип анализа осуществляет поиск часто встречаемых вместе групп объектов или значений характе-

ристик, а также производит поиск правил ассоциаций. Поиск ассоциаций может использоваться, например, для определения часто приобретаемых вместе товаров, или услуг [5]. На рис. 2 продемонстрировано использование поиска ассоциаций в информационной системе.

Часто встречаемые группы

№	Количество случаев	Процент случаев
Состав		
1	1	14,29
Номенклатура = Бухгалтерия 8 Проф		
Номенклатура = Управление торговлей 10.3		
Номенклатура = Зарплата и управление персоналом 8		

Рис. 2. Применение типа анализа «Поиск ассоциаций»

Тип «Поиск последовательностей». Тип анализа поиск последовательностей позволяет выявлять в источнике данных последовательные цепочки событий. Этот тип анализа позволяет осуществлять поиск по иерархии, что дает возможность отслеживать не только последовательности конкретных событий, но и последовательности родительских групп [4, 5].

Тип «Кластерный анализ». Кластеризация — выделение из множества объектов одной природы некоторого количества относительно однородных групп — сегментов или кластеров. В основе данного анализа лежит вычисление расстояния между группами, которые и являются кластерами. Определение расстояния между группами производится различными способами (по разным метрикам) [5].

Поддерживаются следующие метрики:

- Евклидова метрика;
- Евклидова метрика в квадрате;
- Метрика города;
- Метрика доминирования.

Тип «Дерево решений». Тип анализа дерево решений позволяет построить иерархическую структуру классифицирующих правил, представленную в виде дерева. Для построения дерева решений необходимо выбрать целевой атрибут, по которому будет строиться классификатор и ряд входных атрибутов, которые будут использоваться для создания правил [4, 5].

Результат работы анализа представляется в виде дерева, каждый узел которого содержит некоторое условие. Для принятия решения, к

какому классу следует отнести некий новый объект, необходимо, отвечая на вопросы в узлах, пройти цепочку от корня до листа дерева, переходя к дочерним узлам в случае утвердительного ответа и к соседнему узлу в случае отрицательного. Набор параметров анализа позволяет регулировать точность полученного дерева [4, 5].

Выводы. Использование механизмов анализа и прогнозирования данных платформы «1С:Предприятие 8» при подборе программного обеспечения для клиентов фирм-франчайзи позволяет искать закономерности в осуществленных продажах программ и строить прогнозные модели, позволяющие автоматически планировать последующие продажи программного обеспечения.

Литература. 1. Лисачева Е. И., Важдает А. Н. Система поддержки принятия решений организации-франчайзи по подбору программного обеспечения для покупателей // Ползуновский вестник. – 2013 – №. 2. – С. 224-228. 2. «1С: Франчайзинг» [Электронный ресурс]: – Официальный сайт фирмы 1С. – Режим доступа: <http://www.1c.ru/rus/firm1c/franch.htm> на 20.03.2014 г. 3. Нуралиев С.Г. Является ли «1С:Предприятие» средством разработки? [Электронный ресурс] / С.Г. Нуралиев, Режим доступа: http://www.lawlinks.ru/view_data.php?id=132536. 4. Радченко М.Г. 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые примеры / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – М.: ООО «1С-Пабблишинг», 2009. – 874 с. 5. Гончаров Д.И. Решение специализированных прикладных задач в «1С:Предприятии 8.2» / Д.И. Гончаров, Е.Ю. Хрусталева. – М.: 1С-Пабблишинг, 2012. – 300 с.: ил. 6. Лисачева Е. И., Важдает А. Н. Оценка и подбор программных продуктов для клиентов // Сборник научных трудов 14-й международной научно-практической конференции "Новые информационные технологии в образовании" (Применение технологий "1С" для повышения эффективности деятельности организаций образования) 28 - 29 января 2014 г. Часть 1- М.: ООО "1С-Пабблишинг", 2014. 549 с. – с. 370-372.

Реквизиты для справок: Россия, 652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская 26; Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, кафедра Информационных систем, Важдаету А.Н., тел. (384-51) 6-49-42. E-mail: wazdaev@ngs.ru.

Россия, 652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Строительная 18/5; Лисачевой Е.И., тел. (384-51) 4-53-99. E-mail: DjLena.91@mil.ru – Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ ШКОЛ

В.Д. АГАДЖАНЯН, И.А. ЛЫЗИН, С.Н. ЕВСТАФЬЕВ, С.А. МОЛНИН

Внедрение компьютерной техники во все сферы человеческой деятельности послужило толчком к зарождению новой научной и прикладной дисциплины – информатики. В нашей стране информатика стала определяться как самостоятельная область деятельности с начала 80-х годов, а спустя несколько лет вошла в школьную программу как самостоятельная дисциплина.

Под *информационной компетентностью* понимается формирование умения самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее. Информационная компетентность включает в себя различные аспекты (способы деятельности): планирование информационного поиска; извлечение первичной (необработанной) и вторичной (обработанной) и представленной ученику информации, и т.д.

Информационная компетенция, одна из важнейших ключевых компетенций школьников. Но некоторых школах информатики до сих пор уделяется мало внимания.

Поэтому базовыми проблемами являются:

- противоречия между теоретическими основами школьного курса и его практической направленностью;
- противоречия между необходимостью формирования у школьников информационной компетенции и недостаточной разработанностью условий и средств реального и целенаправленного достижения этой цели на всех ступенях школьного обучения.

Были изучены следующие *критерии оценки формирования информационной компетентности*:

- формализованные критерии в виде факторных моделей;
- функции соответствия в виде свертки функций принадлежности;
- обобщенная свертка в виде линейной регрессии;
- интегральные критерии в виде продукционных моделей.

Выделяются три уровня владения ИК-компетенциями: базовый, технологический и профессиональный.

Авторы исследовали требования, предъявляемые к базовому уровню информационно-коммуникационных компетенций (ИКК). На данном уровне накапливаются базовые знания, умения и навыки, необходимые для знакомства с компьютерной грамотностью. Выпускники

школ и абитуриенты ВУЗов должны обладать базовым уровнем ИК компетенций.

Кафедрой Информационных систем ЮТИ ТПУ разработана Комплексная система формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся (ИККО). В связи с тем, что требования к входному уровню ИК-компетенций абитуриентов становятся более жесткие назрела необходимость включения института в формирование ИК-компетенций у будущих абитуриентов (школьников, учащихся ССУЗов). Поэтому первым этапом из пяти в системе ИККО является общеобразовательный этап.

На рис.1 схематично изображены требования для формирования базового уровня ИКК обучаемых на общеобразовательном этапе.

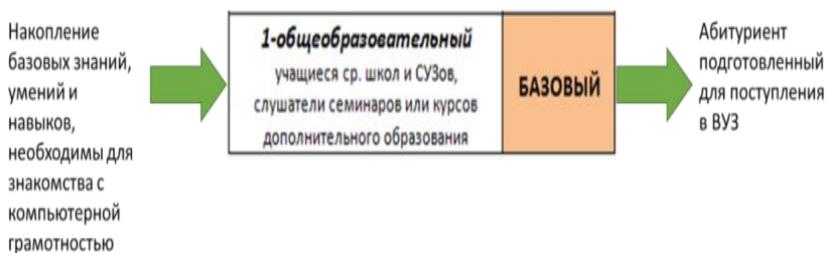


Рис. 1. Базовый уровень формирования ИККО

Целью исследования авторов является разработка модели и алгоритмов формирования базовых ИКК учащихся школ и СУЗов.

Задачи исследования:

1. анализ важности владения ИКК для школьников, абитуриентов ВУЗов, формулировка актуальности исследования;
2. анализ причин приоритетов школьников нашего города при выборе будущей специальности и ВУЗа.
3. анализ соответствия уровней требований владения ИК-компетенциями выпускника школы для сдачи ЕГЭ по информатике;
4. изучение системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся в образовательном процессе кафедры ИС ЮТИ ТПУ, внесение предложений по дальнейшему её развитию;
5. исследование программного обеспечения – инструментов формирования ИК-компетенций обучаемых базового уровня: рынка компьютерных обучающих и деловых игр, образовательных ресурсов Интернета;

6. выявление проблем процесса формирования базового уровня владения ИК-компетенциями школьников и абитуриентов;
7. выбор инструментария для разработки занимательных лабораторных работ, игр по информационным технологиям и др.;
8. разработка коммуникационного ресурса для школьников в рамках электронного IT-университета кафедры ИС ЮТИ ТПУ, решающего проблемы выбранной предметной области исследования.

Титул портала Электронный IT-университет			Миссия портала		Поиск
Лента об ИТ, о специальностях, о важных событиях портала					
Новости ИТ	Об информатизации	Навигатор	Ресурсы	Уровни ИКК	
		Определите свой уровень ИКК	Родителям		
Видео Фото	Об ИКТ, специальностях	Вебинары на тему...	Школьникам	Базовый	
			Абитуриенту		
Услуги IT-специалистов Аутсорсинг		Опросы Форумы Тестирование	Дополнительное образование	Технологический	
			Бакалавру		
			Магистранту		
			Выпускнику		
Сопровождение карьеры (портфолио)			Прогрессивному преподавателю	Профессиональный	
			Работодателю Кадровое агентство		
Контактная информация			Ссылки на сайты		

Рис. 2. Примерная структура портала «Электронный IT-университет»

Реализации комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся (ИККО) осуществляется кафедрой ИС ЮТИ ТПУ через разработку и внедрение проекта «Электронный IT-университет». На рисунке 2 выделена область научных интересов авторов в структуре проекта.

Литература. 1. О.Д. Болотова. Развитие информационной компетентности учащихся на уроках и во внеурочной деятельности//[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nsportal.ru>. (Дата обращения 30.03.14). 2. Захарова А. А., Чернышева Т. Ю., Молнина Е.В. Комплексная система формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых по направлению «Прикладная информатика» // Наука. Инновации. Образование. - 2014 - № 1.- в печати.

Реквизиты для справок: Россия, 652055,г. Юрга, ул. Ленинградская 26, Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, научный руководитель Молнина Е.В., тел. 8-(384-51)-6-49-42. E-mail: molnina@list.ru.

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ В ACCESS НА ПРИМЕРЕ БАЗЫ ДАННЫХ ОРГАНОВ ОПЕКИ И ПОПЕЧИТЕЛЬСТВА

ПОНОМАРЕНКО И.К., НАДВОЦКАЯ В.В.

Введение. Государственным учреждениям приходится работать с огромным количеством документов, поэтому многие предприятия стремятся автоматизировать внутренний документооборот. Для решения подобных проблем применяются автоматизированные базы данных, позволяющие обеспечить полноту и сохранность информации, удобство хранения и поиска документов, а также оптимизировать время на их согласование, удобный для пользователя интерфейс, сопряжение с программными продуктами, в частности, с другими СУБД, возможности для работы в сети и донести информацию до пользователя с помощью отчетов, графиков или таблиц.

Вышеизложенное **послужило основанием для разработки** базы данных для органа охраны прав детства администрации Ленинского района как способа хранения больших объемов информации и эффективного манипулирования ею. Одним из основных требований является автоматизация рабочего процесса сотрудников, что включает в себя сбор всей информации органа охраны прав детства воедино.

Прежде, чем автоматизировать документооборот предприятия, **необходимо изучить текущие процессы** отделов, подразделений и всего предприятия, описать путь документации и пошаговое прохождение бизнес-процессов, определить число пользователей и ожидаемый объем операций, которые используются для определения основных требований к программному и аппаратному обеспечению новой системы [2].

Поскольку предприятие-заказчик имеет малый документооборот по сравнению с крупными предприятиями и холдингами, имеющими региональные подразделения, для упорядочения документов вполне хватит электронной базы данных (например, в Excel или Access). Реализация базы данных **будет осуществляться посредством** Microsoft Access — реляционной СУБД корпорации Microsoft, которая имеет широкий спектр функций, включая связанные запросы, связь с внешними таблицами и базами данных. Благодаря встроенному языку VBA, в самом Access можно писать приложения, работающие с базами данных. Совместный доступ к данным обеспечивается путем перемещения файлов Office Access на веб-узел Microsoft Windows SharePoint Services, где можно проверять журнал исправлений, восстанавливать

удаленные данные, настраивать разрешения доступа к данным и периодически выполнять резервное копирование [1].

Следующим шагом явилось **структурирование информации, производимое по характерным признакам**, физическим и техническим параметрам абстрактных объектов, которые хранятся в данной базе. Информация в базе данных может быть представлена как текст, растровое или векторное изображение, таблица или объектно-ориентированная модель. Структурирование информации позволяет производить ее анализ и обработку: делать пользовательские запросы, выборки, сортировки, производить математические и логические операции.

В данной системе будут храниться личные дела несовершеннолетних оставшихся без попечения родителей. Данные будут располагаться в основных таблицах и нескольких вспомогательных. Для ввода информации в базу данных используется форма добавления записей.

Работа пользователя с таблицами осуществляется при заполнении из соответствующей вкладки, путем ввода напрямую данных в связанные поля с базой. Так же пользователю предлагается выбирать некоторые данные из списка постоянных значений, чтобы не тратить время на ввод информации вручную. Например, для строки "Денежное пособие" выбирается ряд стандартных для заполнения вариантов (назначено, не назначено, направлено). Также данные можно будет вывести в простейшие отчеты [2].

Разработка программной среды предусматривает действия и задачи выполняемые разработчиком, и охватывает работы по созданию программного обеспечения и его компонентов, в соответствии с заданными требованиями. Это добавление, изменение и хранение информации, обеспечение более быстрого и удобного поиска сотрудникам необходимых данных, обеспечение большей защиты информации от несанкционированного доступа.

Во-первых, разработка **алгоритма работы программной среды**, когда определен состав программных модулей, выполняемыми ими функциями и связи между ними. Вначале строится логическая модель БД в виде диаграммы с указанием сущностей и связей между ними.

При создании базы данных данные сохраняются в таблицах — списках строк и столбцов, относящихся к конкретной области. Определение структуры базы данных необходимо всегда начинать с создания ее таблиц. Таблицы создаются раньше любых других объектов базы данных. В нашей базе данных содержится 9 таблиц, связанных между собой.

Логической моделью называется универсальное представление структуры данных, независимое от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы. На основании полученной логической модели переходят к физической модели данных. **Физическая модель** представляет собой диаграмму, содержащую всю необходимую информацию для генерации БД для конкретной СУБД или даже конкретной версии СУБД. Если в логической модели не имеет значения, какие идентификаторы носят таблицы и атрибуты, тип данных атрибутов и т. д., то в физической модели должно быть полное описание БД в соответствии с принятым в ней синтаксисом, с указанием типов атрибутов, триггеров, хранимых процедур и т. д. По одной и той же логической модели можно создать несколько физических.

Во-вторых, **разработка интерфейса пользователя**, как внешней оболочки приложения вместе с программами управления доступом и другими скрытыми от пользователя механизмами управления, дающей возможность работать с документами, данными и другой информацией, хранящийся в компьютере или за его пределами.

В-третьих, **создание таблиц по графическому представлению** информационной системы на основе доступных возможностей среды разработки как отображение таблиц из базы данных в приложения Microsoft Word и Microsoft Excel.

В-четвертых, создание запросов пользователя, **форм для ввода информации** и создание отчетов. Для динамического отображения данных, действительно необходимых пользователю, предназначены запросы на языке SQL. Формы ввода в систему помогают должным образом организовывать парольную защиту, внесение изменений в таблицы, корректное выполнение пользовательских запросов, удобный ввод.

Выводы. Таким образом, в рамках реализации данного проекта лежит создание простого для использования интерфейса, обеспечивающего автоматизированное получение данных и их вывод для редактирования в документ, для распечатки на материальный носитель, что будет экономить время поиска, обработки и изменения данных, и что во многом упростит рабочий процесс работникам органов опеки и попечительства.

Литература. 1. Автоматизация документооборота [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.lobanov-logist.ru/index.php?newsid=823>. 2. Разработка информационной модели [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/YAT/ITIS/PROEK_INF_SIS/METHOD/UMK_DO/frame/UMK_DO/M4/L7.htm#7_1

Реквизиты для справок. Барнаул, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, к.п.н., доцент Надвоцкая В.В. - nadvotskaya7@mail.ru, студент Пономаренко И.К., тел. (3852) 29-09-13.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ И МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ

Е.В. МОЛНИНА, С.А. МОЛНИН, К.С. КАРТУКОВ

Общеввропейские подходы к выработке общего понимания содержания квалификаций и результатов обучения основаны на компетентностном подходе и попытках четко установить в терминах компетенций соответствия в триаде: требования к подготовке → содержание образовательной программы → результаты обучения.

Большой интерес представляет опыт Кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ в плане реализации компетентностного подхода по уровню подготовки. Ей накоплен практический опыт:

1) по реализации интегрированной инновационно-ориентированной траектории подготовки ИТ-специалиста в сфере прикладной информатики; 2) по реализации комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся (ИККО) по направлению «Прикладная информатика»[1-3].

Система ИККО базируется на компетентностной модели обучаемого по направлению 230700 «Прикладная информатика», в основе которой лежат три уровня владения ИК-компетенциями: 1) базовый; 2) технологический; 3) практический (профессиональный).

В комплексной системе формирования ИККО каждому из вышеперечисленных уровней владения ИКК сопоставлены категории обучаемых, а также формы деятельности кафедры по формированию ИКК [4]. Формирование ИКК осуществляется на протяжении пяти этапов (рисунок 1). Комплексная система формирования ИККО начинает свою работу на раннем этапе процесса обучения – довузовском. Затем обеспечивается формирование ИКК в соответствии с уровнями образовательных программ (бакалавр-магистр), далее – на протяжении всей профессиональной карьеры через систему дополнительного образования в сфере ИКТ. В комплексной системе усилена роль научно-исследовательской подготовки. Формирование ИКК ориентировано на требования работодателей и самих обучающихся. Система формирования ИККО по направлению «Прикладная информатика» не имеет права быть статическим объектом. Система носит спиралевидный характер.



Этапы комплексной системы формирования ИККО	Уровни владения ИКК	
		ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
5 - повышение квалификации слушатели курсов дополнительного образования		
4 - аналитический 1, 2 курсы магистратуры		
3 - профессионально-ориентированный 3, 4 курсы бакалавриата		
2 - вводный 1, 2 курсы бакалавриата		
1-общеобразовательный учащиеся ср. школ и СУЗов, слушатели семинаров или курсов дополнительного образования	БАЗОВЫЙ	

Рис. 1. Комплексная система формирования ИККО

Назрела необходимость в разработке моделей и алгоритмов управления образовательным процессом на основе комплексной системы формирования ИИКО, учитывающих и реагирующих в реальном времени на вызовы времени. Не смотря на динамичность и изменчивость процессов, протекающих в системе российского образования, есть возможность чёткой формулировки требований к уровню ИККО на каждом этапе обучения. Необходим алгоритм определения (изменения, корректировки) компетенций обучаемых всех уровней и категорий.

Наиболее высокого результата можно добиться только тогда, когда все механизмы и этапы формирования ИККО являются частью одной комплексной системы. Определив требуемый уровень компетенций и ограничив временные рамки сроками обучения, задав границы (в терминологии математики) для получения желаемого результата, и, поскольку результат является совокупным, выделив все его составляющие можно описать каждый этап и систему в целом с помощью методов системного анализа. Это позволит распределить ресурсы образовательного учреждения (подразделения) во времени наиболее оптимально. Для определения моделей и алгоритмов управления данными процессами рассмотрены следующие подходы:

1. Алгоритмы обработки информации в задачах оценивания качества обучения студентов ВУЗа на основе экспертно-статистических методов.

2. Системные исследования и ИТ оценки компетентности студентов, а именно: системные аспекты компетентности студентов и её измерение; разработка инструментария для измерения и оценки компетентности по результатам тестирования и экспертного оценивания; технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности; разработка интегральных показателей и критериев оценки компетентности и формирования рейтинга студентов; применение классификационных моделей в задачах исследования диагностики и прогнозирования компетентности; компьютерные системы оценки компетентности студентов и выпускников технического университета.

В результате разработки алгоритмов и построения прогностических моделей должны быть решены ряд практических задач: 1) прогнозирование ИКК (регрессионная модель); 2) прогнозирование стиля и траектории учебной деятельности на основе дискриминантного анализа; 3) диагностика ИКК на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания. Необходимо выявить информативные показатели для формирования ИК-компетентности обучаемых технического ВУЗа и сформулировать решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данного вида компетентности.

Дальнейшее развитие комплексной системы коллектив видит через внедрение моделей и алгоритмов в миссию и структуру электронного ИТ-университета [3].

Литература.1. Захарова А.А., Чернышева Т.Ю., Молнина Е.В. Интегрированная траектория формирования компетенций будущего ИТ-специалиста // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2013 - №. 3(11). - С. 92-99. 2. Захарова А.А., Чернышева Т. Ю., Молнина Е.В. Комплексная система формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых по направлению «Прикладная информатика» // Наука. Инновации. Образование. - 2014 - №. 1.- в печати. 3. Молнина Е.В., Молнин С.А., Картуков К.С. Реализация комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся через ИТ-университет // В мире научных открытий. - 2013 - №. 11.7(47). - С. 120-124. 4. Захарова А.А. Интегрированная инновационно-ориентированная траектория подготовки ИТ-специалиста // Качество. Инновации. Образование. 2010. № 1(56). С. 10-14.

Реквизиты для справок: Россия, 652055, г. Юрга, ул. Ленинградская 26, Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, кафедра информационных систем, Молнина Е.В., тел. 8-(384-51)-6-49-42. E-mail: molnina@list.ru.

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ: ПОСТАВКА ЗАДАЧИ

ЗАХАРОВА А.А., ОСТАНИН В.В., ТЕРЕШКИН С.Я.

Развитие современной инновационной экономики невозможно без развития адекватной системы образования и подготовки кадров. Современный рынок образовательных услуг предоставляет индивидууму широкий спектр образовательных траекторий. Последствия выбора индивидуумом конкретной траектории значимы не только для него самого, но и для работодателей, учебных заведений и др. заинтересованных сторон. Главным заинтересованным субъектом является государство (регион), поскольку должно формировать стратегию подготовки профессиональных кадров для развития экономики страны (региона). Для органов регионального управления важной задачей является создание региональной образовательной системы, обеспечивающей формирование оптимальных образовательных траекторий для населения региона, удовлетворение потребностей работодателей региона в трудовых ресурсах нужного качества, сохранение численности трудоспособного населения региона. Это требует управления процессом выбора образовательной траектории. Прямое управление этим выбором невозможно, поэтому для органов регионального управления актуальна задача создания среды информационной поддержки процесса выбора образовательной траектории индивидуумом, обеспечивающей инструментами принятия решений всех заинтересованных в этом выборе субъектов.

Информационное обеспечение управления образовательной деятельностью. Решение поставленной выше задачи требует исследования взаимосвязей и увязки интересов всех субъектов, оказывающих влияние на процесс принятия решения индивидуумом: индивидуума, учебных заведений, работодателей, социальных групп общества, органов регионального управления и др.

Проблема состоит в отсутствии комплексной методологической базы и инструментальной среды поддержки принятия решения о выборе образовательной траектории индивидуумом, обеспечивающей инструментами принятия решений всех заинтересованных в этом выборе субъектов.

В настоящее время проводится широкий спектр исследований в сфере управления образовательной деятельностью. Например, проектирование образовательных программ учебных заведений; оценка ка-

чества предоставляемых услуг учебного заведения; оценка востребованности специальностей и направлений; развитие системы дополнительного образования; рейтингование учебных заведений, образовательных программ; организация взаимодействия учебных заведений и работодателей; создание информационных образовательных ресурсов, баз данных и т.п.

Следует отметить, что на сегодняшний день практически не рассматриваются вопросы разработки комплекса взаимосвязанных методов и инструментов, обеспечивающих информацией для принятия решения о выборе образовательной траектории всех заинтересованных субъектов. В [1] отмечается целесообразность использования сервис ориентированного подхода для информационного обеспечения выбора образовательной траектории, но при этом рассматривается только структурированное предоставление информации об учебных заведениях и их услугах, при этом задача оценки этих образовательных услуг не ставится.

Разработка информационной системы поддержки управления выбором образовательных траекторий населением региона. Основное назначение системы – предоставить информационную среду, обеспечивающей инструментами принятия решений всех заинтересованных в этом выборе субъектов: индивидуума, учебных заведений, работодателей, социальных групп общества, органов регионального управления и др.

Для достижения этой цели используются следующие методы и подходы:

1. Под образовательной траекторией индивидуума понимается последовательность получения им знаний, умений, навыков, компетенций в течение всей сознательной жизни.

2. Задача выбора оптимальной образовательной траектории рассматривается в комплексе решаемых проблем для каждого из субъектов принятия решения: индивидуум; семья (социальное окружение индивидуума); работодатели; учебные заведения; органы муниципального, регионального и государственного управления.

Каждый из субъектов преследует свои цели, и в тоже время, не может не принимать во внимание цели других субъектов. Зачастую цели одного из субъектов являются ограничениями для принятия решений другого субъекта.

3. Информационное поле принятия решений (база данных) должно быть целостным, в отличие от существующих сегодня отдельных ресурсов по образовательным услугам, вакансиям, спросе и предложе-

нии, результатах трудоустройства, контрольным цифрах приема в учебные заведения, спискам абитуриентов и т.д.

4. Должна быть предложена система критериев и методов оценки (для каждого из субъектов), позволяющих ранжировать альтернативы образовательных траекторий, выбирать оптимальную.

5. Для создания среды информационной поддержки процесса выбора образовательной траектории индивидуума используются web-ориентированные технологии.

6. В связи со слабой структурированностью задачи, для оценки образовательных траекторий используются методы принятия решений в условиях неопределенности, в т.ч. экспертные методы принятия решений [2]. Например, ранее автором были разработаны ряд моделей поддержки выбора образовательной траектории индивидуума [3, 4]

Информационная система поддержки управления выбором образовательных траекторий населением региона должна реализовывать следующие функции:

1. Ведение базы данных субъектов, заинтересованных в выборе индивидуумом образовательной траектории.

2. Мониторинг образовательных программ всех уровней, форм, видов обучения в регионе. Для каждой образовательной программы описываются уровень входных и выходных компетенций, выходные компетенции описываются в соответствии с терминологией учебных заведений и осуществляется сопоставление с требованиями в терминологии работодателей

3. Мониторинг потребностей работодателей, требований к конкретным вакансиям, условий трудоустройства

4. Мониторинг потребителей образовательных услуг (индивидуумов), состояния образовательных траекторий

5. Оценка образовательных программ, учитывая мнение заинтересованных в них субъектов.

6. Формирование оптимальной индивидуальной траектории индивидуума, оценка альтернатив развития образовательной системы региона.

Состав модулей информационной системы информационной системы поддержки управления выбором образовательных траекторий населением региона представлена на рис. 1 в методологии IDEF-0 (уровень 0).

Выводы.

Показана актуальность разработки информационной системы поддержки управления выбором образовательных траекторий населением региона. Разработаны функции системы, структура функциональных

модулей. Новизна заключается в создании комплексной методологической базы и инструментальной среды поддержки принятия решения о выборе образовательной траектории индивидуумом, обеспечивающей инструментами принятия решений всех заинтересованных в этом выборе субъектов.

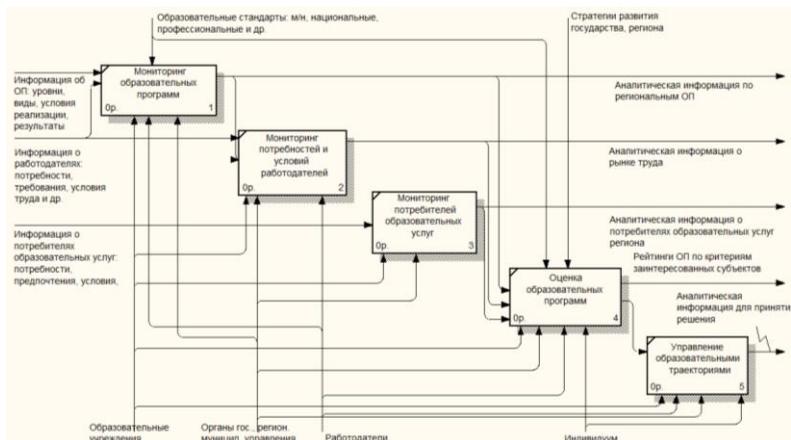


Рис. 1. Состав модулей информационной системы поддержки управления выбором образовательных траекторий населением региона

Литература. 1. Яблонский В.Б. Информационное обеспечение управления выбором образовательных траекторий // Креативная экономика. - № 12 (24). - 2008. - С.58-61. **2.** Захарова А.А., Ожогов Е.В., Сахаров С.В. Программный комплекс стратегического планирования региональной инновационной системы // Ползуновский вестник. - 2012 - №. 2-1 - С. 44-49. **3.** Захарова А.А., Зорина О.Ю., Лазарева А.Н. Иерархическая модель выбора индивидуальной образовательной траектории // В мире научных открытий. - 2011. - № 3. - С.266–271. **4.** Лазарева А.Н., Зорина О.Ю., Захарова А.А. Математическое и программное обеспечение поддержки выбора образовательной траектории индивидуума // Интеграция науки, профессионального образования и производства: Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. – 2012. - № 4. – С.35-39.

Реквизиты для справок: Россия, 65205, Юрга, ул. Ленинградская, 26, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, кафедра информационных систем, к.т.н., доцент **Захарова А.А.** - aaz@tpu.ru, тел. (38451)64942

АВТОНОМНЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ЗУЕВ В.В., КУРАКОВ С.А., СУТОРИХИН И.А.,
ЗАЛАЕВА У.И.

В озерах и водохранилищах наиболее выражены мезомасштабные процессы, имеющие временные проявления от нескольких часов до нескольких суток, а пространственные – от нескольких десятков метров до десятков километров [1]. Для изучения таких процессов, как правило, используют автоматическую измерительную аппаратуру, установленную либо на плавсредствах, либо на буйковых станциях.

Объект исследования. Надпойменное озеро Красиловское расположено в древней долине стока на правобережье реки Оби на абсолютной высоте 220 м. Его образование произошло не позднее, чем несколько тысяч лет назад и связано с подпором малого водотока песчаной грядой (дюной), сформированной ветровыми потоками, перемещавшимися с юго-запада на северо-восток [2]. При этом измеренная амплитуда суточного хода уровня воды в озере (уменьшение днем из-за испарения и подпитка «ключами» ночью) составляла всего 22 мм, что не позволяло компенсировать испарение. Наличие озерных террас свидетельствует о том, что в прошлом озеро имело большие размеры. Батиметрические исследования показывают, что за последние 50 лет его максимальная глубина уменьшилась с 12 до 6 м. По данным наблюдений, проводимых на учебно-научном стационаре, наиболее сильное снижение уровня озера происходит на протяжении последних 10 лет.

Описание измерительного комплекса. Для осуществления комплексного мониторинга озера Красиловского в ИМКЭС СО РАН был создан многоканальный измерительный комплекс АПИК, позволяющий в автономном режиме получать информацию о метеопараметрах атмосферы, солнечной радиации, уровнях озерных и грунтовых вод, температуре и кислотности вод. АПИК состоит из трех автономных блоков, специально подготовленных для установки на акватории озера на плоту, на дне недалеко от уреза воды и стационарно на берегу.

Блок «плот» включает измерители температуры воды на глубинах 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 и 5,5 метра на основе цифрового датчика DS18B20 (точность $\pm 0,1$ С в диапазоне от -55 до +55°С. Измерители температуры и влажности воздуха на основе цифровых датчиков DS18B20 и ННН-4021-003, соответственно, установлены на мачте на высоте 1 и 2 метра над поверхностью плота. Блок

включает так же измеритель проводимости воды на глубине 3 метра со встроенным датчиком температуры на основе цифрового датчика разработки ИМКЭС СО РАН (точность $\pm 20\%$ в диапазоне 8 – 2000 мкСм/см). Блок «береговой» включает гидростатический измеритель уровня воды в обсадной трубе длиной 10 метров на основе цифрового датчика 26PC05SMT (точность $\pm 1\%$ в диапазоне от 0,1 до 1,5 метра).

Блок «стационарный» включает измерители температуры и влажности воздуха на основе цифровых датчиков DS18B20 и НН-4021-003, соответственно, установленных на мачте на высоте 2 и 4 метра над поверхностью земли, и измерители температуры грунта на глубинах - 0; 2; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80; 120; 160; 240 и 320 см на основе цифровых датчиков DS18B20. Кроме того, измеритель уровня грунтовых вод на глубине 3 метра на основе цифрового датчика 26PC05SMT (точность $\pm 1\%$); измеритель атмосферного давления на основе цифрового датчика MPL115A1 (точность ± 1 кПа в диапазоне 50 - 115 кПа); измеритель количества жидких осадков на основе цифрового датчика Rain Collector II (точность $\pm 0,2$ мм). А так же измеритель уровня снега на основе цифрового датчика разработки ИМКЭС СО РАН (точность $\pm 0,05$ м в диапазоне 0 - 1,5 м).

В июле текущего года комплекс АПИК был развернут и запущен в эксплуатацию на озере Красиловское рис. 1.

Блок «стационарный» был установлен на расстоянии 30 метров от уреза воды.



Рис. 1. Стационарный блок АПИК в сборе

Блок «плот» устанавливался на акватории озера примерно в 300 метрах от уреза воды в месте, где глубина озера составляла около 5,5 метра



Рис. 2. Динамика уровня воды в оз. Красиловское с 01.08 по 24.10.2013

Шлейф датчиков температуры, закрепленных на кабеле на заданных расстояниях, вынесли с помощью полипропиленовой трубы на 1,5 метра от поверхности плота для устранения его влияния на данные измерений.

Результаты измерений. Уже первые результаты комплексных гидрометеорологических экспедиционных измерений, проводимых на озере Красиловском в июле 2013 года, показали, что гидрологический режим озера существенно регулируется атмосферой, в первую очередь осадками, а не внутренними источниками. При отсутствии атмосферных осадков комплекс «АПИК» регистрировал быстрое понижение уровня воды в озере до 76 мм в течение пяти суток. Таким образом, было установлено, что внутренние гидрологические ресурсы озера Красиловского оказались значительно ослабленными.

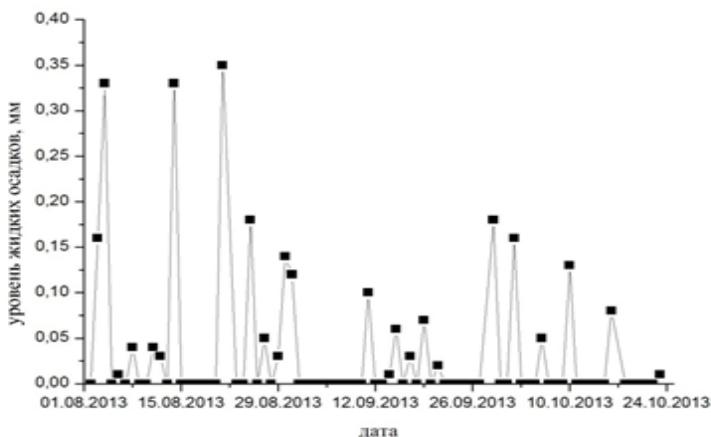


Рис. 3. Динамика суточных выпадения жидких осадков с 01.08 по 24.10. 2013

Исследования проводились при финансовой поддержке программы Президиума РАН 4.2 «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Сибири».

Литература. 1. Показеев К.В., Филатов Н.Н. Гидрофизика и экология озер. Том 1. Гидрофизика. М.: Физический факультет МГУ, 2002. с. 276.; 2. Лузгин Б.П. Происхождение Красиловского озера. Известия АлтГУ, 1988, №4. С. 113-116.;

Реквизиты для справок: Россия, 654055, Томск, пр. Академический, 10/3, ИМКЭС СО РАН, чл.-корр. РАН Зуев В.В. тел. 3822-492-232, e-mail post@imces.ru
656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1, ИВЭП СО РАН, Суторихин И.А., тел. 666-502, e-mail sia@iwep.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА BOSCH FPA-5000

КИРСАНОВ А.В., КОТЛУБОВСКАЯ Т.В.

Состояние проблемы. Система пожарной сигнализации (СПС) представляет комплекс оборудования, предназначенного для обнару-

жения возгорания в здании при помощи распознавания таких явлений, как выделение тепла, дыма, невидимых продуктов сгорания, инфракрасного излучения и т.п. Выявив признаки пожара, центральная станция выполняет предписанные действия по управлению инженерными системами здания (включает систему оповещения о пожаре и т.п.). Получив своевременный сигнал, люди, находящимся в здании, а также пожарная часть или локальный пост пожарной охраны объекта имеет возможность оперативно предпринять действия, необходимые для ликвидации пожара на стадии его зарождения и минимизировать наносимый ущерб.

Однако, штатный режим работы системы может быть нарушен рядом факторов: ложные тревоги, техническая неисправность аппаратуры, вредительство и саботаж. Данные причины существенно снижают пожарную защищенность здания, а также находящихся в нём граждан.

Предлагаемое решение. Основным элементом любой системы пожарной сигнализации является прибор приема-контроля или основной контроллер системы. Вывод из строя, либо техническая неисправность центрального контроллера может послужить выводом из строя всей системы, таким образом, необходимо уделить наибольшее внимание защите ПКП, а также предусмотреть возможность его резервирования.

Модульные панели пожарной сигнализации FPA-5000 компании Bosch Security Systems имеют возможность объединения в сеть и предусматривают возможность удаленного управления и резервирования контрольных панелей. При этом для обмена данными в такой сети автоматические пожарные системы используют фирменный интерфейс CAN компании Bosch. Для удобства пользователя сетевые интерфейсы CAN уже интегрированы в контроллер панели, а ПКП в рамках такой сетевой системы могут быть разбиты на группы или определяться в качестве сетевого или локального узла. При работе с сетевого узла оператор может получать информацию и формировать управляющие воздействия на все панели автоматической системы, независимо от их классификации в качестве группы. Всего в сеть может быть объединено до 32 ПКП Bosch. Производителем предусмотрена возможность использования протокола Ethernet, что позволяет комплексу объединять в себе несколько сетей CAN, и реализовывать сложные решения для крупных объектов, например, аэропортов.[1]

На использовании данных протоколов основана технология резервирования панелей и резервирования панелей в сети.

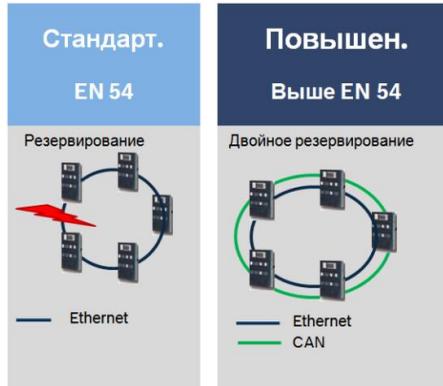


Рис. 1. Резервирование сети панелей

Организация резервирования панелей существенно повышает надежность системы и гибкость её управления, в случае двойного резервирования сети, возможность умышленного выведения сети панелей из строя снижается существенно.

Второй важной технологией по обеспечению бесперебойной работы ПКП, является резервирование панелей.



Рис. 2. Резервирование панелей

Исходя из стандарта EN 54 часть 2, панели с более чем 512 элементами должны быть резервированы. Решением данной проблемы является добавление второго корпуса с дополнительной контрольной панелью.

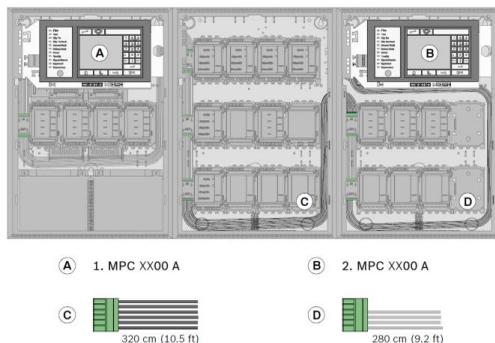


Рис. 3. Соединение контрольных панелей

Главная панель и управляемые ей модули связываются между собой кабельным шлейфом, который подключается к резервной панели. При первом запуске системы производится синхронизация панелей, микропрограмма главной панели дублируется в резервном контроллере, сообщения о состоянии питания, шлейфов сигнализации и извещателей также синхронизируются. При работе главного контроллера в штатном режиме, управление резервным контроллером не доступно, однако, при потере связи с главной панелью, управление всей системой передается резервной панели так, что основные модули системы не выйдут из штатного режима.

Следующим фактором вывода системы пожарной сигнализации из строя являются неисправность извещателей шлейфа сигнализации. Короткое замыкание в неисправном датчике может вывести из строя весь шлейф, а ложные срабатывания чреваты снижением бдительности оператора системы.

Автоматические пожарные извещатели FAP-420/FAH-420 версии LSN improved специально разработаны для подключения к модульной пожарной панели FPA-5000. В серии пожарных извещателей объединены стандартные методы обнаружения, такие как измерение рассеянного света и измерение температуры, с технологией газоанализа в максимальной комбинации.

В данной методике используются новейшие методы обработки для оценки сигналов от дымового (оптического), теплового и газового сенсора. Таким образом, значительно повышается защита от ложных тревог, а время обнаружения сокращено, по сравнению с имеющимися сегодня на рынке пожарными извещателями. Благодаря более богатому информационному содержанию комбинированных извещателей, их

можно использовать в тех условиях, в которых нельзя использовать стандартные дымовые извещатели.

Особенностями данного семейства извещателей являются:

- активный самоконтроль датчиков с отображением на пожарной панели;
- активная регулировка порога срабатывания (компенсация отклонения) при засорении оптического датчика;
- активная регулировка порога срабатывания (компенсация отклонения) химического сенсора;
- защита от электромагнитных помех составляет 50 В/м в диапазоне 1-3000 МГц и, таким образом, является более высокой, чем требуется в соответствии с нормой VdS 2110 (VdS Schadenverhütung GmbH);
- сохранение функций адресного шлейфа LSN в случае разрыва провода или короткого замыкания извещателя с помощью встроенных изоляторов;
- программируемость, т. е. возможна настройка в зависимости от рабочей зоны.
- Улучшенное обнаружение и повышенная защита от ложных сигналов благодаря оценке характера изменений автоматически для человека [1].

Выводы. Использование данных технологий позволяет существенно повысить надежность системы пожарной сигнализации. Применение на практике сетевых возможностей пожарных панелей комплекса FPA-5000 позволяет создание мощной сетевой отказоустойчивой системы пожарной сигнализации с гибкой организацией управления и диагностикой неисправностей всего комплекса. Установка комбинированных пожарных извещателей существенно снижает риск ложных срабатываний, повышает общую пожарную защищенность здания, благодаря более точному анализу окружающей среды на предмет возгорания. Возможности более тонкой настройки извещателей, а также интеллектуальные алгоритмы программного обеспечения комплекса FPA-5000 обеспечивают возможность установки пожарных извещателей в помещения с условиями не пригодными для корректной работы извещателей основанных на измерении рассеянного света.

Литература. 1. Системы Безопасности Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.boschsecurity.com/ru/> – Загл. с экрана.

Реквизиты для справок: Студент **А.В. Кирсанов** – kirsanovpub@gmail.com; к.т.н., доцент **Т.В. Котлубовская** – tavikot2010@mail.ru - Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, (385-2) 29-09-13.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ХРАНЕНИЕМ И СБЫТОМ ТОВАРА С УЧЕТОМ ЗАПАЗДЫВАНИЙ

МУХИНА О.О., СМАГИН В.И.

В настоящей работе рассматривается задача управления производством, хранением и сбытом товара при наличии запаздываний по состоянию и управлению. Для определения объемов производства предлагается использовать метод локально-оптимального слежения, а также алгоритмы калмановской фильтрации и экстраполяции. Работа является развитием метода управления системами с запаздыванием [1] на случай учета запаздываний по состоянию.

Математическую модель производства, хранения и сбыта товара с учетом запаздываний в общем виде можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned}
 x(k+1) &= Ax(k) + A_1 \sum_{i=0}^l x(k-h_i) + Bu(k-\tau) + q(k); \\
 x(\xi) &= \varphi(\xi), \xi = -h_l, 1-h_l, 2-h_l, \dots, 0; \\
 u(\varepsilon) &= \psi(\varepsilon), \varepsilon = -\tau, 1-\tau, 2-\tau, \dots, 0; k = 0, 1, 2, \dots,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $x(k)$ – вектор состояния; $\tau, h_i > 0, i = \overline{0, l}$ – величины временного запаздывания; $u(k)$ – управление; $q(k)$ – гауссовская случайная последовательность с характеристиками: $M\{q(k)\} = 0$, $M\{q(k)q^T(j)\} = Q(k)\delta_{kj}$; A, A_1, B – заданные матрицы, соответствующих размерностей. Модель системы контроля за состоянием объекта имеет вид:

$$y(k) = Sx(k) + v(k),$$

где $y(k)$ – наблюдаемый вектор; S – матрица системы контроля; $v(k)$ – независящая от процесса $q(k)$ гауссовская случайная последовательность с характеристиками: $M\{v(k)\} = 0$; $M\{q(k)v^T(j)\} = 0$; $M\{v(k)v^T(j)\} = V(k)\delta_{kj}$.

Для случая производства одного вида товара математическая модель динамики изменения количества товара у потребителя и количества товара на рынке для фирмы при условии неограниченного спроса представляется в следующем виде [2]:

$$z(k+1) = (1-k_1)z(k) + u(k-\tau) - s(k); z(0) = z_0; \tag{2}$$

$$v(k+1) = (1-k_2)v(k) + s(k); v(0) = v_0, \tag{3}$$

$z(k)$ – количество товара на рынке; $v(k)$ – количество товара у потребителя. В (2), (3) k_1 – коэффициент потерь; k_2 – коэффициент потребления; $s(k)$ – функция продаж, которая определяется по формуле:

$$s(k) = ne^{-c}z(k),$$

где: n – коэффициент скорости продаж, c – стоимость единицы товара.

Динамика изменения прибыли может меняться в силу наличия запаздываний. Возможен случай задержек при поступлении денег производителю за проданный товар. Например, когда перевод денег от покупателя к продавцу осуществляется через банк и это требует времени (h_0). Или случай, когда задержки происходят при оплате за хранение товара (h_1). В работе рассмотрена следующая модель изменения прибыли с учетом запаздываний:

$$w(k+1) = w(k) + cs(k - h_0) - c_0u(k - \tau) - k_3z(k - h_1); w(0) = w_0, \quad (4)$$

$w(k)$ – прибыль; h_0 – запаздывание поступления денежных средств от продаж; h_1 – запаздывание при оплате за хранение товара; k_3 – стоимость хранения единицы товара; c_0 – себестоимость производства единицы товара.

Уравнения (2), (3) и (4) в общем виде могут быть представлены в виде (1).

Переменные имеют ограничения: $s(k) \leq z(k)$; $0 \leq u(k) \leq u_{\max}$; $z(k) \geq 0$; $v(k) \geq 0$, где u_{\max} – максимальный объем выпускаемой продукции.

Матрицы A , A_1 и B для объекта (1) имеют вид:

$$A = \begin{pmatrix} 1 - k_1 - ne^{-c} & 0 & 0 \\ ne^{-c} & 1 - k_2 & 0 \\ cne^{-c} & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad A_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -k_3 & 0 & 0 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -c_0 \end{pmatrix}.$$

Модель желаемого поведения прибыли задается уравнением:

$$w^*(k+1) = (1+r)w^*(k), \quad w(0) = w_0,$$

где r – заданный темп роста прибыли.

Необходимо вычислить оптимальное управление объектом (1). Для решения этой задачи предлагается алгоритм, в основе которого лежит оптимизация локального критерия [3]:

$$I(k) = M\{(Hx(k+1) - w^*(k))^T C(Hx(k+1) - w^*(k)) +$$

$$+u^T(k-\tau)Du(k-\tau)\}, \quad (5)$$

где H – матрица выхода системы; $C = C^T \geq 0$ и $D = D^T \geq 0$ – весовые матрицы.

Применяя алгоритм, построенный на основе оптимизации локального критерия (5), принципа разделения и калмановской фильтрации, получим управления для модели общего вида (1) в следующей форме:

$$u^*(k-\tau) = -(B^T H^T C H B + D)^{-1} B^T H^T C (H A \hat{x}_p(k) + HA_1 \sum_{i=0}^{l_1} \hat{x}_f(k-h_i) + HA_1 \sum_{i=l_1+1}^l \hat{x}_p(k-h_i) - w^*(k)), \quad (6)$$

где l_1 – максимальное значение индекса i при котором $k-h_i \geq k-\tau$, а в случае, когда все $h_i \leq \tau$ вторая сумма в (6) будет отсутствовать; $\hat{x}_f(k-h_i)$ – оценка фильтрации, которая определяется по следующим уравнениям:

$$\begin{aligned} \hat{x}_f(k-h_i+1) = & A\hat{x}_f(k-h_i) + A_1 \sum_{i=0}^l \hat{x}_f(k-2h_i) + Bu(k-\tau-h_i) + \\ & + K(k-h_i)[y(k-h_i+1) - S(A\hat{x}_f(k-h_i) + A_1 \sum_{i=0}^l \hat{x}_f(k-2h_i) + \\ & + Bu(k-\tau-h_i))]; \end{aligned} \quad (7)$$

$$P(k-h_i+1|k-h_i) = AP(k-h_i)A^T + Q;$$

$$K(k-h_i) = P(k-h_i+1|k-h_i)S^T[SP(k-h_i+1|k-h_i)S^T + V]^{-1};$$

$$P(k-h_i+1) = (E - K(k-h_i)S)P(k-h_i+1|k-h_i), P(0) = P_0,$$

где E – единичная матрица соответствующей размерности. В (6) требуется вычислять также оценки и в моменты большие, чем $k-\tau$ (оценки прогноза), поэтому здесь необходимо воспользоваться экстраполятором, который позволит вычислить оценку вектора состояния с прогнозом на 1 такт:

$$\begin{aligned} \hat{x}_p(k-h_i+1) = & A\hat{x}_p(k-h_i) + A_1 \sum_{i=0}^l \hat{x}_p(k-2h_i) + Bu(k-\tau-h_i) + \\ & + K(k-h_i)[y(k-h_i) - S\hat{x}_p(k-h_i)]; \end{aligned} \quad (8)$$

а оценки для тактов $j = 2, \dots, h_i - 1$ определяются по формулам

$$\begin{aligned} \hat{x}_p(k-h_i+j) = & A\hat{x}_p(k-h_i+j-1) + A_1 \sum_{i=0}^l \hat{x}_p(k-2h_i+j-1) + \\ & + Bu(k-\tau-h_i+j-1). \end{aligned}$$

Для уравнений (7) и (8) начальные условия для оценок $\hat{x}_f(k-h_i)$ и $\hat{x}_p(k-h_i)$ задаются, так же как и для состояния модели в (1) с помощью функции $\varphi(\xi)$ (по априорной информации).

Моделирование выполнено с использованием пакета прикладных программ Mathcad и подтвердило работоспособность алгоритма управления, а именно то, что при заданных параметрах величина прибыли $w(k)$ сходится и удерживается вблизи желаемой прибыли $w^*(k)$.

Литература. 1. Мухина О.О., Смагин В.И. Локально-оптимальное управление запасами с учетом запаздываний в поставках и транспортных ограничений // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. №2(19), 2012. С. 42-50. **2.** Горский А.А., Локшин Б.Я. Математическая модель производства и продажи для управления и планирования производства // Фундаментальная и прикладная математика. 2002. Том 8. С. 39-45. **3.** Смагин В.И., Параев Ю.И. Синтез следящих систем управления по квадратичным критериям. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1996. 172 с.

Реквизиты для справок: Россия, 634050, Томск, пр. Ленина 36, Томский государственный университет, кафедра прикладной математики, Смагину В.И., E-mail: vsm@mail.tsu.ru

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УЧЕТА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ С СЕТЕВЫМИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ MOODLE

**ЧЕРНЯЕВА (ТУРАЛИНА) Н.В., КАРТУКОВ К.С.,
МОЛНИН С.А.**

Работа преподавателей кафедры ИС ЮТИ НИ ТПУ по учёту и анализу данных, отражающих маршрут прохождения студентами сетевых электронных ресурсов дисциплин, обработка данных по успеваемости и отчётности занимает немалое время. Данный процесс утомителен и не исключает наличие ошибок в ходе обработки информации. Среда Moodle не поддерживает административно-учетную функцию по хранению архива данных успеваемости студентов, а так же функцию формирования статических и динамических отчетов, поэтому назрела необходимость разработки информационной системы учета и анализа

работы студентов с сетевыми учебно-методическими комплексами кафедры ИС ЮТИ ТПУ.

Схема документооборота представлена на рис. 1.

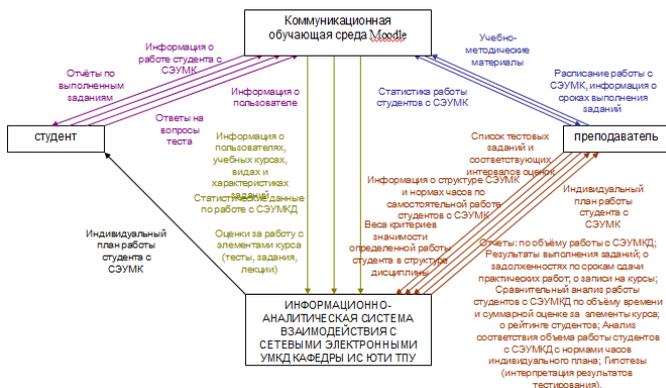


Рис. 1. Схема документооборота

Входная, выходная информация и функции системы представлены на рис. 2.



Рис. 2. Входная, выходная информация и функции системы

Рассмотрим функции подробнее:

1. Учет работы студентов с СЭУМКД

Входная информация выгружается из виртуальной обучающей среды Moodle в формате Excel (*.xls) и загружается в ИС посредством специальной обработки в виде справочников и документов.

Выходная информация представлена в виде отчетов:

- Отчет по объему работы с СЭУМКД преподавателей и студентов;
- Отчет «Результаты выполнения заданий» (тесты, задания, лекции);
- Отчет о записи на курсы;
- Отчет о задолженностях по срокам сдачи практических и пр. работ.

2. Формирование индивидуальной траектории обучения студента на основе метода многокритериальной оценки SMART с учетом корректирующих факторов

Входной информацией служат отчеты о работе студентов с сетевыми ресурсами. Преподавателем заполняются документы по учебному плану дисциплины и нормативам оценки работ студентов, а так же присваиваются веса критериев важности видов проверочных работ студентов. Используя метод многокритериальной оценки SMART, ИС выдает рекомендации по дальнейшему маршруту прохождения дисциплины, оценивая знания студента и сравнивая их с учебным планом.

Метод SMART можно представить как совокупность следующих этапов:

1. Упорядочить критерии по важности;
2. Присвоить наиболее важному критерию оценку 100 баллов и исходя из попарного отношения критериев по важности, дать в баллах оценку каждому из критериев;
3. Сложить полученные баллы и произвести нормировку весов критериев, разделив присвоенные баллы на сумму весов;
4. Измерить значение каждой альтернативы по каждому из критериев по шкале от 0 до 100 баллов;
5. Определить общую оценку каждой альтернативы, используя формулу взвешенной суммы баллов;
6. Выбрать как лучшую альтернативу, имеющую наибольшую общую оценку;
7. Произвести оценку чувствительности результата к изменениям весов.

3. Анализ работы студентов с СЭУМКД

Входной информацией являются отчеты по статистике работы студентов с сетевыми ресурсами коммуникационной среды Moodle. Анализируя полученные результаты и сравнивая их с индивидуальным планом по работе с курсом, информационная система генерирует следующие отчеты:

- Отчет «Сравнительный анализ работы студентов с СЭУМКД по объему времени и суммарной оценке за элементы курса»;

- Отчет о рейтинге студентов (по оценкам, по объему работы с СЭУМКД);
- Отчет «Анализ соответствия объема работы студентов с СЭУМКД с нормами часов индивидуального плана».

IDEF-диаграмма функции анализа представлена на рис. 3.

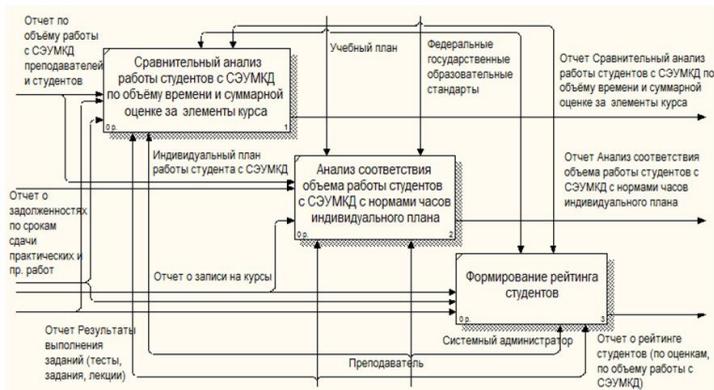


Рис. 3. IDEF-диаграмма функции анализа

4. Обработка результатов тестирования студентов методом выявления наиболее вероятной гипотезы

Ответы студентов на тестовые задания загружаются в систему из коммуникационной среды Moodle посредством офисного пакета приложений [Microsoft Office](#). Преподаватели заполняют интервалы оценок для интерпретации результатов тестирования. Механизм обработки результатов тестирования основан на элементах теории Байеса. В результате выдается отчет о наиболее вероятных гипотезах.

Оригинальность системы заключается в следующем:

1. Интеграция нескольких сред: технологической платформы 1С, коммуникационной среды Moodle и офисного пакета приложений MS Office;
2. ИС развита до системы поддержки принятия решений, рекомендующей студенту маршрут прохождения СУМКД исходя из результатов тестирования студентов и статистики их работы с сетевыми ресурсами;
3. Реализован модуль оценки результатов тестирования для выявления интеллектуальных способностей студентов и уровня владения компетенций с помощью теории Байеса.

Применение данного программного продукта на кафедре Информационных систем ЮТИ ТПУ позволяет рационально использовать ин-

формационные и организационные ресурсы кафедры. Предложенная конфигурация универсальна и может использоваться в любом образовательном учреждении, использующем виртуальную среду Moodle как средство дистанционного обучения.

Литература: 1. В.А. Ажеронок, А. В. Островерх, М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева Разработка управляемого интерфейса – Издательство "1С–Паблишинг", ISBN 978–5–9677–1148–0, 723 стр.; 2. Р. Л. Кини, Х. Райфа Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981.

Реквизиты для справок: *ЮТИ ТПУ: 652055, г. Юрга, Кемеровская обл., ул. Ленинградская 26. Тел./факс: 8 (384-51) 6-26-83. Молнина Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры ИС, molnina@list.ru.*

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ ШЕННОНА ПРИ ОЦЕНКЕ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

СТАЛЬНАЯ М. И., ВЕДМАНКИН А. В.

В настоящее время широкое распространение получил нормативно-ориентированный подход (НОП) основанный на сравнении и выборе лучшего из области каких-либо результатов. Данный подход используется в различных сферах повсеместной жизни, например, различные конкурсы, музыкальные фестивали, интеллектуальные и спортивные игры. Не становится исключением и педагогическая среда, нормативно-ориентированный подход наиболее широкое распространение получил при проведении олимпиад (школьные олимпиады по математике, русскому языку и т.д., университетские олимпиады по программированию, экономике и т.д.), нередко такой подход используется при защите дипломных проектов. Однако, очень мало профессорско-преподавательский состав использует такой подход при текущем контроле знаний, все более опираясь на критериально-ориентированный подход, что иногда является в ряде случаев упущением в педагогическом процессе.

На сегодняшний день при наличии множества методик, аттестационных моделей, и различных технологий ключевым фактором работы педагога несомненно считается уровень подготовки учащегося [1].

Анализ известных методов, показал, что среди существующих работ по шкалированию результатов тестирования, все более заметную роль приобретают методы, основанные на сравнении результатов всего массива испытуемых друг с другом. Однако, существующие методы шкалирования результатов имеют ряд существенных, а иногда и значительных недостатков.

Авторами был разработан новый инновационный метод шкалирования результатов с применением разработанного информационно - энтропийного интервала на основе теории информации Шеннона. В процессе разработки метода авторами было выдвинуто предположение о закреплении положительной (хорошей) оценки по математическому ожиданию – распределению первичных результатов. После закрепления положительной оценки критериальное поле первичных результатов было условно разбито на 4 группы (рисунок 1).

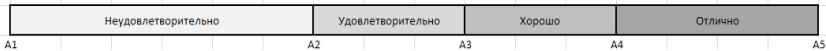


Рис. 1. Шкала первичных баллов

Из рисунка 1 видно, что шкала разбита на 4 участка, как уже отмечалось выше, с границами A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Нетрудно заметить, что границы A_1, A_5 , являются крайними предельными границами и равны соответственно 0 и максимальному количеству первичных баллов (например, 40, 68, 100 т. д.). Граница A_3 является математическим ожиданием [2] распределения результатов первичного балла, которое определяется по формуле

$$M[X] = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{x_i \cdot n_i}{n}, \quad (1)$$

где $n=n_1+n_2+\dots+n_i+n_m$, общее количество учащихся,

x_i – первичный балл.

Для определения границ A_2, A_4 , необходимо воспользоваться формулой, которая выведена на основе теории информации Шеннона и понятии энтропии [3,4], и выглядит следующим образом

$$\Delta = \frac{d \cdot n}{2 \cdot \sqrt[n]{n_1^{n_1} \cdot n_2^{n_2} \cdot \dots \cdot n_j^{n_j}}} = \frac{d \cdot n}{2 \cdot (n_1^{n_1} \cdot n_2^{n_2} \cdot \dots \cdot n_j^{n_j})^{\frac{1}{n}}}, \quad (2)$$

где Δ – информационно энтропийный интервал [5] (ИЭИ), определяющийся как сжатая количественная характеристика вероятностного распределения измеряемого первичного балла;

d (const) – ширина интервала, в котором находятся n_i число человек, набравших одинаковое число правильных ответов.

То есть границы зон (A_2, A_4) определяются величиной информационно-энтропийного интервала, который в размере $\frac{\Delta}{2}$ откладывается сим-

метрично в обе стороны от математического ожидания ($A_3=M[X]$) распределения результатов тестирования. Все учащиеся, которые со своим результатом находятся на участке A_1, A_2 получают неудовлетворительные оценки, а участок A_2, A_3 включает в себе удовлетворительные оценки,

соответственно, хорошие и отличные оценки будут у тех учащихся, у которых результат тестирования расположен на участках A_3 , A_4 и A_4 , A_5 .

Таким образом, разработанный метод имеет следующие положительные свойства:

- ✓ является удобным для практического использования при оценке знаний различных по численности групп, учащихся;

- ✓ объективен, так как выведен аналитическим путем на основе теории информации, что исключает субъективизм;

- ✓ универсален с точки зрения обработки первичных результатов и компьютерной обработки;

- ✓ прост в использовании;

- ✓ для оценивания параметров не требуется никаких предположений и допущений, достаточно сырых баллов;

- ✓ позволяет учесть не только уровень подготовленности, но и сочленить его с уровнем трудности тестового материала;

Данный метод шкалирования результатов оценки знаний учащихся, возможно использовать при различных видах контроля знаний.

Литература: **1.** Чельшкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов : учеб. пособие / М.Б. Чельшкова. – М.: Логос, 2002. – 432 с. **2.** Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель ; М.: Наука, 1969. — 576 с. **3.** Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон ; М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. — 830 с. **4.** Семкин Б. В. Инновационный информационно-энтропийный метод шкалирования результатов тестирования. Б. В. Семкин, М. И. Стальная, А. В. Ведманкин / Профессиональное образование в России и за рубежом. г. Кемерово. 2012 г. **5.** Семкин Б. В. Инновационный информационно-энтропийный метод шкалирования результатов тестирования. Б. В. Семкин, М. И. Стальная, А. В. Ведманкин / Ползуновский вестник. ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». г. Барнаул.2012 г.

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ГИС «АЭРОЗОЛИ АЛТАЯ»

СУТОРИХИН И.А., ДМИТРИЕВ Б.Н.

На основе многолетних наблюдений за характеристиками атмосферных аэрозолей в приземном слое, проведенных в Алтайском крае и Республике Алтай в период 1991-2012 гг., сформирована база данных и ГИС «Аэрозоли Алтай». База данных содержит информацию о микрофизических параметрах аэрозолей: спектрах размеров частиц, элементном и ионном составех, массовой концентрации, данные о метеопараметрах в пунктах отбора проб.

С целью обеспечения доступа как можно большего числа специалистов в области космомониторинга, физике атмосферных аэрозолей и др., была создана топологическая векторная модель представления данных ГИС «Аэрозоли Алтай», представляющая собой интерактивную векторную карту гипертекстового формата.

1. Формирование модели ГИС «АЭРОЗОЛИ АЛТАЯ»

Формирование модели ГИС «Аэрозоли Алтай» в виде векторной интерактивной карты гипертекстового формата можно разделить на несколько этапов:

1. ввод данных лабораторных журналов и формирование электронных таблиц Excel;
2. разработка алгоритмов и программ (макросов на языке Visual Basic) для обработки электронных таблиц Excel для формирования гипертекстовые документы с таблицами данных, а так же растровые графические изображения заданного формата, содержащие диаграммы и графики;
3. применение программ к электронным таблицам Excel и получение атрибутивной информации в требуемой форме представления данных;
4. формирование позиционной информации - подготовка картооснов пунктов отбора проб в виде растровых изображений заданного формата и разрешения;
5. компоновка позиционной и атрибутивной информации.

Как известно, базы данных (БД) алфавитно-цифровой информации могут опираться на одну из нескольких моделей представления данных: реляционную, иерархическую, сетевую. Также в менее структурированном виде информация может быть представлена в виде "плоских" таблиц или неструктурированных текстов. Наиболее широко применимой из них является реляционная модель [1,2].

2. Модель представления ГИС «Аэрозоли Алтай»

База данных визуализирована в виде векторной интерактивной карты гипертекстового формата [3], на которой растровое изображение картоосновы совмещено с координатной сеткой пунктов отбора проб. В качестве картоосновы были использованы цифровые карты Алтайского края и Республики Алтай масштаба 1:1000000, г. Барнаула масштаба 1:25000. На векторной интерактивной карте отображены места отбора проб (в виде флажков) с указанием даты и времени отбора, таблицей и диаграммой спектра размеров частиц, детализированной картой местности пунктов отбора проб.

Для Алтайского края в соответствии с плотностью распределения пунктов отбора проб воздуха составлены более детальные векторные карты для Благовещенского района, Славгородского района, а также, г. Барнаула. Кроме того, для г. Барнаула база дополнена данными о влиянии качества атмосферного воздуха на здоровье населения города. Приведена общая таблица пунктов отбора проб, содержащая список из 171 объектов и связанная с соответствующими наборами метаданных.

Для представления информации, содержащейся в многомерной базе данных «Аэрозоли Алтай», в глобальной сети Internet была разработана концептуальная модель построения ГИС. В основе построения модели БД лежит реляционная модель БД [3].

В соответствии с масштабом представления территорий векторную интерактивную карту можно разделить на три уровня, связанных между собой.

На первом уровне интерактивной карты представлен Алтайский регион: растровые изображения карт Алтайского края и республики Алтай, совмещенные между собой и имеющие привязку в относительных координатах. Пользователь может выбрать для просмотра информацию по Алтайскому краю или Республике Алтай, либо вернуться на Internet-страницу лаборатории.

На втором уровне находятся карты региональных единиц - Алтайского края и Республики Алтай. Второй уровень векторной карты представляет Internet-страницу, на которой растровая карта совмещена с позиционным слоем, содержащим относительные координаты точек отбора проб воздуха и гиперссылки на атрибутивную информацию по объекту. Собственно, Web-страница является интерактивной картой, на которой пользователь может выбирать объекты, отображенные на карте, и получать в интерактивном режиме атрибутивную информацию об объекте.

На третьем уровне представлены растровые фрагменты карт местности отбора проб. Атрибутивная информация объектов (проб) представлена в виде фреймовых структур, содержащих многомерные таблицы спектров размеров частиц, метеопараметров, а так же, диаграммы, составленные на основе этих таблиц.

В зависимости от плотности пунктов отбора проб, составлены более детальные векторные интерактивные карты для Благовещенского, Славгородского районов, г. Барнаула, окрестность г. Горняка, ссылки, на которые, приведены на втором уровне.

На этом же уровне представлены результаты исследований «качества атмосферного воздуха и заболеваемости населения г. Барнаула.

Для удобства работы и навигации по сайту в гипертекстовые документы внедрены объекты JavaScript - навигационные кнопки.

Таким образом, все вычисления проведены на стороне серверной части, клиент имеет дело с готовыми результатами [4].

В Интернет-проекте представлен 171 объект баз данных. Общий объем информации, представленной в проекте ~ 9 Мбайт.

3. Основные результаты :

1. Сформирован электронный банк данных, содержащий ряды многолетних наблюдений за характеристиками атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха на территории Алтайского края и Республики Алтай в период 1991-2012гг.
2. Разработана база данных «Аэрозоли Алтая», содержащая информацию о спектрах размеров частиц, элементном и ионном составе, массовой концентрации, а так же, данные о метеопараметрах в пунктах отбора проб в регионе Алтай. В базу данных так же вошли результаты исследований качества атмосферного воздуха и заболеваемости населения в г. Барнауле Алтайского края.
3. Создана топологическая векторная модель представления данных ГИС, обеспечивающая доступ к базе данных «Аэрозоли Алтая» в глобальной сети Internet.
4. База данных опубликована в сети Internet на странице электронных ресурсов ИВЭП СО РАН.

Адрес сайта института: www.iwep.ru

Литература. 1. Ульман Дж. Основы систем баз данных / Дж. Ульман –М.: Финансы и статистика, 1983, 334с. **2.** Кошкарев А.В. Форматы данных / А. В. Кошкарев //Материалы докладов Первого семинара Всероссийской учебно-практической конференции «Проблемы ввода и обновления пространственной информации» М.: РГУ нефти и газа, 1996 г. С. 14-20. **3.** Капустин Г.А. Растровые модели пространственно-распределенных данных / Г.А. Капустин //Материалы докладов Второго семинара Всероссийской учебно-практической конференции «Проблемы ввода и обновления пространственной информации» М.: РГУ нефти и газа, 1997 г. С. 41-46 **4.** Козодоева Е.М., Лаврентьев Н.А., Фазлиев А.З. Информационные ресурсы для обеспечения исследований атмосферного аэрозоля. Вычислительные технологии. Т.10, часть 2, Специальный выпуск, 2005. С. 20-31.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодёжная 1, Институт водных и экологических проблем СО РАН, доктору физико-математических наук, профессору, Суторихину И.А., тел. (385-2) 66-65-02. E-mail: sia@iwep.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЕ

БЫЧКОВ Д.В., НАДВОЦКАЯ В.В.

Многим организациям, связанных с транспортом, для разграничения прав доступа не территорию предприятия, ведения отчетности о въезде-выезде автомобилей с большой интенсивностью **необходима автоматизация работы проходной для автомобилей**. Рассмотрим особенности создания такой системы на примере проходной ООО «Экоград». На данный момент на предприятии отсутствует система, которая бы распознавала номера автомобилей и в зависимости от прав доступа открывала шлагбаум, фиксировала все въезды и выезды автомобилей (время, дата, номер автомобиля, фотография автомобиля).

Ввиду вышесказанного разрабатываемая система должна **решать следующие задачи**: автоматизированный проезд транспорта на территорию и наоборот; фиксация всех данных о совершении действий транспорта через проходную; обеспечение ведения базы данных в цифровом виде.

Разделим процесс проектирования системы **на этапы**:

- формирование задания по созданию автоматической системы пропускного режима автотранспорта: в нем подробно описывается назначение и цели ее создания, какие виды работ предполагается осуществить;

- выбор необходимого оборудования;

- выбор программного обеспечения.

Система контроля доступа - это совокупность программно-технических средств и четко сформированной системы управления движением транспорта и временем его нахождения на объекте (проходные, офисы, помещения особого назначения и пункты въезда и выезда автотранспорта). Для быстрого и беспрепятственного проезда транспорта возле проходной устанавливаются шлагбаум. Сотрудники проезжают через шлагбаум, а система автоматически определяет допуск, что позволяет исключить влияние человеческого фактора при проверке пропусков и регистрации опозданий на работу, практически сводя к нулю возможность ошибок и злоупотреблений [1].

Для управления движением транспорта, сбора и обработки данных будет использован **программный продукт** «Автомаршал». Интерфейс его прост и интуитивен в использовании. Защита от передачи государственного номера для автомобиля другому лицу реализуется следующим образом: система не позволит дважды заехать на предприятие по одному госномеру без совершения выезда. Отчеты о въезде-

выезде могут формироваться как ежедневно, так и за любой промежуток времени.

Оборудование, входящее в структуру данной системы, позволяет осуществлять видеоконтроль за ситуацией на объекте.

Проектируемая полнофункциональная система контроля транспортного движения (рис. 1) **функционирует следующим образом**. Во время проезда автотранспортного средства на объект система фиксирует номер автомобиля в зоне видимости видеокамеры, программа фиксирует тревогу, т. к. появляется движение на участке захвата камерой, далее выявляет номер автомобиля и распознает его. После проводится сверка с базой данных номеров. В случае обнаружения регистрационного номера в базе, подается импульс на внешнее устройство (шлагбаум), в базу данных сохраняются все номера с фотографией автомобиля, временем, датой. Внешнее устройство освобождает проезд и автомобиль проезжает.

Для полной безопасности, в комплекте со шлагбаумом поставляются фотодатчики, определяющие проезд автомобиля, не позволяющие проехать двум машинам подряд. Также датчики предотвращают закрытие шлагбаума во время нахождения автомобиля в зоне движения стрелы.



Рис. 1. Схема расположения и подключения системы

Видеокамера для наружного наблюдения должна соответствовать следующим параметрам: морозостойкость; высокое разрешение съемки; наличие ИК-подсветки; дальность обзора в темное время суток минимум 20 метров; корректирующие функции для устранения дефектов; влагозащита. В данной системе предлагается использовать две камеры типа ActiveCam AC-A253IR3. Это камера со встроенным обогревателем, выдерживает экстремальные температуры до -55°C . Нали-

чие ИК-подсветки с дальностью действия до 30 метров позволяет прибору контролировать доверенные ей территории в полной темноте. Прибор обладает высокой чувствительностью, имеет функции для устранения дефектов изображения [2].

Шлагбаумы устанавливаются как справа, так и слева от проезжей части. Для системы выбран шлагбаум фирмы «Саме» с длиной стрелы не более 3,75 метра и не менее 3,5 м. Электродвигатели моделей 001G3750 и 001G3751 (для проездов шириной до 3,75 м) питаются напряжением 24 В.

В качестве сервера будет использоваться ПК предприятия-заказчика с составляющими: процессор Intel Core i5-4570 3,2GHz; материнская плата Gigabyte GA-H87-D3H; оперативная память DDR3 с частотой 1600MHz, 4GB; видеокарта GeForce GTX 770 2GB; HDD 1TB. Производительности такого ПК вполне достаточно для предлагаемой СКД.

Транспорту предприятия и иным могут **задаваться индивидуальные права доступа** на объект или в помещения. На данном объекте доступ может разграничиваться: по времени - каждому автомобилю задается индивидуальный временной график доступа на объект; по статусу - для каждого автомобиля можно определить территорию или бокс, в которые он имеет право въезда или выезда. Первоначально система будет запущена с доступом «по статусу». Для заезда посетителей оператор-охранник добавляет регистрационный номер автомобиля с указанием временного промежутка, который даст некоторое время для проезда через пост охраны и обратно. В случае критической ситуации существует аварийное открытие шлагбаума.

Выводы. Представленная высокоинтеллектуальная система может анализировать транспортные потоки любой сложности, составлять статистику в автоматизированном режиме.

В случае успешной реализации данного продукта система контроля доступа в дальнейшем может быть предложена для работы предприятий других районов г. Барнаула.

Литература. 1. Системы безопасности. [Электронный ресурс]: СКАТ. – Режим доступа: <http://sec-s.ru/skat-2400>. – Загл. с экрана. **2.** Функциональная bullet-камера для улицы [Электронный ресурс]: ActiveCame. – Режим доступа: <http://www.dssl.ru/products/ac-a253ir3>. – Загл. с экрана.

Реквизиты для справок. Барнаул, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, к.п.н., доцент **Надвоцкая В.В.** - nadvotskaya7@mail.ru, студент **Бычков Д.В.**, тел. (3852) 29-09-13.

РАЗРАБОТКА НОСИМЫХ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

КАЙГОРОДОВ А.В.

За последние два десятилетия произошло увеличение количества людей с метаболическим синдромом. Это увеличение связано с резким ростом числа людей, страдающих ожирением и диабетом. Помимо того, что метаболический синдром генетически детерминирован, его дополнительными усугубляющими факторами являются избыточный вес или ожирение, отсутствие физической активности, сердечнососудистые заболевания. Практичным и надежным способом контроля развития метаболического синдрома является анализ физической активности человека, который даёт возможность корректирования врачебных рекомендаций. Учет интенсивности физической нагрузки и характера двигательной активности пациента позволяет соответствующим образом сформировать безопасную и полезную программу упражнений на индивидуальной основе [5]. Повседневное движение представляет собой нагрузку на организм, легко воспроизводимую, не требующую никакого специального оборудования. Таким образом, надежная учет движений в повседневной жизни, таких как ходьба, подъем по лестнице, спуск по лестнице и бег, имеет большое значение при разработке комплекса упражнений как в клинических случаях, так и в программах укрепления здоровья.

Постановка задачи. Существует большое количество методов для количественного описания физической активности в повседневной жизни. К таким методам относят объективные: контроль частоты сердечных сокращений, определение скоростей и ускорений человека по одной или нескольким координатам, числа пройденных им шагов и т.д., а также субъективные, например, заполнение анкет и проведение опросов. Однако практически все методы и реализующие их технические средства имеют свои недостатки. Пульсотахографы были широко использованы для количественного определения физиологического стресса, но их эффективность, при низкой интенсивности движений, была поставлена под сомнение из-за того, что при низкой малых физических нагрузках сердцебиение будет больше зависеть не от нагрузки, а от эмоционального состояния человека и состояния окружающей среды. Существующие анкетные способы анализа данных также сильно зависят от субъективного восприятия. Шагомеры являются недорогим видом датчиков, но многие из них не способны точно определить шаги при медленной ходьбе, и большинство из них не в состоянии определять интенсивность занятий, выполняемых пациентом[1].

Наиболее точными для анализа двигательной активности являются устройства на базе акселерометра, используемые в научно-исследовательской деятельности по измерению ускорения человека либо в вертикальной плоскости (одномерные), либо в трех плоскостях (трёхмерные), с различными способами регистрации данных [1, 6].

Основная цель исследования заключается в создании методов удобного мониторинга движений в повседневной жизни, с использованием портативного измерительного устройства на базе акселерометра. В качестве основного инструмента можно использовать как датчики, встроенные в смартфон, так и самостоятельно спроектированное устройство, позволяющее записывать двигательную активность пациента на SD карту.

Результаты. Трёхосный акселерометр является стандартным периферийным устройством на большинстве Android - устройствах. Он может быть использован для определения нажатий, ускорения, ориентации устройства, управления в играх, и т.д. Диапазон датчика устанавливает верхний и нижний порог измерений. Большинство датчиков, предназначенных для мобильных устройств, позволяет проводить измерения до 16g, но более высокую точность имеют датчики, настроенные на порог до 2g.

Датчик ускорения измеряет ускорение устройства, в том числе силу тяжести. Код на Листинге 1 показывает, как получить экземпляр датчика ускорения по умолчанию:

```
private SensorManager mSensorManager;  
private Sensor mSensor;  
  
...  
mSensorManager = (SensorManager)  
getSystemService(Context.SENSOR_SERVICE);  
mSensor = mSensorManager.getDefaultSensor(  
Sensor.TYPE_ACCELEROMETER);  
if (mSensorManager.getDefaultSensor(  
Sensor.TYPE_ACCELEROMETER) != null){  
    mSensor = mSensorManager.getDefaultSensor(  
Sensor.TYPE_ACCELEROMETER);  
}
```

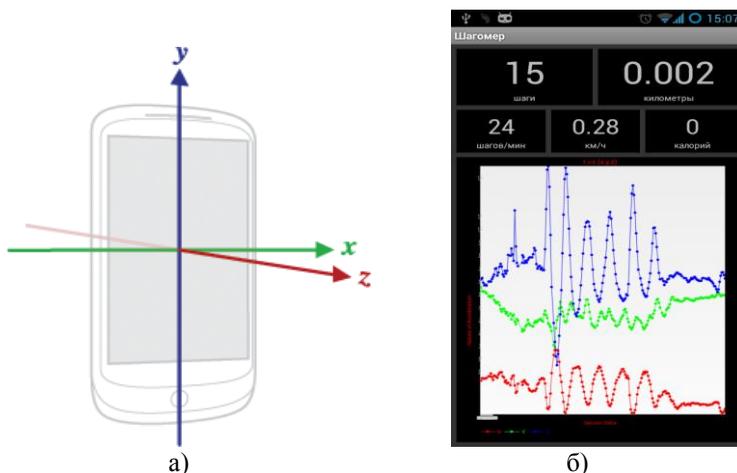
Листинг 1. Код инициализации акселерометра в
Андроид приложении.

Датчик измеряет ускорение a_d устройства путём измерения приложенных к устройству сил F и действующей на него силы тяжести, которая применяется по отношению к устройству [3]:

$$a_d = -g - \frac{\sum F}{m}.$$

Именно поэтому, когда устройство находится в состоянии покоя, акселерометр возвращает величину $a_d=g=9,81 \text{ м/с}^2$, в то время как если устройство находится в состоянии свободного падения значение показаний акселерометра равно нулю. Поэтому для получения значения ускорения требуется избавиться от учета силы тяжести. Как правило, для таких целей используется ФВЧ или ФНЧ [3].

Акселерометр является хорошим датчиком для мониторинга движения устройства. Он использует почти в 10 раз меньше энергии [3], чем другие датчики движения, но его недостатком является необходимость реализации ФВЧ и ФНЧ для устранения гравитационных сил Земли и снижения уровня шума.



Использование акселерометра в смартфоне:

- а) система координат для смартфонов на ОС Android;
- б) Полученные данные с осей акселерометра

Таким образом, приложение под ОС Android позволяет получать данные, сохранять их на карту памяти устройства, визуализировать полученные данные и определять количество шагов для ходьбы и бега. Акселерометры являются доступными и недорогими средствами анализа интенсивности двигательной активности человека. Проведённые исследования показывают полезность внедрения мониторинга двигательной активности в качестве оценки выполняемой пациентом деятельности и действующей на него физической нагрузки. [2, 4]

Выводы. Дальнейшее применение настоящих средств может быть полезно в исследовании состояния здоровья как молодых, так и пожи-

лых людей, в контроле деятельности людей, страдающих ожирением, диабетом, и людей с кардиологическими заболеваниями. Разработанные варианты реализации устройства регистрации двигательной активности позволяют собирать данные на протяжении долгого периода времени. Дальнейшее развитие работы целесообразно продолжить в части совершенствования программного обеспечения для расширения его функционала за счёт введения новых алгоритмов распознавания и новых форм двигательной активности.

Литература 1. LaMonte MJ, Ainsworth BE, and Tudor-Locke C. Assessment of physical activity and energy expenditure. In: Obesity: Etiology, Assessment, Treatment and Prevention, edited by Andersen RE. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003; p. 111-117. **2.** Mathie MJ, Lovell NH, Coster CF, Celler BG, Determining activity using a triaxial accelerometer. In: Proceedings of the second joint EMBS/BMES conference, 2002; 2481-2482 **3.** Motion Sensors // Android Developers URL: http://developer.android.com/intl/ru/guide/topics/sensors/sensors_motion.html (дата обращения: 21.01.2014). **4.** Nakahara AK, Sabelman EE, Jaffe DL, Development of a second generation wearable accelerometric motion analysis system. Proceedings of the first joint EMBS/BMES conference, 1999; 630 **5.** Y. Ohtaki, M. Susumago, A. Suzuki et al. Automatic classification of ambulatory movements and evaluation of energy consumptions utilizing accelerometers and a barometer. Microsyst Technol 2005; 11: 1034-1040 **6.** Zimmet P, Alberti KG, Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. Nature 2001; 414: 782-787

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина, д. 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова., тел. (929) 390-83-50. E-mail: a.kgorodov@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

МОРОЗ К.А., БАБЕНКО Е.В.

Развитие медико-биологических исследований, практической и экспериментальной медицины тесным образом связано с созданием и применением автоматизированных систем обработки разноплановой медико-биологической информации. Достоверность результатов эксперимента, оптимальность выбора планов лечения пациентов и управления биологическими объектами, оценка информативности разнообразных медико-биологических и медико-физиологических показателей в значительной мере определяется правильно спланированным экспериментом, корректно использованными методами и методиками обра-

ботки информации, адекватными моделями описания функционирования биосистем.

Создание перспективных методов изучения экспериментальной информации и биотехнических систем различного назначения невозможно без знания основных методов преобразования и отображения информации, методов автоматического и автоматизированного анализа данных. Поэтому в процессе подготовки бакалавров и магистров по направлениям 201000.62 и 201000.68 «Биотехнические системы и технологии» необходимо учитывать специфику методов и методик обработки данных в медицинской практике и формировать компетенции, которые обеспечат выпускника данного направления высокой конкурентоспособностью.

В настоящее время в медицине и здравоохранении наблюдается значительный рост применения компьютерных технологий. Трудно представить себе современное лечебное учреждение без электронной регистратуры, аптечной сети, бухгалтерии, компьютеризированных рабочих мест врачей и среднего медицинского персонала. Часто компьютерные технологии связываются в единую сеть, которая включает в себя не только информационные средства, но и методы диагностики и лечения. Входит в практику обмен медицинскими данными между отдельными поликлиниками, больницами, университетскими центрами. Широкое распространение получает телемедицина [1].

На базе кафедры «Приборостроение» ФГБОУ ВПО «ДГТУ» был проведен анализ преподавания дисциплин математического, естественнонаучного и профессионального циклов учебных программ подготовки бакалавров и общенаучного и профессионального циклов подготовки магистров направления 201000 «Биотехнические системы и технологии» в разрезе изучения методов обработки медико-биологических данных с помощью различных пакетов прикладных программ. В ходе исследования использовался как опыт работы кафедры «Приборостроение» ФГБОУ ВПО «ДГТУ» (в том числе, учебные пособия и методические указания к лабораторному практикуму, выпускные квалификационные работы студентов), так и других вузов, занимающихся подготовкой бакалавров и магистров направлений группы 200000. В результате исследования были сформулированы основные положения, которые должны быть учтены при формировании основной образовательной программы (ООП) по направлениям 201000.62 и 201000.68.

Изучение любой биосистемы предполагает получение и обработку медико-биологической информации (МБИ). Напомним, что в общем случае МБИ представляет собой самые различные сведения о биоси-

стеме, в частности о пациенте [2, 4]. К таким сведениям можно отнести:

- 1) результаты химических анализов;
- 2) антропометрические данные (рост, вес и так далее);
- 3) данные анамнеза (опроса);
- 4) результаты тестирования;
- 5) данные рентгеноскопии, кардиографии и т.д.

Целью получения и обработки МБИ является наиболее полное и подробное познание биологической системы для того, чтобы воздействовать на нее определенным образом: выводить новые виды, находить оптимальные условия культивирования организмов, оптимизировать план лечения, планировать проведение массовых вакцинаций и многое другое. Методы обработки МБИ определяют собой конкретное исследование и видом МБИ и представляют собой обширный класс теоретических исследований, базирующихся на теории фильтрации сигналов, теории информации, математической статистике, методах оптимизации и других. Наиболее тесное отношение к электронно-медицинской аппаратуре имеют такие виды МБИ, которые позволяют осуществить диагностику и прогнозирование поведения или состояния биосистемы. Специфика такой МБИ определяет и основные методы ее обработки такие, как распознавание образов и моделирование.

Примерами использования математических методов обработки МБИ являются расчет основных статистик электрофизиологических сигналов (например, расчет варибельности сердечного ритма для выявления аритмий), определение доверительных интервалов различных показателей спонтанной биоэлектрической активности головного мозга, спектральный и корреляционный анализ медицинских сигналов и т.д. [2, 4]. Таким образом, выпускник направлений 201000.62 и 201000.68 должен быть подготовлен к применению различных методов обработки МБИ на практике, а также иметь навыки работы с различными программными продуктами, позволяющими выполнять необходимые расчеты.

В результате успешного освоения дисциплин студент должен знать специфику МБИ, способы ее получения, хранения и передачи; методы обработки МБИ; средства описания и анализа процессов и явлений в биологических системах; типовые формы биологических сигналов и их информативные параметры; теорию принятия решения по результатам обработки МБИ; алгоритмы автоматической обработки информации в биотехнических комплексах, диагностических и экспертных системах; использовать вероятностно-статистические методы обработки

и анализа МБИ; применять математический аппарат моделирования и решения задач распознавания образов; применять методологии математического планирования эксперимента в медицине и биологии; реализовать методы диагностики состояния биологических объектов в автоматизированных диагностических системах; и, как следствие, владеть методами и приёмами обработки биомедицинских данных и сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ.

В ходе анализа изучен не только опыт работы кафедры «Приборостроение» ДГТУ, но и разработки ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет», ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет». Наиболее часто для обучения студентов обработке медико-биологических данных как в ДГТУ, так и в других вузах используются MS Excel, MATLAB, MathCad, STATISTICA и LabVIEW [2, 3]. Все пакеты позволяют упростить расчеты, выполнить обработку больших массивов данных. Таким образом, навыки работы с перечисленными программными продуктами являются полезными для выпускника направлений 201000.62 и 201000.68.

Каждый из перечисленных пакетов прикладных программ имеет свои достоинства и недостатки при решении различных математических задач. При изучении работы программных продуктов необходимо учитывать параметры интерфейса пользователя. Студенту, а в будущем и специалисту должно быть удобно работать с предложенным программным обеспечением. Кроме того, необходимо учитывать, что решение математических задач в медицине и биологии, а также применение программных продуктов работниками медицинских учреждений может быть затруднено в связи с отсутствием у них специального математического или технического образования. Поэтому обработка МБИ с помощью специализированных пакетов программ должна быть выполнена с использованием компилятора, чтобы обеспечить простой и интуитивно понятный интерфейс пользователя. Некоторые современные пакеты обработки данных имеют встроенные компиляторы, другие требуют привлечения дополнительных программ. В ООП подготовки бакалавров по направлению 201000.62 не предусмотрено изучение основ компиляции. Однако перечисленные выше вопросы подробно рассматриваются в ООП подготовки магистров по направлению 201000.68. Таким образом, студент, успешно освоивший вышеназванные ООП, является квалифицированным специалистом, способ-

ным использовать полученные умения и навыки как в своей области, так и в смежных сферах науки и техники.

Литература. 1. И.П. Королук, Медицинская информатика. 2-е изд. – Самара, ГБОУ ВПО «СамГМУ», 2012. 2. В.В. Мишин, Методы обработки биомедицинских сигналов и данных. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – Орёл, ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2012. 3. В.А. Герасевич, А.Р. Аветисов, Современное программное обеспечение для статистической обработки биомедицинских исследований, Электронный ресурс <http://bmn.medstalker.com>. 4. Цыбрий И.К. Статистическая обработка экспериментальных данных: учеб. пособие, - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010.

Реквизиты для справок. Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1, Донской государственный технический университет, кафедра приборостроение, к.т.н., доцент Мороз К.А.– leramoro2@rambler.ru, ассистент **Бабенко Е.В.**, e_babenkodknt@mail.ru, тел. (863) 2738369.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОЗИРОВАНИЕМ ЦИКЛОНА- ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЯ НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА SMH2010C

БОРИСОВ А.П., ЕРМОШИН Т.А.

Современное мукомольное производство не может обойтись без автоматизации технологических процессов. Системы автоматического управления повышают производительность труда, безопасность производства, увеличивают выход продукции, снижают брак, экономят ресурсы. Используя современные средства автоматизации, можно на 10-15 лет продлить срок службы технологического оборудования. Но главное – без современных автоматических систем управления невозможно гарантировать качество выпускаемой продукции, а качество – это приоритетный критерий конкурентоспособности товара на рынке.

Инерционно-гравитационные пылеотделители (циклоны) применяются для сухой очистки больших объемов воздуха, конструктивные элементы которых обеспечивают вращательное или поступательное движение воздушного потока. По сравнению с другими пылеотделителями, циклоны обладают следующими преимуществами: простота конструкции, надежность и экономичность; удовлетворительная работоспособность, долговечность и ремонтпригодность; большая пропускная способность при сравнительно невысоких аэродинамических сопротивлениях.

Коэффициент очистки обычных циклонов может достигать 97%, а улучшенных и модернизированных конструкций на отдельных видах продукта даже 99% и выше. Следует отметить, что реальная эффективность очистки воздуха в циклонах в производственных условиях гораздо ниже (порядка 80%), что обусловлено различными причинами, одной из таких причин, например, может являться невыполнение условия по соответствию входной скорости оптимальному значению.

Дозирование сыпучих материалов [1] в настоящее время широко применяется в самых различных отраслях промышленности. В ряде технологических процессов дозирование является одной из основных операций. Качество готовой продукции и рациональное расходование исходных материалов во многом зависят от дозирования. В пищевой промышленности, например на весо-выбойных аппаратах, от дозирования зависит весь технологический процесс выбора готового продукта.

Экспериментальный циклон-пылеотделитель, разработанный на кафедре “Машины и аппараты пищевых производств” нашего университета, имеет коэффициент очистки более 99%, а также может применяться не только для очистки воздуха, но и для очистки муки от посторонних веществ, а также для разделения ее на фракции.



Рис. 1. Схема системы

В общем виде состав системы автоматического управления можно представить следующим образом (рисунок 1).

Программируемый логический контроллер (ПЛК) [2] с управляющей программой является главным элементом системы. В качестве исполнительных устройств в системе служат два частотных преобразователя, позволяющие изменять скорость вращения вала асинхронного электродвигателя вентилятора и асинхронного

электродвигателя дозатора соответственно. Для успешной реализации системы было необходимо выбрать оборудование, соответствующее следующим требованиям:

- Программируемый логический контроллер должен обладать дисплеем, эргономичной клавиатурой, интерфейсом Modbus/RTU.
- Два асинхронных электродвигателя для управления процессами вентиляции и дозирования.

– Частотные преобразователи должны быть достаточной мощности для работы с выбранными асинхронными электродвигателями.

В качестве ПЛК был выбран SMH2010C [4] производства компании Segnetics - компактный, быстродействующий программируемый контроллер, предназначенный для операций управления в системах, требующих до 832 входов/выходов. Программное ядро, установленное на контроллере, позволяет при помощи специального инструментального пакета SMLogix [3], работающего под ОС семейства MS Windows, создавать пользовательские программы управления для контроллера на языке функциональных блоков (FBD).

Для управления вентилятором был выбран асинхронный электродвигатель АДМ80А2У2 с номинальной мощностью 1,5 кВт и номинальными оборотами 2850 об/мин, а для управления дозатором - асинхронный электродвигатель АИМ63А4 с номинальной мощностью 0,5 кВт и номинальными оборотами 1350 об/мин. Оба двигателя имеют КПД 70%.

В качестве частотных преобразователей были выбраны преобразователи производства компании Delta серии VFD. Данные преобразователи подходят для работы с выбранными электродвигателями [5].

При включении системы на экране ПЛК появляется приветственный диалог (рисунок 2), из которого с помощью нажатия кнопки F1 осуществляется переход в главное меню (рисунок 3). Основными элементами программы управления являются макросы: «Номинальные обороты», «Пуск двигателей», «Параметры», реализующие одноименные меню.

В меню «Номинальные обороты» осуществляется ввод номинальных оборотов двигателей. Осуществляется проверка корректности введенного значения. В меню «Пуск двигателей» есть возможность установить желаемую скорость вращения валов двигателей и с помощью кнопок F2 и F3 запустить двигатели. В меню «Параметры» в ходе работы системы отображаются различные ее параметры.

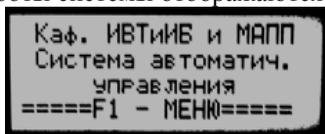


Рис. 2. Приветственный экран

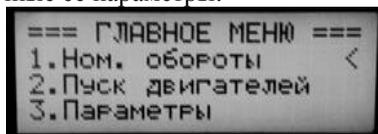


Рис. 3. Главное меню

После разработки и тестирования системы управления был проведен эксперимент. Эксперименты проводились по три раза при различных скоростях движения воздуха, которые регулируются изменением частоты вращения рабочего колеса вентилятора. В каждом экс-

перименте измерение динамического давления проводились последовательно по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Из графиков видно, что разработанная установка позволяет при различных входных скоростях получать высокую эффективность отделения продукта (< 99%). Наиболее высокая эффективность отделения продукта достигается при входной скорости воздуха 18 м/с, для этого необходимо подавать на частотный преобразователь значение 45 Гц.

Разработанная система автоматического управления позволяет обеспечить легкое и быстрое управление процессами очистки воздуха и дозирования с помощью циклона-пылеотделителя. В дальнейшем, для более качественного контроля за процессом пылеотделения необходимо установить датчики скорости и давления, подключенные к существующему промышленному микроконтроллеру SMH2010C, который должен в автоматическом режиме обрабатывать поступающую на него информацию и в режиме реального времени корректировать работу циклона-пылеотделителя.

Литература. 1. Видинеев Ю. Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов. Библиотека по автоматике, выпуск 516. – М: Энергия, 1974. – 120 с. 2. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования [Текст] / И. В. Петров ; под ред. В. П. Дьяконова. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с. 3. Программное обеспечение SMLogix [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://segnetics.com/smlogix>, свободный. 4. Панельный контроллер SMH 2010C [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://segnetics.com/main.aspx?Page=229>, свободный. 5. Приборы и средства промышленной автоматизации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.delta-vfd.ru>, свободный.

Реквизиты для справок. Россия, 656038, г.Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, кафедра вычислительных систем и информационной безопасности, к.т.н., доцент **Борисов А.П.** - boralp@mail.ru, студент **Ермошин Т.А.** 777gamet@gmail.com.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДЪЕМА КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ПОВЕРХНОСТИ МАЯТНИКОВОГО ДЕФОРМАТОРА

БОРИСОВ А.П., ПЕРМИНОВ Т.А.

В современном производстве очень важное место занимают инновационные технологии, позволяющие сократить производственные

затраты и вместе с тем повысить производительность, а также качество выпускаемой продукции.

Установка «Лабораторный маятниковый деформатор» - инновационная технология в области переработки зерна. Она предназначена для деформации зерна на стадии его подготовки к размолу. Деформатор разворачивает зерно, отделяя оболочку. После вымола дробленно-го таким образом зерна на вальцовых станках выход муки высшего качества повышается на 3,5...5% по отношению к традиционным способам помола. Энергозатраты на помол в целом снижаются на 5...10% [1]. Конструкция деформатора создана на основе патента №2263544 "Способ формирования зерновых продуктов размола" [2].

На текущий момент установка полностью механическая, за исключением датчика угла наклона маятника, который реализован на бесконтактном магнитном датчике углового положения КМА200 фирмы NXP.

Механическая часть состоит из трех основных частей: каретки, захватывающего устройства и направляющей. Последняя крепится к нижней опоре деформатора и имеет форму изогнутой трубки с продольным разрезом. По направляющей ходит каретка с прикрепленным на ней захватывающим устройством, которое имеет форму пассатижей и удерживает маятник силой двух пружин.

Электромеханическая часть состоит из шагового двигателя [3] и толкающего соленоида. Шаговый двигатель с помощью прикрепленного на вал троса управляет кареткой и, соответственно, углом наклона маятника. Толкающий соленоид нужен в нужный момент размыкания захватывающего устройства для спуска маятника.

Электрическая часть состоит из микроконтроллера семейства AVR и нескольких драйверов (для управления двигателем, соленоидом).

В качестве драйвера шагового двигателя была взята связка микросхем «L298N+L297». L297 – непосредственно сама микросхема управления шаговым двигателем, которая позволяет вращать вал двигателя как по, так и против часовой стрелки, задавать скорость вращения, выбрать режим (шаг/полушаг). Имеется возможность синхронизации нескольких таких микросхем. L298N – мостовой драйвер двигателей. Обеспечивает максимальную нагрузку до 4А.

В качестве драйвера соленоида была взята связка «биполярный транзистор BDW93C + оптопара PC817». Такое решение позволяет физически развязать цепь управления от силовой цепи, не подвергая основной контроллер опасности выйти из строя из-за больших токов.

В качестве основного контроллера был выбран микроконтроллер AT32UC3A1512AU семейства AVR. Для решения поставленной задачи

он подходит идеально: имеется аппаратный USB 2.0, 8-канальный АЦП, 512 кбайт Flash-памяти, рабочая частота до 66 МГц, 69 портов ввода-вывода.

Такое большое количество портов необходимо для дальнейшего развития автоматизированной системы управления деформатором, так как добавятся несколько драйверов и других устройств, которые также будут управляться контроллером, требующих большую тактовую частоту.

Электронную часть было решено разделить на несколько блоков (рисунок 1): основная (управляющая) микросхема и драйверы устройств будут реализованы в виде разных плат, соединенных шлейфами.

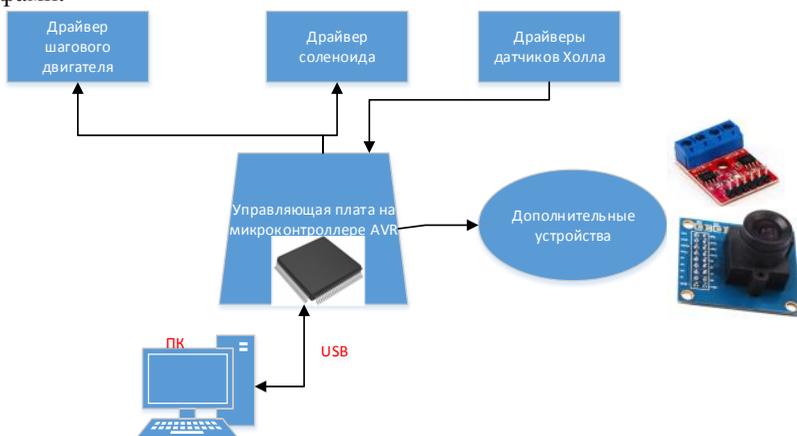


Рис. 1. Блочная структура электронной части

Программная часть была создана на языке программирования С# (рисунок 2). Она включает в себя сбор данных с бесконтактного магнитного датчика углового положения КМА200. Разрешающая способность данного датчика составляет не хуже $0,04^{\circ}$. Обработка сигнала с датчика осуществляется аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) микроконтроллера AT32UC3A1512AU. Задачей программного обеспечения контроллера является получение данных с АЦП, пересчет их в значение угла отклонения маятниковой поверхности и отправка их для обработки на программное обеспечение для ПК.

Также, с помощью программного обеспечения на ПК через микроконтроллер производится включение синхронно-шагового двигателя и включается соленоид, необходимый для захвата маятниковой по-

верхности. Бесконтактный датчик угла поворота служит также для точной доводки маятниковой поверхности до необходимого начального угла отклонения.

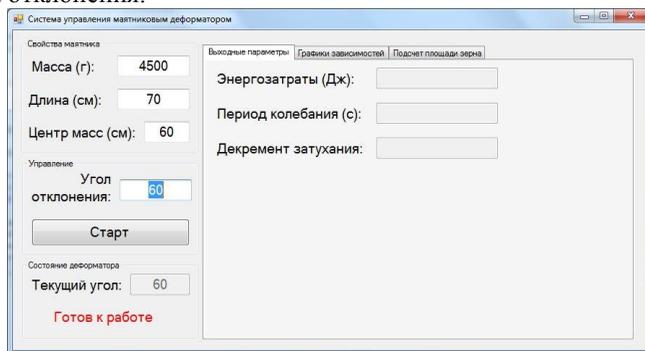


Рис. 2. Программа управления маятниковым деформатором

Начальными параметрами для работы программы являются масса, длина и центр масс маятниковой поверхности, которые задаются в начальном меню программы.

Проведенный эксперимент показал, что степень измельчения зерна зависит от его расположения на опорной поверхности, что обусловлено запасом кинетической энергии. При размоле зерновых материалов энергозатраты составляют от 0,01 до 0,045 Дж в зависимости от режима работы. Так как при измельчении на вальцовом станке при размолу 1 тонны зернового материала энергозатраты составляют порядка 0,114-3,24 В·ч (5,9·10³ – 11,6·10⁴ Дж [4] на тонну зернового материала, что примерно составляет 0,02 – 0,58 Дж на одну зерновку при среднем весе зерновки 0,05 г), то процесс разрушения зернового материала при помощи маятникового деформатора менее энергозатратный, и его использование экономически обосновано.

В настоящее время работа над маятниковым деформатором не закончена, идет совершенствование в программной части, в частности блоков управления перемещением опорной поверхности, подсчета работы маятникового деформатора, основанного на модуле веб-камеры OV7670.

Литература. 1. Пат. № 2263544 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 Способ формирования зерновых продуктов размола / Злочевский Валерий Львович, Злочевский Алексей Валерьевич.; заявл. 16.02.2004; опубл. 10.11.2005. **2.** Чигарев, А.В. Курс теоретической механики: учеб. пособие / А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев. – Минск: Новое знание, 2010. – 399 с.: ил. **3.** Кенио Т. Шаговые двигатели и их микро-

процессорные системы управления: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.: ил. **4.** Многофункциональные машины для микропечехов крупно-отделяющие [Электронный ресурс] / ООО РосТрансЭкспорт Электрон. дан. – М., [1999]. – Режим доступа: <http://www.businessoffers.ru/portal/viewoffer.asp?id=379299> - Загл. с экрана.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, г.Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, кафедра вычислительных систем и информационной безопасности, к.т.н., доцент **Борисов А.П.** - boralp@mail.ru, студент **Перминов Т.А.** - boralp@mail.ru.

4 ЭЛЕМЕНТЫ, УСТРОЙСТВА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ВЕКТОРНО- АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

ПИВКИНА Т.Н., СТАЛЬНАЯ М.И.

В настоящее время возникает вопрос о расчете механических характеристик асинхронных электродвигателей, питание которых осуществляется от однофазной сети с помощью электронных преобразователей, основанных на векторно-алгоритмической коммутации стартовых обмоток электродвигателя.

Среди известных методов расчета характеристик асинхронных электродвигателей преимущественно используют: однофазные схемы замещения электродвигателя, метод построения круговой диаграммы и моделирование электродвигателя в пакетах прикладных программ и другие.

Использование этих методов для теоретического расчета характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя, запуск и работа которого осуществляется от однофазной сети посредством векторно-алгоритмической коммутации статорных обмоток, невозможно по причине отсутствия непрерывной синусоидальности напряжения, поступающего на обмотки электродвигателя, и одновременного неравенства напряжения по величине в каждый момент времени на разных статорных обмотках. В связи с этим, было предложено использовать метод векторно-алгоритмического расчета среднего значения векторов напряжения статорных обмоток электродвигателя при векторно-алгоритмическом управлении [1].

Для этого необходимо разработать программное обеспечение, которое предназначено для расчета механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, запуск и работа которого осуществляется от однофазной сети посредством векторно-алгоритмического управления. Также программное обеспечение должно осуществлять расчет и построение векторной диаграммы эллиптического вращающегося поля статора электродвигателя, с заданным количеством положений магнитного потока.

Таким образом, программное обеспечение (блок схема алгоритма работы которого приведена на рис. 1.) должно осуществлять автомати-

зацию векторно-алгоритмического расчета среднего значения векторов напряжений статорных обмоток электродвигателя при векторно-алгоритмическом управлении.

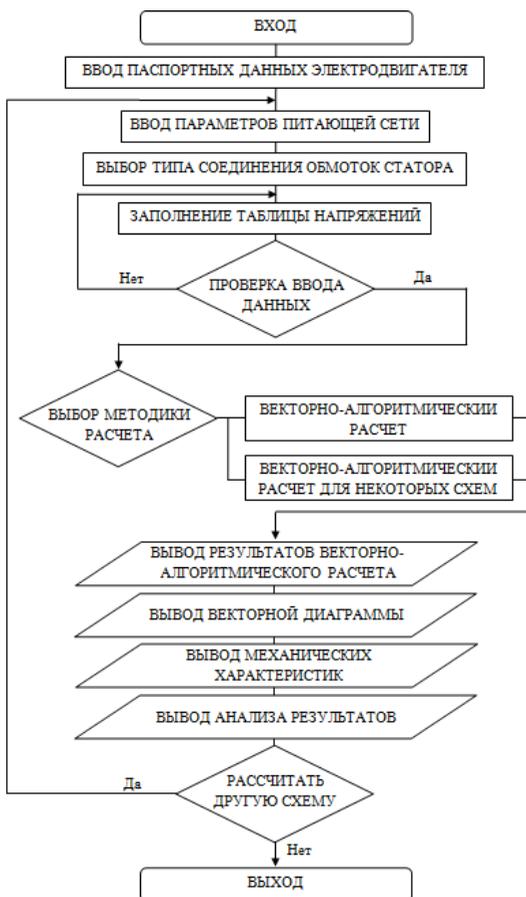


Рис. 1. Блок-схема работы программного обеспечения

Программное обеспечение должно выполнять следующие функции:

1. Задание паспортных данных электродвигателя и параметров питающей сети.
2. Ввод параметров напряжения в соответствии с выбранной схемой соединения статорных обмоток электродвигателя.

3. Вычисление векторов суммарных и средних значений напряжений при различных способах соединения статорных обмоток электродвигателя в промежутках коммутации.

4. Возможность расчета схем, использующих различные алгоритмы при различных скоростях.

5. Построение векторной диаграммы эллиптического вращающегося поля статора электродвигателя, состоящей из фиксированных положений магнитного потока.

6. Расчет и построение механических характеристик электродвигателя при номинальной, повышенной и пониженной скоростях вращения электродвигателя.

7. Вывод диаграмм изменений напряжений в обмотках статора электродвигателя за период регулирования, в соответствии с векторной диаграммой.

8. Анализ полученных результатов электродвигателя.

Таким образом, программное обеспечение может быть использовано для расчета механических характеристик асинхронного электродвигателя, питание которого осуществляется от однофазной сети посредством электронных преобразователей, основанных на векторно-алгоритмической коммутации статорных обмоток электродвигателя [2-4].

На данном этапе разработанное программное обеспечение проходит тестирование на кафедре «Электротехника и автоматизированный электропривод» АлтГТУ.

Литература. 1. Халина Т. М., Стальная М. И., Еремочкин С. Ю.. Векторно-алгоритмический метод расчета мощности и электромагнитного момента электродвигателя.// Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т.321, № 4. – С. 75-78. 2. Однофазно-трехфазный транзисторный реверсивный коммутатор, ведомый однофазной сетью: пат. 121976 Рос. Федерация. № 2012124138/07; заявл. 08.06.2012; опубл. 10.11.2012. 3. Однофазный частотный регулятор скорости, ведомый сетью, для трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя: пат. 2461118 Рос. Федерация. № 2011113032/07; заявл. 05.04.2011; опубл. 10.09.2012. 4. Однофазный мостовой низкочастотный преобразователь частоты, ведомый однофазной сетью: пат. 2331153 Рос. Федерация. № 2007112367/09; заявл. 03.04.2007; опубл. 10.08.2008.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Пивкиной Т.Н., тел. 89612358536. E-mail: tatunp@rambler.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ДАТЧИКА МНОГОТОЧЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ

ЛИСАКОВ С.А., КУРАЕВ А.В., ШАДРИН В.А., ПАВЛОВ А.Н.,
СЫПИН Е.В.

Одним из направлений борьбы с пожарами и взрывами на потенциально опасных производствах является использование специальных автоматических систем противопожарной защиты и взрывоподавления, которые строятся на основе быстродействующих оптоэлектронных датчиков [1].

Получение при этом дополнительной информации о пространственном расположении очага возгорания позволяет значительно повысить эффективность и рентабельность применения автоматической системы взрывоподавления [2].

В настоящее время в Бийском технологическом институте ведется разработка многоточечной оптоэлектронной системы определения координат очага возгорания (МОЭС). Координаты источника оптического излучения внутри охраняемой зоны определяются системой на основе анализа потока излучения в различных точках охраняемого объекта с помощью некоординатных оптоэлектронных датчиков, входящих в состав системы [3].

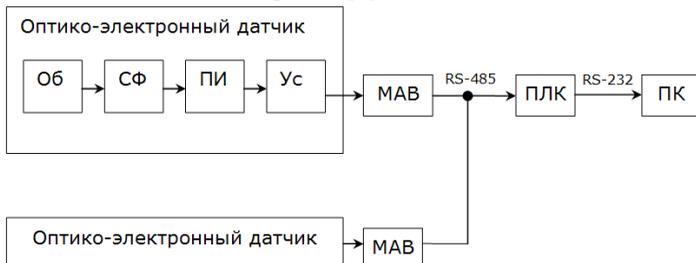
Одним из ключевых этапов работ является определение основных эксплуатационных параметров используемых датчиков: порога чувствительности и зоны обнаружения, которые устанавливаются на основе экспериментальных исследований с использованием очагов возгорания, организуемых специальным образом – тестовых очагов пожара.

В связи с вышеизложенным была сформулирована цель – провести лабораторное исследование по определению основных эксплуатационных параметров датчика: порога чувствительности и зоны обнаружения датчика.

Оптоэлектронный датчик МОЭС (рис. 1) включает в себя объектив, светофильтр, приемник излучения (фотодиод) и усилитель. Поток излучения собирается объективом, проходит через светофильтр и фокусируется на приемнике излучения. Приемник излучения преобразует сигнал, переносимый потоком излучения (оптический сигнал), в аналоговый электрический. Блок усиления собран по схеме преобразователя ток-напряжение. Активным элементом в схеме является операци-

онный усилитель с резистивным измерительным элементом в обратной связи.

Модуль аналогового ввода (МАВ) предназначен для преобразования аналоговых сигналов напряжения, поступающих от датчиков, в цифровой код и передачи его в программируемый логический контроллер (ПЛК). ПЛК осуществляет опрос датчиков и выполняет обработку полученной измерительной информации. При превышении выходного сигнала датчика заданного порога срабатывания ПЛК принимает решение о наличии возгорания [4].



Об – объектив; СФ – светофильтр; ПИ – приемник излучения;

Ус – блок усиления; МАВ – модуль аналогового ввода;

ПЛК – программируемый логический контроллер

Рис. 1. Структурная схема лабораторного образца МОЭС

Пороговая чувствительность определяется как значение входного сигнала (потока или освещенности) на входном зрачке прибора, при котором выходной сигнал превышает значение шума в заданное число раз [5]. В случае если преобладают шумы фотоприемника, порогом чувствительности называют мощность излучения, которая воздействует на фотоприемник и вызывает появление сигнала $U_{пор}$, превышающего среднеквадратическое значение шума $U_{ср.кв.}$ в определенное число раз ρ и обеспечивающее уверенное обнаружение сигнала:

$$U_{пор} = U_{ср.кв.} \cdot \rho.$$

Уверенное обнаружение появления сигнала произойдет, если его величина равна толщине шумовой дорожки, соответствующая удвоенному максимальному значению отдельных выбросов шума. При нормальном законе распределения выброс шума практически не превышает 3σ , где $\sigma = U_{ср.кв.}$ (вероятность превышения уровня 3σ равна $1,35 \cdot 10^{-3}$), порог чувствительности может быть найден:

$$U_{пор} = 2 \cdot 3\sigma = 6 \cdot U_{ср.кв.}, \text{ т.е. } \rho = 6 \text{ [5].}$$

Определение значения пороговой чувствительности датчика можно выполнить на основе экспериментальных исследований в соответствии с рекомендациями [7]. При этом оценка среднеквадратического значения шума на выходе опико-электронного датчика МОЭС проводится путем статистической обработки результатов записи шума с помощью высокоскоростной платы АЦП, подключенной к аналоговому выходу датчика. Измерительная информация с высокоскоростной платы АЦП передается в персональный компьютер (рис. 2). Исследование проводится при отсутствии потока излучения на входном зрачке датчика (необходимо закрыть входной зрачок перегородкой). В качестве платы АЦП использовалась плата серии L-783 производства фирмы L-CARD [8].

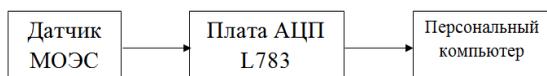


Рис. 2. Структурная схема лабораторной установки для определения порога чувствительности

Вид записи одной из полученных шумовых дорожек показан на рис. 3.

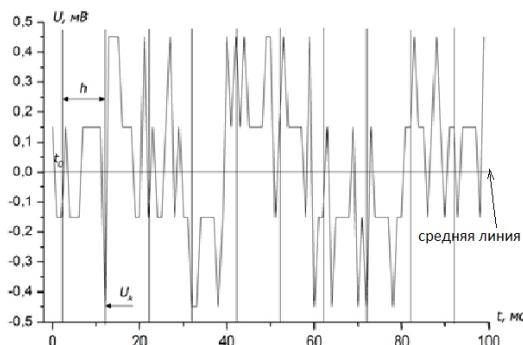


Рис. 3. Запись шумовой дорожки, полученная экспериментально

Максимальное среднеквадратическое значение шума, полученное в результате обработки 10 кривых шума (в соответствии с рекомендациями [9]), составило $U_{ср.кв.} = 2,83 \cdot 10^{-4} B$, откуда порог чувствительности составляет:

$$U_{пор} = 6 \cdot U_{ср.кв.} = 1,7 \cdot 10^{-3} B.$$

Наименьшее измеряемое значение модуля аналогового ввода (МВА, см. рис. 1), к которому подключается датчик, составляет $2 \cdot 10^{-3}$

В, поэтому для используемого измерительного канала порог чувствительности составляет 2 мВ.

Зона обнаружения пожарного извещателя (датчика) представляет собой часть пространства охраняемого объекта, при возникновении очага пожара в которой, извещатель выдает сигнал о пожаре [10]. Зона обнаружения датчика определяется углом обзора датчика и дальностью обнаружения.

Дальность обнаружения датчика – это максимальное расстояние от датчика до стандартного очага, на котором датчик способен зарегистрировать очаг. Дальность обнаружения датчика устанавливается на основе экспериментальных исследований с использованием очагов возгорания, организуемых специальным образом, – так называемых тестовых очагов пожара. При проведении исследований было предложено пользоваться рекомендациями, изложенными в стандартах для технических средств пожарной автоматики [11, 12].

Исследуемый оптико-электронный датчик обнаружения возгорания представляет собой извещатель пламени. Для определения порога срабатывания извещателей пламени согласно стандартам [11,12] используются тестовые очаги пожара ТП-5, ТП-6.

Тестовый очаг пожара ТП-5 (согласно ГОСТ Р 53289–2009) представляет собой устройство, предназначенное для горения легковоспламеняющейся жидкости с выделением дыма. При испытаниях для организации ТП-5 используют 650 ± 20 г н-гептана, налитого в поддон из листовой стали толщиной 2 мм размерами $330 \times 330 \times 50$ мм [12]. При этом при проведении исследований в качестве горючего вещества возможно использование бензина [13].

При организации тестового очага пожара ТП-6 осуществляется горение легковоспламеняющейся жидкости без выделения дыма. Для этого используют 2000 г этилового спирта, налитого в поддон размерами $435 \times 435 \times 50$ мм из листовой стали толщиной 2 мм.

Зажигание горючего вещества тестовых очагов осуществляют открытым пламенем или высоковольтным искровым разрядом [11].

При проведении огневых испытаний в лабораторных условиях использование тестовых очагов невозможно, поскольку такие испытания небезопасны и должны проводиться в стандартных испытательных помещениях. В лабораторных условиях можно использовать очаги, аналогичные тестовым с пропорционально уменьшенными размерами поддонов. При этом аналогичный очаг необходимо устанавливать на расстоянии, при котором обеспечивается тот же уровень выходного сигнала, как и при воздействии тестового очага.

Для этого было проведено экспериментальное исследование по установлению соответствия размеров поддона и расстояния до очага, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика. При этом использовать три поддона с размерами, меньшими в 10; 7,5 и 5 раз, соответственно, по сравнению с размерами поддона тестового очага. В таблице 1 приведено соответствие размеров поддона и расстояния до очага, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика.

Таблица 1. Соответствие размеров поддона и расстояния до очага, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика

Тестовый очаг	Расстояние, м	Размеры поддона, мм
ТП-5	1	33×33×20 (1/10)
	1,33	44×44×20 (1/7,5)
	2	66×66×20 (1/5)
ТП-6	1	43,5×43,5×20 (1/10)
	2	58×58×20 (1/7,5)
	4	87×87×20 (1/5)

Зависимости размеров поддонов от расстояния, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика, при воздействии очагов аналогичных ТП-5 и ТП-6, показаны на рис. 4.

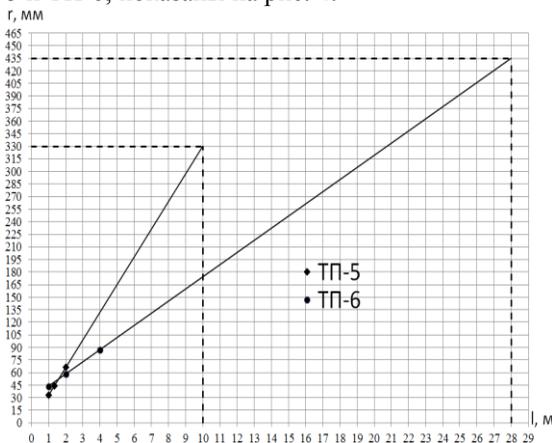


Рис. 4. Зависимости размера поддона от расстояния, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика при воздействии очагов аналогичных ТП-5 и ТП-6

Выполнив экстраполяцию зависимостей можно получить данные о расстоянии, на котором выходной сигнал датчика будет равен опорному сигналу U_0 при воздействии тестового очага.

Угол обзора зоны обнаружения извещателя (поле обзора) – пространственный угол с вершиной в центре входного отверстия оптической системы датчика, в пределах которого может быть обнаружен очаг возгорания. Поскольку в разработанном датчике угол обзора является симметричным, он может выражаться значением линейного угла раствора соответствующего пространственного угла [5]. Угол обзора датчика определяется его конструктивными параметрами.

Определение угла обзора датчика проводят на основе экспериментальных исследований в соответствии с рекомендациями [10].

Диаграмма чувствительности датчика МОЭС полученная в результате проведения эксперимента представлена на рис. 5.

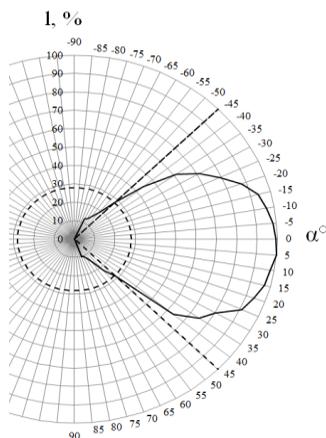


Рис. 5. Диаграмма чувствительности датчика МОЭС

Для случая, когда угол обзора датчика равен 90° (рис. 5), дальность обнаружения датчика равна 28% от максимальной (очаг пожара расположен на оптической оси датчика).

Выводы и заключение. В результате выполнения работ было проведено лабораторное исследование по определению основных эксплуатационных параметров датчика: порога чувствительности и зоны обнаружения датчика. В результате проведения исследований: получены зависимости размеров поддонов от расстояния, обеспечивающего одинаковый выходной сигнал датчика, при воздействии очагов аналогич-

ных ТП-5 и ТП-6; построена диаграмма чувствительности датчика МОЭС.

Важную роль при определении порога срабатывания датчика играет негативное влияние на его работу фоновой освещенности источников искусственного и естественного освещения. Дальнейшая работа будет направлена на разработку методики определения порога срабатывания с учетом влияния фоновой освещенности. Работа выполняется при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4677.2012.8.

Литература. 1. Захаренко Д.М. Проблемы раннего обнаружения очагов пожаров и взрывов угольной пыли [Текст] / Д.М. Захаренко // Проблемы использования канско-ачинских углей на электростанциях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2000. – с.141–149. **2.** Павлов А.Н. Оптико-электронная система определения трехмерных координат очага взрыва в газодисперсных системах на ранней стадии/ А.Н. Павлов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Бийск: 2010. – 134 с. **3.** Лисаков, С.А. Определение координат очага взрыва многоточечной оптико-электронной системой на основе метода центра тяжести [Текст] / С.А. Лисаков, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин // Ползуновский вестник. -2013. -№ 2. – С. 73–77. **4.** Кураев А.В. Лабораторный образец многоточечной оптико-электронной системы определения пространственного расположения очага взрыва / А.В. Кураев, С.А. Лисаков, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин // Южно-Сибирский Научный Вестник. – 2013 г. – №1 (3). – С.19–21. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2013/1/4_19-21.pdf **5.** Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов / Мирошников М.М. - Издательство: «Лань», 2010. - 704 с. **6.** Порфирьев Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах / Порфирьев Л.Ф. - Издательство «Лань», 2013. - 400 с. **7.** ГОСТ 25258-82. Средства измерений электрометрические. Правила приемки и методы испытаний. [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1982. – 7 с. **8.** Устройства сбора данных L-761, L-780 и L-783. Платы АЦП/ЦАП/ТТЛ на шину РС1 2.1. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // ЗАО «L-card». – 2009. – 25 с. – Режим доступа: http://www.lcard.ru/download/l7xx_users_guide.pdf **9.** Дробот П.Н. Теория ошибок и обработка результатов измерений/ П.Н. Дробот.– Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиозлектроники, 2011.– 84с. **10.** ГОСТ Р 52551-2006. Системы охраны и безопасности. Термины и определения. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2006. – 38 с. **11.** ГОСТ Р

53325 – 2009. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]. – М.: Стандартиформ, 2009. – 80 с. **12.** НПБ 72-98. Извещатели пожарные пламени. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]. – М.: ГУГПС МВД РФ; ФГУ ВНИИПО МВД РФ, 1998. – 13 с. **13.** Извещатель пожарный пламени. ИП 330-313 «Пульсар 3-013». Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // «КБ ПРИБОР». – 2011. – 36 с. – Режим доступа: <http://www.kbpribor.ru/download/ManualP3-013.pdf>

***Реквизиты для справок:** Россия, 659305, Бийск, ул.Трофимова, 27, Бийский технологический институт АлтГТУ (БТИ АлтГТУ), кафедра методов средств измерений и автоматизации, аспирант Лисаков С.А., тел. (3854) 432450. foxlsa@mail.ru, аспирант Кураев А.В., 7-goga@mail.ru, студент Шадрин В.А. slava_368@mail.ru, канд. техн. наук доцент кафедры Павлов А.Н. pan@bti.secna.ru; канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры Сытин Е.В. sev@bti.secna.ru.*

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНВЕЙЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

ШАШЕВ Д.В., ЮРЧЕНКО В.И.

В современном мире невозможно представить производство без понятия «автоматизации технологического процесса (АТП)». АТП обеспечивает качество и оптимальность работы того или иного производства. Большинство действующих заводов, фабрик работают по конвейерному принципу. Таким образом в цепи технологического процесса, на том или ином этапе работы, возникает задача конвейерной обработки информации.

В настоящее время «Техническое зрение» (ТЗ) является одной из перспективных областей, методы которой применяются для качественного решения различного рода задач автоматизации технологического процесса, как в промышленных так и научных целях.

Основная цель использования ТЗ заключается в обработке последовательности изображений, что подразумевает конвейерную обработку информации. Возникает очередная задача обеспечения быстроты выполнения обработки потока информации с сохранением качественных характеристик.

Решение подобной проблемы можно получить используя концепцию перестраиваемой вычислительной среды (ПВС).

Целью работы является синтез ПВС для задач конвейерной обработки изображений.

Алгоритм обработки изображений. В качестве примера использования методов ТЗ для решения задач автоматизации технологического процесса, представим следующий алгоритм обработки изображений, позволяющий осуществить подсчет объектов интереса (рис. 1).

Поясним действия, осуществляемые в алгоритме [1, 2]:

Получаем полутоновое текущее изображение с источника;

1. Осуществляем метод бинаризации Отсу, позволяющий конвертировать полутоновое изображение в бинарное (черно-белое);
2. Производим морфологическую операцию обработки бинарных изображений «сужение» (erode в англоязычной литературе);
3. Производим морфологическую операцию обработки бинарных изображений «расширение» (dilate в англоязычной литературе);
4. Используем метод выделения компонент связности для нумерации объектов интереса на изображении;
5. Получаем последний порядковый номер объектов интереса, что и является числом, являющимся их количеством.



Рис. 1. Алгоритм обработки изображений для подсчета объектов интереса

Все используемые методы обработки изображений являются стандартными в теории ТЗ. Тестирование и работоспособность данного алгоритма производилась путем построения модели алгоритма в программе MATLAB Simulink на тестовом изображении (рис. 2).



Рис. 2. Тестовое изображение

Перестраиваемая вычислительная среда. Задачи, решаемые путем конвейерной обработки информации, с каждым годом становятся все более сложными и как следствие требуют более мощные вычислительные средства, чтобы обеспечить их оптимальное и качественное решение, сохраняя необходимую скорость выполнения этих задач.

Актуальной и перспективной концепцией вычислительных сред, являющихся альтернативой используемым повсеместно вычислителям, являются перестраиваемые вычислительные среды (ПВС).

ПВС – дискретная математическая модель высокопроизводительной вычислительной системы, состоящей из одинаковых и одинаково соединенных друг с другом простейших универсальных элементов, программно настраиваемых на выполнение любой функции из полного набора логических функций, памяти и любого соединения со своими соседями [3].

Исходя из результатов многочисленных исследований, были сформулированы основные принципы создания ПВС [3, 4]:

1. Параллельность;
2. Перестраиваемость;
3. Однородность;
4. Конвейерность обработки информации.

Таким образом, ПВС является идеальным кандидатом для решения задач обработки изображений.

Упомянутые ранее (рис. 1) операции «расширения» и «сужения» являются основными операциями морфологической обработки бинарных изображений [1]. Данные операции очень часто используются при решении различного рода задач, осуществляя фильтрацию шумов на бинарных изображениях, восстанавливая форму искаженных объектов на изображении и т.д. Наглядным примером использования данных операций является рисунок 3.



Рис. 3. Результат совместной работы операций «расширение» и «сужение»: а) исходное изображение; б) результат

Сутью выполнения данных операций является последовательная обработка каждого пиксела изображения.

При помощи ПВС создается возможность одновременной обработки всех пикселей, при использовании вышеописанных операций. Пространственное представление ПВС в общем виде представлено на рисунке 4.

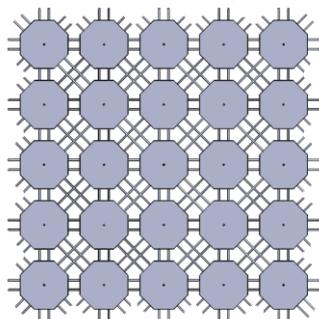


Рис. 4. Общий вид ПВС

Как видно из рисунка 4, в узлах ПВС находится простейший вычислитель, в нашем случае отвечающий за 1 пиксел изображения.

Важным свойством используемой ПВС является выполнение простейшим вычислителем базиса логических функций: И, ИЛИ, НЕ.

Таким образом была получена модель ПВС, реализующая основные операции морфологической обработки бинарных изображений. Имитационное моделирование данной ПВС было осуществлено в программе MATLAB Simulink. Проверка работоспособности модели ПВС осуществлялась на тестовом изображении, показанном на рисунке 3, а, полученный результат идентичен показанному на рисунке 3, б.

Выводы. В настоящее время, с учетом постоянного развития науки и техники, стоит задача качественной обработки огромного ко-

личества информации, решить которую оптимально не всегда удается, прибегая к повсеместно используемым вычислительным системам.

Таким образом, необходимо использовать новые перспективные подходы к построению вычислительных систем. Одним из таких подходов является концепция перестраиваемой вычислительной среды.

На примере решения задач технического зрения была показана эффективность применения данной концепции.

Построенная модель ПВС для основных задач морфологической обработки бинарных изображений позволяет качественно осуществить выполнение этих операций, каждую за 1 такт работы простейшего вычислителя ПВС. Использование ПВС позволит наиболее качественно решать большое количество задач, постоянно возникающих в промышленности и науке.

Литература. 1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Гонсалес Р., Вудс Р. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с. 2. Шашев, Д.В. Методы технического зрения в задачах автоматизации технологического процесса [Текст] / Д.В. Шашев, С.В. Шидловский // Инноватика-2013: сб. материалов девятой Всероссийской школы-конференции. – Томск, ТГУ, 2013. – С. 173-177. 3. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры [Текст] / С.В. Шидловский. – Томск: ТГУ, 2006. – 288 с. 4. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры [Текст] / И.В. Каляев [и др.]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 393 с.

Реквизиты для справок. Россия, 634034, Томск, ул. Красноармейская 99а, ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов», инженер **Шашев Д.В.** – dshashev@mail.ru, начальник отдела «Оптических систем» **Юрченко В.И.** – yur_med@mail.ru, тел. 8-(923)-428-58-62.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В СОСТАВЕ АВТОНОМНОЙ МОДУЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

НАПОЛОВ А.С., САЙФУТДИНОВ Р.М., ЯШИН И.А.

Одним из перспективных способов размещения измерительных датчиков и другого электронного оборудования является их интеграция в автономную модульную платформу, расположенную на стороне высокого потенциала электрических сетей. Такое техническое решение обладает рядом уникальных параметров и возможностей применения и подробно описано в [1].

С точки зрения компоновки и элементной базы в ее конструкции применяется два массивных элемента: трансформатор первичного преобразователя ток-напряжение и аккумуляторная батарея. В данном докладе рассматриваются возможности применения вместо свинцово-кислотной (*lead-acid*) аккумуляторной батареи современных легких литий-полимерных (*li-pol*) аккумуляторных батарей с целью минимизации массогабаритных характеристик платформы,

Применение свинцово-кислотных аккумуляторных батарей обусловлено тем, что изначально компоненты автономной модульной платформы разрабатывались для комплексного измерительного устройства параметров качества и учета количества электрической энергии в сетях высокого напряжения [2]. Выбор свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, применяющихся также в автомобильной промышленности, был обусловлен большой емкостью, удовлетворительной переносимостью отрицательных температур, общедоступностью и простотой контроллера заряда-разряда аккумуляторной батареи. Массогабаритные характеристики при этом не учитывались, поскольку не являлись основными параметрами при общих габаритах и массе всего устройства.

При появлении интереса к компактным автономным модульным системам, расположенным на стороне высокого потенциала, например, системам антиобледенения, массогабаритные характеристики свинцово-кислотного аккумулятора становятся критичными, так как могут превышать соответствующие характеристики всей остальной системы.

Таким образом, вопрос о замене типа аккумуляторной батареи в блоке бесперебойного питания с отбором мощности от тока фазного провода [3,4] становится актуальным.

Типы аккумуляторных батарей

На сегодняшний день в мире существует несколько типов аккумуляторных батарей. Наиболее широкое распространение в быту получили никель-кадмиевые (*NiCd*) аккумуляторы из-за большого срока службы (до 20-25 лет) и возможности храниться в полностью разряженном состоянии практически без потерь потребительских свойств. Однако наличие «эффекта памяти» не позволяет применять данный тип аккумуляторов в составе автономной модульной платформы, расположенной на стороне высокого потенциала электрической сети, когда зарядка аккумулятора производится «когда придется» - в те моменты времени, когда в линии электропередачи протекает достаточный ток.

В качестве аккумуляторов, не подверженных (либо слабо подверженных) «эффекту памяти», можно выделить литий-ионные (*li-ion*) или литий-полимерные (*li-pol*) аккумуляторы. Такие аккумуляторы при

сохранении одинаковой емкости весят примерно в 3 раза меньше никель-кадмиевых аккумуляторов и существенно легче свинцово-кислотных.

В настоящее время литий-полимерные аккумуляторы повсеместно применяются в электронной бытовой технике – в мобильных телефонах, планшетах и ноутбуках, обеспечивая удовлетворительное сочетание массы устройства и времени его автономной работы. Литий-полимерные аккумуляторы прочно заняли нишу авиамоделирования, и в основном применяются в моделях квадрокоптеров, где силовые модификации литий-полимерных аккумуляторов, способных быстро отдавать большие токи (~ до 2С), а также способность к сверхбыстрой зарядке токами до 10С выгодно отличают их от других аккумуляторов.

Толщина элементов литий-ионных аккумуляторов составляет порядка 1 мм, что позволяет создавать аккумуляторы практически произвольных форм, и размещать их в свободном месте устройства.

Таким образом, наиболее оптимальным типом аккумуляторной батареи для замены свинцово-кислотного аккумулятора являются *li-ion* и *li-pol* аккумуляторы. Однако помимо вышеописанных достоинств такие аккумуляторы обладают рядом недостатков.

Недостатки литиевых аккумуляторов

Платой за сверхвысокие токи заряда/разряда является повышенная температура и пожароопасность. Новые поколения литиевых аккумуляторов снабжены электронной защитой от перенапряжения и температурного перегрева, однако полностью исключать последствия, связанные с данными процессами (вплоть до взрыва) нельзя.

Литий-полимерные аккумуляторы температурозависимы. Для большинства аккумуляторов рабочий диапазон температур составляет от +5 до +60 градусов по Цельсию. Эксплуатация при низких температурах приводит к быстрому разряду. Кроме того, сами литий-полимерные аккумуляторы подвержены старению. Оптимальные условия хранения для литий-полимерных аккумуляторов достигаются при 40% заряде от емкости аккумулятора. При этом аккумуляторы стареют, даже если не используются. За два года аккумулятор теряет около 20% емкости при оптимальных условиях хранения. При этом нельзя хранить полностью заряженные аккумуляторы. Нередко при хранении более 2-х месяцев полностью заряженный аккумулятор выходит из строя.

Ограничено в аккумуляторах и количество рабочих циклов заряд-разряд. Так количество рабочих циклов при разрядных токах в 2С (где С емкость аккумулятора) литиевых аккумуляторов совпадает с обыч-

ными никель-металл-гидридными – 500 циклов, но проигрывает более распространенными никель-кадмиевым – 1000 циклов.

Одним из наиболее современных литий-ионных аккумуляторов является литий-железо-фосфатный аккумулятор. Помимо 2000 циклов заряда-разряда, такой аккумулятор обладает рядом других преимуществ: более высокая плотность энергии, более высокие пиковые токи разряда, слабый саморазряд и другие.

Эксплуатация литиевых аккумуляторов в составе автономной платформы

Типичные условия эксплуатации литиевых аккумуляторов, из которых и следуют вышеописанные недостатки, существенно отличаются от условий эксплуатации в составе автономной модульно платформы для датчиков электрических сетей высокого напряжения. В то время как типичным сценарием работы с литиевым аккумулятором является его быстрый заряд для применения в радиоуправляемой модели, а потом его разряд в течение непродолжительного периода времени, то в составе платформы аккумулятор должен работать продолжительное время подвергаясь разряду слабыми токами примерно $0.25C$ (при аккумуляторе 2000 мАч и нагрузке 500 мА).

Существенно лучшие массогабаритные характеристики литиевых аккумуляторов по сравнению со свинцово-кислотными позволяют оснастить систему несколькими аккумуляторами, работающими поочередно: работа на нагрузку, заряд, хранение.

Выводы.

Замена свинцово-кислотных аккумуляторных батарей на более современные, легкие и емкие литий-ионные, либо литий-полимерные аккумуляторные батареи возможна. При этом стоит обратить внимание на последние поколения литий-ионных и литий-полимерных батарей, снабженных электронными средствами защиты от перезаряда и перегрева, существенно снижающих их пожаро- и взрывоопасность. Особое внимание следует уделить изучению характеристик литий-металл-фосфатных аккумуляторных батарей, лишенных некоторых присущих обычным литий-ионным аккумуляторам.

Что касается необходимых изменений в конструкции блока бесперебойного питания [3,4], то необходимо разработать систему заряда подобных аккумуляторов, осуществляющую непрерывный мониторинг параметров аккумулятора (его напряжения, зарядные и разрядные токи, температуры) с целью обеспечения его продолжительной работы и взрыво- и пожаробезопасности.

Литература. 1. Геворкян В.М., Михалин С.Н., Яшин И.А., О перспективном размещении датчиков различного назначения в электриче-

ских сетях высокого напряжения // Ползуновский вестник №2, 2013 с.191-195. 2. Бунин А.В., Геворкян В.М., Казанцев Ю.А. и др. Комплексное устройства автоматизированной системы учета количества и контроля качества электрической энергии в высоковольтных сетях // ЭЛЕКТРО 2005. - №1. с.32-37. 3. Геворкян В.М., Яшин И.А., Блок питания для измерительного устройства высокого напряжения. Принцип построения //Новости электротехники №1(55) 2009. с.36-39. 4. Яшин И.А. Первичный преобразователь блока питания датчиков, расположенных на стороне высокого потенциала электрических сетей // Материалы XIV международной научно-технической конференции “ИКИ-2013” Том 2. с.121-124.

*Реквизиты для справок. Россия, 111250, Москва, ул. Красноказарменная 14, Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра Электродинамики информационных систем, студент 3-го курса **Наполов А.С.**; студент 3-го курса **Сайфутдинов Р.М.**; к.т.н., ст.преподаватель **Яшин И.А.** yashinia@gmail.com, тел. (495) 362-71-76.*

ОБ ОДНОМ АЛЬТЕРНАТИВНОМ СПОСОБЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ

ЗИЛОТОВА М.А., КАРАСЕВ В.В.

Бесконтактная передача данных измерений с вращающихся объектов по-прежнему остается актуальной, несмотря на появившиеся в последнее время промышленные образцы реализующих ее устройств. Причиной тому не только значительные затраты на приобретение импортного оборудования (например, фирмы Manner, ФРГ) через отечественные дилерские центры, но и присущие ему недостатки, связанные со способом реализации бесконтактной связи с вращающимся оборудованием измерительной системы. Главные недостатки используемых устройств обусловлены тем, что в их основе лежит радиоканал с традиционными элементами преобразования колебаний (модуляция, демодуляция и связанная с ней фильтрация), являющимися источниками дополнительных погрешностей. К ним добавляются проблемы, связанные с многоканальностью измерительного тракта и с особенностями распространения радиоволн от передатчика к приемнику.

Альтернативой радиоканалу выступает устройство бесконтактной передачи данных на основе воздушного трансформатора [1–3]. Его вращающаяся и неподвижная обмотки вместе с пассивными компонентами образуют индуктивно связанные контуры (ИСК). Реакция ИСК, работающих в граничном (между колебательным и аperiodиче-

ским) режиме, на короткий прямоугольный импульс тока по своим техническим характеристикам удовлетворяет условиям надежной передачи кодовых посылок в стационарную аппаратуру. При этом устройство лишено названных выше недостатков, т.к. осуществляет передачу сигналов в импульсной форме с надежной экранной защитой соосных или концентрических обмоток трансформатора [1].

Цель данной работы: провести исследование реакции ИСК на альтернативный прямоугольному импульсу возбуждающий сигнал, скачкообразно переходящий из нулевого состояния в активное и затем спадающий по экспоненте до нуля. Назовем его для краткости экспоненциальным сигналом. Режим работы ИСК – граничный.

Схема исследования. На рис. 1 приведена эквивалентная схема ИСК. В качестве входного сигнала выступает формируемый вращающейся частью аппаратуры скачок тока I амплитудой I_0 , за которым следует спад по экспоненте. Под его воздействием на первичном контуре возникает напряжение U_1 , а на вторичном контуре – U_2 . Параметры контуров для простоты исследования выбраны одинаковыми.

Исследование реакции ИСК. Для граничного режима работы ИСК затухание d и коэффициент k связи между контурами связаны выражением $d = 2/\sqrt{1+k}$ [1]. Реакция ИСК на скачок тока I величиной I_0 описывается формулой:

$$U_2(k, t) = 0.5I_0\rho[\omega t - \frac{1}{\gamma} \sin(\gamma\omega t)] \exp(\frac{-2\omega t}{\sqrt{1+k}}), \quad (1)$$

где $\rho = \sqrt{L/C}$, $d = \rho/R$, $k = M/L$, $\omega = 1/\sqrt{L \cdot C}$, $\gamma = \sqrt{2 \cdot k/(1-k^2)}$.

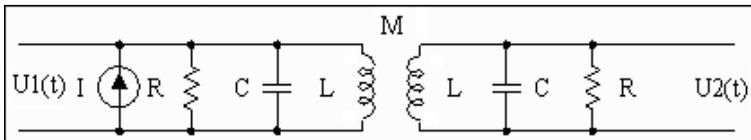


Рис. 1. Эквивалентная схема ИСК

Опишем входной экспоненциальный импульс тока длительностью τ выражением:

$$\exp i(t, \tau) = \exp(-4.605 \cdot t / \tau). \quad (2)$$

Тогда реакция ИСК на него будет иметь следующий вид:

$$ge(k, t, \tau) = U_2(k, t, \tau) - \int_0^t \frac{d}{d\theta} [1 - \exp i(\theta, \tau)] \cdot U_2(k, t - \theta, \tau) d\theta \quad (3)$$

Внешний вид сигналов ge , полученных в пакете MathCAD на основе выражений (1) – (3) для $k = 0,5$ и четырех значений длительности τ

(0.15, 0.25, 0.35 и 0.45 с) представлен на рис. 2. Сигналы нормированы по отношению к величинам $\omega = 2\pi \text{ с}^{-1}$ и $I_{0\rho} = 1 \text{ В}$.

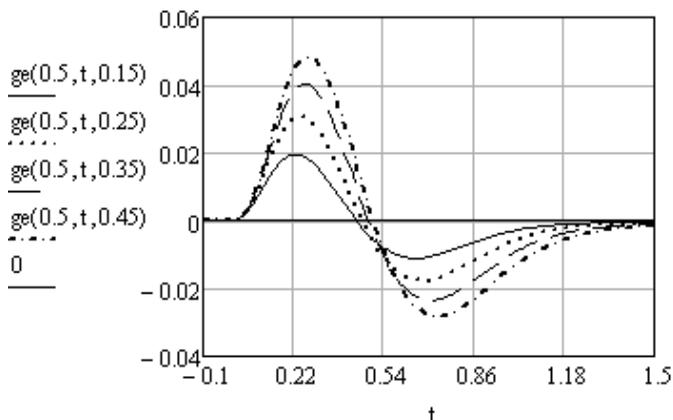


Рис. 2. Вид реакции ИСК на экспоненциальный сигнал

Сравним параметры реакции ИСК на экспоненциальный импульсный сигнал с аналогичными параметрами реакции контуров на прямоугольный импульс. На рис. 3 представлены зависимости длительности первой полуволны выходного сигнала от длительности τ входного импульса – $\tau 1g$ и $\tau 1ge$ соответственно для прямоугольного и экспоненциального способов возбуждения. Из них следует, что длительность этой части реакции меньше при экспоненциальном возбуждении первичного контура и, следовательно, такой способ позволяет получить выигрыш по времени формирования положительного импульса реакции.

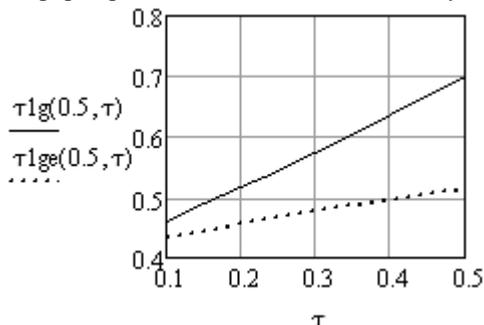


Рис. 3. Длительность первой полуволны реакции ИСК при разных способах их возбуждения

На рис. 4 приведены зависимости максимума реакции ИСК от длительности τ для названных способов возбуждения. При возбуждении коротким прямоугольным импульсом длительностью $\tau > 0.4$ величина

максимума остается неизменной. Это обусловлено тем, что при таких длительностях реакция ИСК распадается на две – реакцию на положительный скачок тока и реакцию на следующий за ним через время τ отрицательный скачок тока.

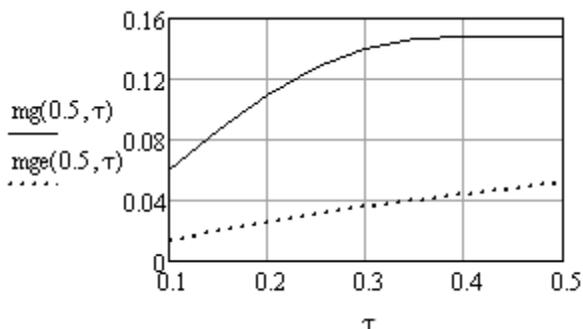


Рис. 4. Амплитуда первой полуволны реакции ИСК при разных способах их возбуждения

При возбуждении ИСК экспоненциальным импульсом с увеличением его длительности τ происходит монотонный рост амплитуды положительного импульса. При большом τ она стремится к величине, равной амплитуде реакции на положительный скачок тока, что следует из формул (1) и (3).

На рис. 5 представлены зависимости длительности сигнала на выходе ИСК от длительности τ входного импульса тока при возбуждении прямоугольным (τ_g) и экспоненциальным (τ_{ge}) импульсами.

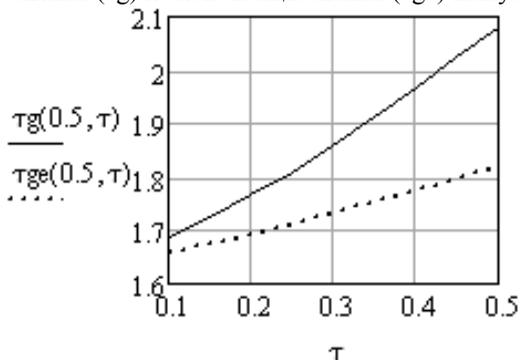


Рис. 5. Зависимость длительности реакции ИСК от τ при разных способах их возбуждения

Выводы. Проведенные исследования свидетельствуют об определенных достоинствах экспоненциального способа возбуждения ИСК, связанных с сокращением времени формирования сигнала.

Литература. 1. Измерительные системы для вращающихся узлов и механизмов/ В.В. Карасев, А.А. Михеев, Г.И. Нечаев; Под ред. Г.И. Нечаева. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 176 с. **2.** Карасев В.В., Карасева А.В. Исследование процессов в первичном контуре бесконтактно-го преобразователя импульсных сигналов// Датчики и системы, 2010. – № 6. – С. 39-41. **3.** Зилотова М.А., Карасев В.В. Индуктивно связанные контуры как эффективное средство бесконтактной связи с вращающимся оборудованием электроэнергетики// Электроэнергетика глазами молодежи: науч. тр. IV междунар. науч.-техн. конф., Т.1, г. Новочеркасск, 14-18 октября 2013 г. / Мин-во образования и науки РФ, Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: Лик, 2013. – С. 470-474.

***Реквизиты для справок:** Россия, 390005, Рязань, ул. Гагарина 59/1, Рязанский государственный радиотехнический университет, кафедра автоматизированных систем управления, к.т.н., доцент **Карасев В.В.**, e-mail: v.v.karasev@mail.ru, студентка ФАИТУ **Зилотова М.А.**, e-mail: mary050193@rambler.ru, тел. (4912) 46-03-36.*

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИГНАЛОВ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА»

КОТЛУБОВСКАЯ Т.В., ОВЧИННИКОВ В.И.

Введение. Одним из обязательных предметов при обучении студентов по профилю подготовки "Измерительные информационные технологии" направления «Приборостроение», является дисциплина "Аналоговые измерительные устройства", лабораторные работы по которой выполняются на стендах с реальными генераторами. Такие генераторы требуют существенного времени на прогрев; модулируемый сигнал подвержен множеству внешних факторов и помех. [1] Для наблюдения сигналов используются осциллографы, подключаемые к генератору, таким образом система приборов становится более помехозависимой. На практике реальный сигнал всегда будет отличаться от идеального, рассчитанного математически. [1]

Задачи разработки. Цель работы заключалась в разработке виртуального генератора, способного показать студентам идеальный сигнал, постепенное наложение на него помех и избавиться от неудобств, присущих реальным генераторам.

При работе с виртуальным аналогом реального генератора, студенты смогут лучше понять принцип работы устройства и то, какими

приёмами можно добиваться тех, или иных изменений в характере выходного сигнала.

Использование виртуальных устройств дает возможность повысить эффективность обучения, так как студенты активно участвуют в процессе обучения, приучаются мыслить самостоятельно и моделировать реальные процессы.

Кроме того, предварительное изучение вопроса показало целесообразность такого рода разработок, поскольку на современные аналоги чаще всего заменяют нерабочее оборудование, а не морально устаревшее. Высокая цена используемых приборов обусловлена малым количеством предприятий - производителей лабораторных стендов. АлтГТУ является одним из передовиков внедрения современных технологий в высших учебных заведениях страны, большая часть осциллографов ВУЗа была заменена на электронные аналоги, однако неудобства работы с генераторами по прежнему сохраняются.

При разработке виртуальной системы необходимо определить ее основные элементы и функции, которые они будут выполнять.



Рис. 1. Снимок пользовательского интерфейса дорелизной версии проекта

Интерфейс. Основными параметрами выводимого генератором сигнала являются частота и амплитуда, а параметрами осциллографа, выполняющего считывание и демонстрацию данных пользователю - частота развёртки, длительность развёртки (горизонтальной и вертикальной), а также переключатель режима развёртки. В программном комплексе, реализующем модель виртуального генератора, для работы с настраиваемыми параметрами в интерфейс будут выведены соответствующие таковым в реальном устройстве регуляторы этих параметров.

Пример интерфейса программной оболочки представлен на рисунке 1.

Функции системы управления сигналом могут различаться в зависимости от дополнительных настроек системы, таких, как отключаемые погрешности и помехи.

Важным конструктивным достоинством работы является использование в качестве среды разработки Microsoft Visual C#, имеющей большое количество открытых библиотек процедур, которые позволяют легко модифицировать разрабатываемый комплекс.[2]

Так, к соединённым в одном графическом пользовательском интерфейсе осциллографу и генератору, можно добавить модуль вывода сигнала на звуковую карту, и считывания преобразованного сигнала для оценки претерпеваемых изменений. Рассчитанные отклонения сравниваются с нормированными погрешностями.

Добавление помех и погрешностей возможно и исключительно программно, без генерации и считывания реального сигнала.

Средствами среды C# генерируются случайные погрешности, рассчитывается погрешность зависимости текущего сигнала от того, что генерировался ранее, осуществляется моделирование посторонних помех от различных источников.

Вывод. Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет проводить обучение специалистов с меньшими трудозатратами, способствует лучшему усвоению учебного материала на лабораторных работах, выполняет большее количество функций, нежели аналоговые устройства, и остаётся открытым к дальнейшим модернизациям и модификациям под конкретные нужды.

При современной тотальной информатизации общества, переход с аналоговых устройств на их качественно лучшие виртуальные аналоги является необходимым шагом ради сохранения актуальности и повышения качества обучения.

Литература. 1. Справочная книга радиолюбителя-конструктора. / А. А. Бокуняев, Н. М. Борисов, Р. Г. Варламов и др.; Под редакцией Н. И. Чистякова. – М.: Радио и связь, 1990. — 624 с. **2.** Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.0 на языке C#. 3-е издание. – СПб.: Питер, 2012 – 928с.

Реквизиты для справок. *К.т.н., доцент. Т.В. Котлубовская* – *tavikot2010@mail.ru;* *студент В.И. Овчинников* – *Ov4innikov.vasily@gmail.ru* - *Алтайский Государственный технический университет, кафедра информационных технологий.*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО БЛОКА ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА ДАВЛЕНИЕМ

ПЕРВУТИНСКИЙ К.А., НАДВОЦКАЯ В.В.

Введение. Электронные узлы систем обработки металлов давлением на гидравлических прессах на ООО «Ротор» со временем выходят из строя или устаревают настолько, что замена отдельных элементов вызывает серьезные проблемы: некоторые из них уже давно сняты с производства, а существующие аналоги могут иметь различия в исполнении, что повлечет за собой изменение конструкции или самой схемы. **Проблемы сложной структуры и схемного исполнения**, использующего несколько плат, соединенных между собой шинами (что приводит к снижению помехозащиты), наличия нескольких питающих напряжений, высокой рассеиваемой мощности решаются с помощью разработки автоматизированной системы управления на основе микроконтроллера.

Целью данной работы является разработка автоматизированного блока логического управления (БЛУ) устройства Я9102, являющегося ящиком управления механическими прессами или листовыми ножницами с усилием 1000 кН до 2500 кН, имеющих жестко заблокированную муфту-тормоз со сдвоенным заблокированным воздухораспределителем на электропневмовентолях и электроблокировочным контактом, один электродвигатель главного привода, один электродвигатель насоса жидкой импульсной системы смазки и до двух электродвигателей механизма регулировки.

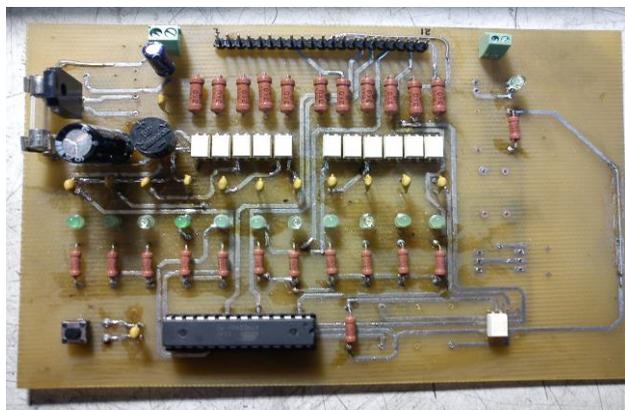


Рис. 1. Схема расположения и подключения системы

В программной среде DipTrace проектируется одна плата, на ней расположены микроконтроллер (МК) с обвязкой, оптронная развязка входов и выходов, усилительные выходные каскады на транзисторах, блок сигнализации, стабилизатор напряжения [2], рис. 1.

БЛУ рассчитан для работы в помещении с рабочим значением температуры окружающего воздуха от 1 до 35°C, относительной влажности воздуха не более 90% при 20°C или 50% при 40°C. БЛУ включает в себя управление муфтой пресса, муфтой ножниц, контроль и сигнализацию, управление электроприводом системы смазки, блок питания и управления.

Программное обеспечение МК ATmega8 фирмы Atmel, создается в соответствии с принципами безопасности и режимами работы данного оборудования на языке программирования Си. МК кроме режимов работы оригинальной схемы поддерживает работу в режиме «бездействия» для дополнительной защиты оператора от случайного включения. **Контроль и управление** смазкой рабочих органов станка осуществляется программно, с использованием периферийного встроенного в МК 16-битного таймера, не зависимо от всей остальной схемы. Таймер работает в режиме СТС, то есть при совпадении значения таймера с регистром сравнения, значение счетного регистра обнуляется автоматически. Делитель входной частоты подобран так, чтобы таймер принимал тактовые импульсы с частотой 16,625 КГц, прерывание таймера срабатывает 1 раз в секунду. Это позволяет нам использовать реальные временные интервалы в секундах. Также мы используем 2 переменные, значения которых соответствуют временным интервалам между смазками (3600) и длительность импульса смазки (10). Импульсы смазки производятся с интервалом 1 час, даже если станок в это время не совершал рабочего цикла [1].

В рабочем цикле МК есть **функция поиска референтной позиции**. Эта функция, также как и смазка, выполняет проверку временного интервала, но без использования встроенных таймеров, просто следит за значением некоторой переменной (timer), которая при достижении определенного порога провоцирует аварийную ситуацию.

Одной из немаловажных функций является **функция опроса кнопок**, обеспечивающий должный уровень безопасности оператора, даже против его воли. Многие операторы с приличным стажем работы на данном оборудовании нередко могут позволить себе прибегнуть к хитрости и обмануть систему защиты. Например: рабочий фиксирует одну из двух кнопок в положении «нажато» и запускает рабочий цикл нажатием всего одной кнопки, что приводит к тяжелым травмам самого оператора. Поэтому в алгоритме функции опроса кнопок используются

сразу 2 флага проверки, один из которых фиксирует сам факт нажатия, и сбрасывается лишь при полном отпуске обеих пусковых кнопок.

Как можно было заметить, в функциях не используются циклы, а только проверка условий. Поскольку система обрабатывает события **максимально близко к реальному времени**, зависания, закликивания, громоздкие вычисления могут привести к необратимым последствиям. поэтому в ситуациях, требующих неоднократной проверки, используются отдельные счетчики, которые модифицируются в процессе проверки условий, чтобы не задерживать выполнение программы.

Выводы: внедрение разработанной системы контроля и автоматизации с применением микроконтроллера позволит обеспечить высокую надежность и точность оборудования; снизить уровень энергопотребления; уменьшить габариты и количество элементов цепей и ускорить процесс диагностики и устранения неисправностей.

Литература. 1. Шпак Ю. А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. К.: МК-Пресс, 2006. - 402 с. **2.** Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы ATMEL – 3-е изд., стер. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. - 288 с.

Реквизиты для справок. Барнаул, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, к.п.н., доцент Надвоцкая В.В. - nadvotskaya7@mail.ru, студент Первухинский К.А., тел. (3852) 29-09-13.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНЫХ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОНДУКТОМЕТРОВ

ПЕРВУХИН Б.С., СУВОРОВА Н.В.

Кондуктометрический метод измерения основан на измерении электрических характеристик вещества (диэлектрической проницаемости ϵ , магнитной проницаемости μ и удельной электрической проводимости χ), которые в свою очередь зависят от его физико-химических свойств [1]. При растворении в воде электролита он диссоциирует с образованием ионов, следовательно, концентрация носителей зарядов в воде увеличивается, что приводит к уменьшению её электрического сопротивления и увеличению УЭП [2].

Являясь источниками информации об УЭП (удельной электрической проводимости) раствора, ПИП (первичный измерительный преобразователь) кондуктометров, тем не менее, вносят основной вклад в погрешность измерения, характерную для контактного метода измерения [3].

Целью работы является определение величины источников систематической погрешности измерения УЭП жидкости, возникающей при прохождении тока через ПИП с анализируемой жидкостью.

Схема эксперимента. На рисунок 1 приведена конструкция ПИП кондуктометров [3, 4]. Это один из самых старых, но до сих пор используемых датчиков – ячейка Джонса, для которой характерна небольшая паразитная ёмкость. Эти ПИП изготавливают с постоянной датчика $A = 5 \cdot 10^{-4} - 5 \text{ м}^{-1}$.

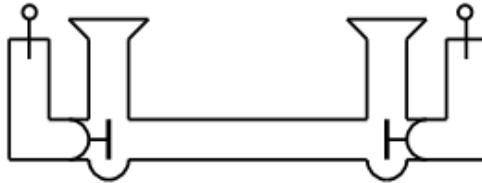


Рис. 1. Конструкция кондуктометрического ПИП

Определение параметров ПИП и их оценка. Являясь источником информации об УЭП раствора, ПИП кондуктометров, тем не менее, вносят основной вклад в погрешность измерения, характерную для контактного метода измерения [4].

На рисунке 2 представлена электрическая четырехэлементная схема замещения контактного двухэлектродного датчика, которая была получена методом интервального поиска аналогов.

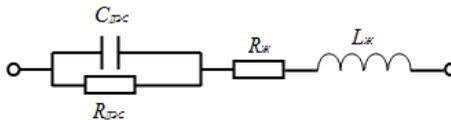


Рис. 2. Электрическая схема замещения ПИП с раствором:

$C_{дэс}$ – емкость двойного электрического слоя; $R_{дэс}$ – сопротивление двойного электрического слоя; $R_{ж}$ – сопротивление жидкости; $L_{ж}$ – индуктивность жидкости

Далее приведено уравнение (формула 1), описывающее электрическую схему

$$Z = \frac{1}{j\omega C_{дэс} + \frac{1}{R_{дэс}}} + R_{ж} + j\omega L_{ж} \quad (1)$$

Изменение удельной электропроводности водного раствора производилось растворением в дистиллированной воде хлорида калия [5].

Чтобы при разработке кондуктометров учесть источники погрешности, которые связаны с ПИП, необходимо определить параметры представленной схемы замещения [1, 5].

Для этого были получены экспериментальные величины активного и реактивного сопротивлений в диапазоне частот от 1кГц до 200 кГц. Параметры электрической схемы замещения были найдены, используя стохастический метод последовательного приближения коэффициентов системы нелинейных уравнений, описывающей схему, пока ошибка ее решения не будет лежать в пределах заданной точности.

По значениям активной и реактивной составляющих сопротивления ПИП были рассчитаны емкости и сопротивления двойного электрического слоя и получены их зависимости от УЭП (рисунки 3 и 4).

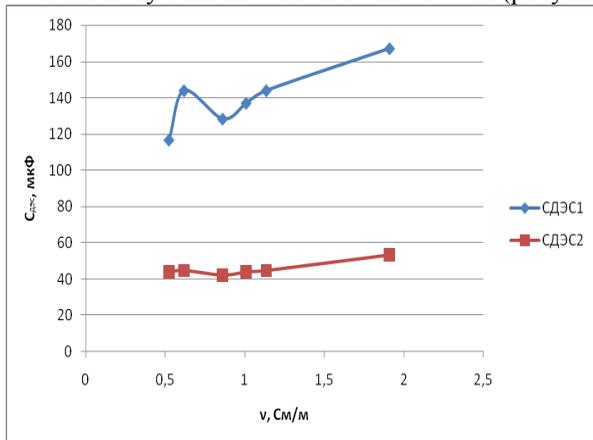


Рис. 3. Графики зависимости емкости ДЭС от УЭП

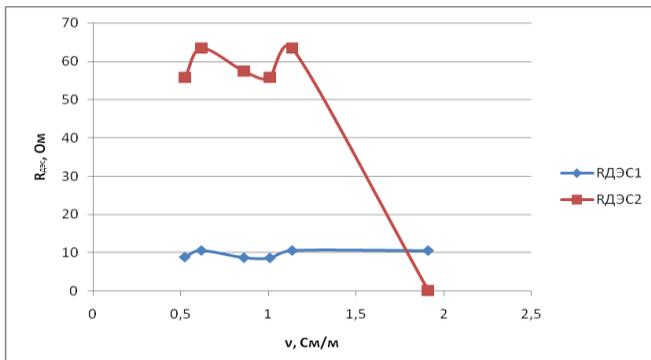


Рис. 4. Графики зависимости сопротивления ДЭС от УЭП

При наличии правильной схемы замещения ПИП с раствором графики на рисунках 3, 4 должны быть достаточно близки друг к другу в пределах допустимой погрешности 0,05%, что не наблюдается на рисунках и свидетельствует о необходимости дальнейшего синтеза схемы [3].

На рисунках 5-6 представлены графики зависимостей экспериментальных и расчетных активных и реактивных сопротивлений ПИП от частоты напряжения питания.

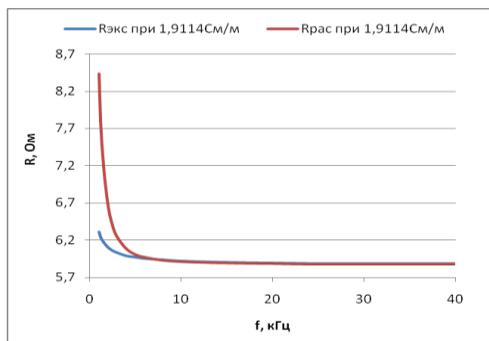


Рис. 5. Графики зависимости активных сопротивлений ПИП от частоты

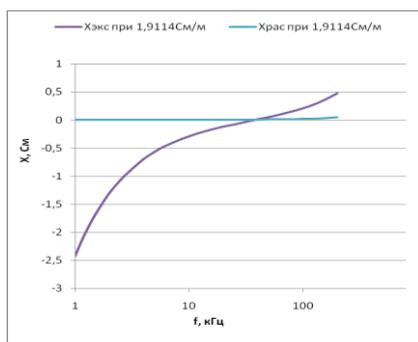


Рис. 6. Графики зависимости реактивных сопротивлений ПИП от частоты

По графикам на рисунках 5-6 также видно несовпадение экспериментальных и расчетных значений. Что говорит о необходимости дальнейшего поиска структуры схемы, описывающей лучшим образом поведение ячейки [4].

Выводы. Систематическая погрешность УЭП зависит от всех параметров ПИП. Знание величины параметров эквивалентных схем замещения ПИП с жидкостью позволяет учитывать их при выборе способов измерения УЭП (схемы замещения) и частоты измерительного сигнала.

На данный момент отсутствуют методики, которые позволяют определять параметры первичного измерительного преобразователя с более чем трехэлементной схемой замещения, оказывающие существенную роль на погрешность измерения.

Полученные данные говорят о необходимости синтеза эквивалентной схемы замещения ПИП с жидкостью, которая наилучшим образом отражает его поведение в широкой области частот напряжения питания, а также определения параметров схемы.

Литература. 1 Первухин Б.С. Универсальные прецизионные лабораторные кондуктометры на базе микропроцессорной техники. Дисс. канд. техн. наук. –М.: МИХМ, 1988. – 192 с. 2. Первухин Б. С. Определение параметров контактных первичных преобразователей кондуктометров. // Измерительная техника-2008-№3-С. 3. Первухин Б.С. Определение влияющих параметров первичных преобразователей на интеллектуальные кондуктометрические анализаторы жидкости./Первухин Б.С., Щастливцев И.А.// Ползуновский альманах-2007, № 3. – С.74 – 76. 4. Первухин Б.С. Определение параметров емкостных первичных преобразователей кондуктометров.//Измерительная техника-2009-№3-С.62-64. 5. Первухин Б.С. Моделирование трансформаторных кондуктометров основанных на методе прямого измерения./ Первухин Б.С., Латышенко К.П., Фатеев Д.Е.// Приборы-2009-№ 6. – С.38 – 42.

Реквизиты для справок. Россия, 634034, Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, д.т.н., доцент **Первухин Б.С.**, студент **Суворова Н.В.** nv-suvorova90@mail.ru, тел. (913) 233-56-30.

АЛГОРИТМ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА В БОЛЬШИХ ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЯХ

САВЧЕНКО В.В., КРЮЧКОВА Е.Н.

В наше время, в условиях большого и стремительно растущего объема информации, актуальна задача поиска в больших текстовых коллекциях [1]. Одним из вариантов поиска является семантический поиск, т.е. поиск по смыслу содержащейся в тексте информации [2,3,4]. Среди наиболее популярных систем семантического поиска

можно выделить Google, SearchMonkey, Powerset, Freebase и AskNet. Однако они имеют определенные недостатки, как, например, применение семантики лишь для незначительного улучшения результатов поиска, ограничение на длину запроса, снижение качества поиска с увеличением поискового запроса. Кроме того, большинство таких поисковых систем работают только с английским языком.

Изменчивость синтаксических конструкций и вариативность лексики естественных языков, разнообразие стилей изложения материала существенно усложняют решение данной задачи. Учитывая сложность семантического поиска необходимо применять методы, основанные на имеющихся в системе знаниях о предметной области поискового запроса.

Семантический поиск. В данной работе представлен результат разработки системы семантического поиска для больших текстовых коллекций на русском языке. Ключевая особенность предлагаемой системы - снятие ограничений на величину поискового запроса.

Исходными данными для поиска являются текстовые коллекции и запрос пользователя, который также представляет собой текстовую коллекцию. Исходя из предположения, что большая текстовая коллекция в общем случае неоднородна по своему содержанию и при поиске интересна лишь ее определенная часть, текст можно разделить на фрагменты. Как правило, такие фрагменты - это страницы, абзацы или наборы из нескольких предложений. Фрагменты будем называть «окнами», таким образом, задача сводится к поиску одного окна или группы окон.

Для каждого окна запроса и поисковых коллекций строится граф семантических связей - «семантический граф». Семантический граф представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются слова русского языка, представленные в нормальной форме, а ребра характеризуются весом и типом семантической связи. Направление ребра зависит от типа семантической связи, например отношение объект - действие, объект - свойство, действие - время. Для построения семантического графа каждое предложение из окна коллекции обрабатывается семантическим анализатором. В данной работе используется семантический анализатор RML (<http://www.aot.ru>).

Предложения окна обрабатываются последовательно, для каждого очередного предложения строится семантический граф G_{new} . Все ребра семантического графа G_{new} имеют вес равный единице. На каждой итерации семантический граф G_i предыдущей итерации объединяется с графом G_{new} обрабатываемого предложения, причем веса ребер нового графа G_{i+1} вычисляются как сумма весов ребер графов G_i и G_{new} , что

приводит к увеличению весов однотипных ребер. После этого результирующий семантический граф G_{i+1} используется для следующей итерации.

После обработки всех предложений окна, веса ребер получившегося графа нормируются путем деления на общее количество семантических связей окна. Из графа удаляются ребра с весом меньше некоторого достаточно малого δ . Таким образом, отсекаются лишние, семантически мало значащие ребра.

Далее необходимо подсчитать величину коэффициента соответствия семантического графа запроса и семантического графа окна. Простой поиск наибольшего общего подграфа, даже с учетом совпадения не только вершин, но и типов ребер, не приведет к цели по двум причинам. Во-первых, по причине NP-полноты данной задачи. Но главная причина, по которой простой поиск общего подграфа не даст хороших результатов, заключается в том, что один и тот же смысл содержится в текстах разного стилового оформления, вершины графа запроса и графа окна коллекции могут быть не только синонимами, но и каким-либо образом связанными по смыслу словами, могут содержать обобщающие сведения или только частичную информацию. Например, при обработке запроса, связанного с поиском текста «*хордовые животные, обитающие в тайге*» к хордовым, обитающим в тайге, в том числе относятся и зайцы тайги. Очевидно, улавливается связь: «*хордовые* → *зайцы*». В то же время между хордовыми и зайцами не должно быть полного отождествления, т. к. хордовые – это не только зайцы. Таким образом, возникает необходимость учета семантической зависимости понятий.

Для поиска связанных по смыслу слов был использован словарь, полученный методом автоматической обработки краткого толкового словаря, в котором представлен перечень слов в нормальной форме [5]. Каждому слову сопоставлен набор слов, связанных с ним ассоциативной, синонимичной и т.д. связью. Таким образом, словарь представляет собой направленный граф $G_{\text{word}} = (V_{\text{word}}, U_{\text{word}})$, где вершины V_{word} – это слова в нормальной форме, а ребра U_{word} имеют действительные весовые коэффициенты от 0 до 1. Назовем граф G_{word} графом справочника. За коэффициент связанности слов a_k и a_m – вершин семантического графа запроса G_{request} и семантического графа окна коллекции G_{text} возьмем произведение весов от таких же слов до общего предка в графе справочника. При совпадении слов данный коэффициент будет равен 1, иначе будет принадлежать промежутку $[0;1]$, т.к. веса ребер графа справочника действительные числа от 0 до 1.

Замечание: Граф справочника является упрощенной моделью наших знаний о реальном мире, а общий предок слов a_k и a_m в этом графе представляет собой некоторое обобщение соответствующих понятий. Нет смысла искать общего предка слов во всем графе справочника, т.к. произведение ребер на определенном удалении не превысит ξ , а это означает, что слова a_k и a_m связаны слабо. Следовательно, нас интересует некое ξ окружение искомым слов, в котором мы ищем общего предка. В противном случае считаем, что слова никак не связаны по смыслу и коэффициент соответствия между ними равен 0. Более того, есть необходимость добавить коэффициент «затухания», т.е. коэффициент из промежутка $(0;1)$, на который умножается текущее значение произведения ребер при прохождении очередного ребра графа справочника. Фрагмент графа G_{word} представлен на рис. 1.

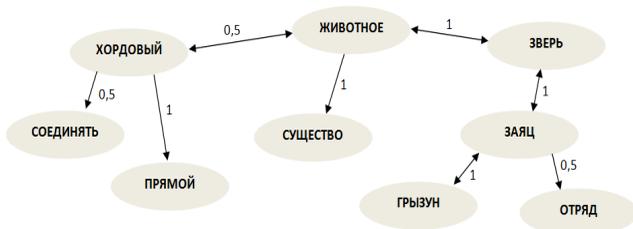


Рис. 1. Граф справочника

На следующем этапе ищем наилучшее совпадение семантического графа запроса с графом окна. Значение коэффициента релевантности (соответствия) при совпадении графов рассчитываем по формуле 2:

$$S = \sum_{k=1}^n d_k * r_k * l_k * m_k, \quad (1)$$

где n – количество совпавших ребер графа запроса и окна, k – индекс соответствующего ребра, d_k , r_k – произведение весов ребер в графе справочника от слова запроса и слова окна до общего предка соответственно, l_k – вес ребра k семантического графа запроса, m_k – вес ребра k семантического графа окна. Вариантов совпадения подграфов много, но нас интересует максимальное значение коэффициента соответствия. Определив максимальное значение по всем окнам текстовой коллекции, мы получим общее значение – коэффициент релевантности запроса и текстовой коллекции.

Тесты и результаты. Для оценки полученной системы были отобраны текстовые коллекции большого объема, удовлетворяющие од-

ному и тому же запросу к поисковой системе google.ru. Поисковый запрос строился исходя из содержания определенных коллекций. В зависимости от настроек системы были получены различные значения коэффициента соответствия между поисковым запросом и коллекцией. Однако для коллекций, по содержанию которых строился запрос или коллекций аналогичного содержания, значение коэффициента минимум на порядок превосходило значение коэффициента других коллекций, не похожих по содержанию.

Временные затраты на обработку коллекции в зависимости от количества предложений в запросе и окне коллекции представлены на рис 2.

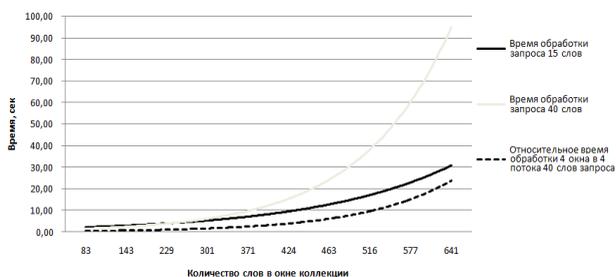


Рис. 2. Временные затраты

Так же было проведено тестирование с добавлением «шума», т.е. добавлением в текст окна предложений из других текстовых коллекций, не соответствующих запросу. Результаты отклонения коэффициента релевантности приведены на рис. 3.

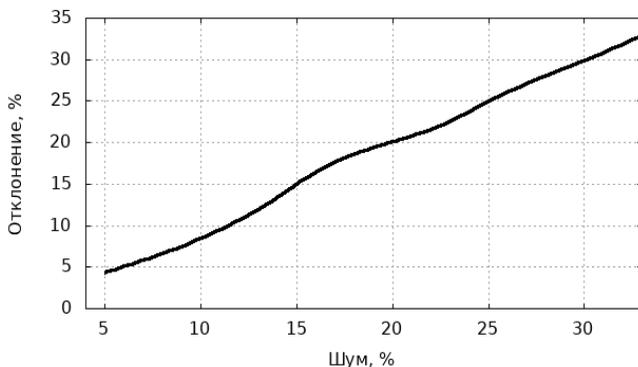


Рис. 3. Отклонение коэффициента релевантности из-за шума

Эксперименты показали, что отклонение коэффициента релевантности линейно возрастает с увеличением шума, т.е. алгоритм расчета коэффициента корректен и действительно отображает соответствие между окном коллекции и поисковым запросом.

К сожалению, предложенная реализация алгоритма имеет значительное увеличение времени обработки с ростом размеров окна и запроса. Для преодоления этого недостатка текстовую коллекцию и запрос следует разделять на окна оптимального размера с точки зрения времени обработки. Параллельная обработка окон текстовой коллекции может на многопоточных и многопроцессорных системах выполняться параллельно, что значительно повышает скорость обработки запроса.

Литература. 1. Hannah Bast, Marjan Celikik Efficient Fuzzy Search in Large Text Collections // ACM Transactions on Information Systems, 2010. 2. Mathieu d'Aquin, Enrico Motta Watson, more than a Semantic Web search engine // IOS Press Amsterdam, 2011. 3. K Elbedweihy, S N Wrigley, F Ciravegna, Dorothee Reinhard, Abraham Bernstein Evaluating Semantic Search Systems to Identify Future Directions of Research // Second International Workshop on Evaluation of Semantic Technologies, 843, page 25-36, 2012. 4. G. Tsoumakas, M. Laliotis, N. Markantonatos, I. Vlahavas Large-Scale Semantic Indexing of Biomedical Publications at BioASQ // BioASQ Workshop, 2013. 5. Крайванова В.А., Кротова А.О., Крючкова Е.Н. Построение взвешенного лексикона на основе лингвистических словарей // Материалы Всероссийской конференции с международным участием ЗОНТ-2011, Т.2, Новосибирск, стр. 32-38, 2011.

5 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, КРИПТОГРАФИЯ

БЕСПРОВОДНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ СЕКРЕТНЫХ КЛЮЧЕЙ В МНОГОЛУЧЕВОМ РАДИОКАНАЛЕ

А.В. КАРПОВ, Р.Р. ФАТЫХОВ, А.Д. СМОЛЯКОВ

Введение. В настоящее время большинство криптографических методов основываются на математической теории сложности вычислений, которая не может гарантировать абсолютной защиты информации. По этой причине разработка физических методов шифрования, основанных на случайности протекания какого-либо физического процесса, является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка системы динамической генерации и распределения ключей симметричного шифрования. Принцип действия разрабатываемой аппаратуры основан на использовании случайности траектории распространения радиоволн в многолучевой среде [1]. Взаимность многолучевого радиоканала с высокой точностью обеспечивает одинаковые значения случайных измерений фазы на концах радиолинии. И эти измерения позволяют сформировать два идентичных случайных ключа симметричного шифрования.

Для реализации изложенного способа шифрования была разработана аппаратура, осуществляющая когерентное измерение фазы сигналов во встречном режиме [2], в которой генерация ключей обеспечивается высокоточной синхронизацией. При проектировании системы синхронизации следует решить две основные задачи: как передавать синхросигнал от одного узла к другому и как организовать распределение синхросигналов по всем узлам системы [3]. Обе задачи синхронизации на данный момент осуществляются с помощью коаксиального кабеля, тем самым ограничивается возможность пространственного разнесения абонентов.

Беспроводная синхронизация. Переходя к беспроводному типу синхронизации, необходимо обеспечить устройства тактовой синхронизацией, синхронизацией внутренних часов устройств и разработать протокол синхронизации.

Исходя из теоретических расчетов производительности системы, было определено требуемое значение показателя долговременной стабильности частоты опорных генераторов, равное 10^{-9} . В качестве опорных генераторов было решено использовать рубидиевые стандарты частоты FS725 с кратковременной стабильностью частоты равной

10^{-11} . Опорный сигнал берется с выхода 10МГц (максимальная частота на выходе FS725). Также стандарт частоты имеет вход для подстройки выходной частоты к синхросигналам GPS, что позволяет подстроить опорный сигнал к меткам времени 1 Гц с приемников GPS, обладающим относительной долговременной стабильностью вплоть до 10^{-12} .

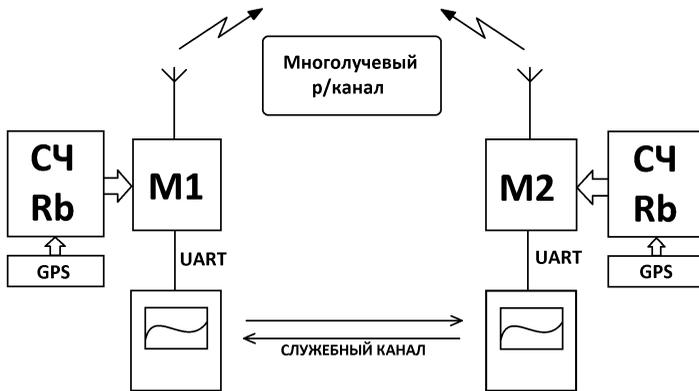


Рис.1. Блок-схема беспроводной синхронизации двух макетов

На рисунке 1 представлена блок схема экспериментальной установки, состоящей из двух макетов, подключенным к ним стандартам частоты FS725 и ПК с соответствующим программным обеспечением.

При переходе системы к беспроводной синхронизации необходимо разработать протокол синхронизации между макетами. Для синхронизации внутренних часов макетов было решено использовать секундные импульсы на выходе стандарта частоты FS725, которые имеют показатель кратковременной стабильности по частоте равный 10^{-11} . Внутренние часы макетов организованы на базе микроконтроллера Atmega169. При поступлении на макет секундного импульса значение внутренних часов увеличивается на единицу. Подстройка внутренних часов друг к другу, при одновременном старте, осуществляется с помощью протокола синхронизации.

Протокол синхронизации между устройствами реализован в виде программы, написанной на языке Java. Синхронизация макетов друг с другом происходит по служебному каналу. Временная диаграмма протокола синхронизации приведена на рисунке 2, и представляет собой минимальный набор команд, для установки времени старта зондирования, а также подстройки фазометров и внутренних часов макетов.

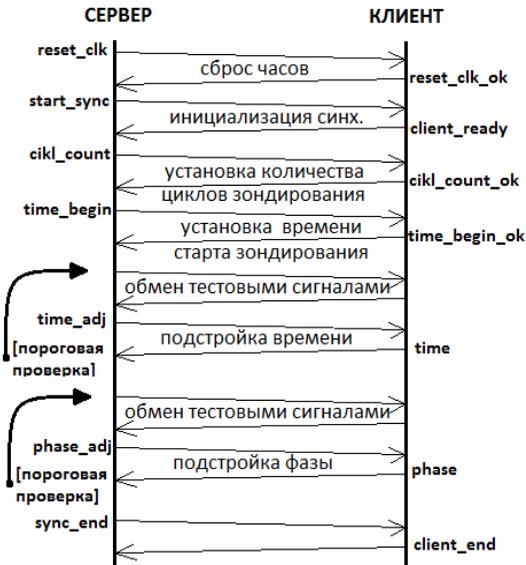


Рис. 2. Временная диаграмма протокола синхронизации.

Синхронизация начинается с одновременного сброса внутренних часов устройств. Так как максимальная задержка передачи команды сброса часов по служебному каналу составляет 1 с., то разница внутренних часов составит ± 1 с. Подстройка происходит в результате обмена тестовыми сигналами (рис. 3) и дальнейшей сверки регистрируемой амплитуды с пороговым значением. Низкое значение амплитуды обусловлено несовпадением временных интервалов приема/передачи (RX и TX) данных. Если значение амплитуды ниже порогового, то происходит подстройка внутренних часов на $+1$ с. или -1 с. Когда значение регистрируемой амплитуды превысит пороговое, можно сделать вывод о совпадении интервалов приема/передачи, а также внутренних часов макетов. В ходе этой процедуры происходит синхронизация внутренних часов устройств с точностью до 10 нс. Временные задержки передачи команд по служебному каналу не учитываются, так как старт зондирования происходит по синхронизированным внутренним часам макетов, в заранее установленное время. Процедура подстройки начальных фаз фазометров происходит уже на синхронизированных макетах путем сравнения текущей выборки измерений фазы одного макета с выборкой другого. В результате подается корректирующее

значение фазы. Подстройка фаз повторяется до тех пор, пока разность фаз не будет ниже заданного порогового значения.



Рис. 3. Временная диаграмма обмена зондирующими сигналами

Выводы. В ходе работы были рассмотрены возможные варианты реализации беспроводной синхронизации устройств. В качестве опорных генераторов были выбраны рубидиевые стандарты частоты FS725, имеющие возможность подстройки частоты к секундным меткам спутников GPS. Разработан протокол синхронизации между устройствами и реализована подстройка внутренних часов макетов. Результатом проделанной работы является предложенный способ беспроводной синхронизации пространственно разнесенных устройств генерации секретных ключей.

Литература. 1. Джейкс У.К. Связь с подвижными объектами в диапазоне СВЧ/ У.К. Джейкс. -М.: Связь, 1979, -520с. **2.** Карпов А.В., Каюмов И.Р., Смоляков А.Д. Разработка макета устройства динамической генерации ключей шифрования для криптографической системы связи// Ползуновский вестник. - 2011 - №. 3-1 - С. 210-213. **3.** С. Брени Синхронизация цифровых сетей связи/ под ред. А.В. Рыжкова. -М.: Мир, 2003, -417с.

Реквизиты для справок. Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская 16а, Казанский федеральный университет, Институт физики, кафедра радиофизики, д.ф.-м.н., проф. Карпов А.В. Arkadi.Karpov@kpfu.ru, магистрант Фатыхов Р.Р. ruslancomb@gmail.com

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТУРНОГО И ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ

ПЕТРОВ И.В., НЕДОПЕКИН Н.В.

Благодаря своим уникальным свойствам, радужная оболочка глаза стала одним из самых надежных биометрических признаков. В настоящее время появилось новое направление развития этой технологии - распознавание радужной оболочки глаза по снимкам сделанным без участия субъекта, неспециализированным оборудованием, таким как, например, обычная цифровая камера, веб-камера или камера мобильного телефона. Все это потребовало разработки новых методов и алгоритмов распознавания. Одним из перспективных направлений выявления наиболее информативных признаков может быть использование физических подходов к анализу структуры радужной оболочки глаза.

Радужная оболочка глаза имеет очень сложную структуру с большим количеством мелких деталей. Она содержит множество коллагеновых нитей, складок, короны, крипты, области различной окраски, пятна, впадины, кольца. Измерение параметров этих признаков и их пространственной связи позволяет получить количественные параметры, может быть использовано для идентификации и контроля.

Была поставлена задача проанализировать возможности текстурного и фрактального подхода для идентификации личности.

Текстура - пространственное свойство объекта, состоящее в почти периодическом изменении яркости его поверхности и позволяющее зрительно выделить объект из ряда ему подобных. Основной количественной характеристикой текстуры служит автокорреляционная функция. На практике в каждом конкретном случае используются и другие признаки текстуры.

Для классификации структур радужной оболочки глаза в качестве текстурного признака использовано число перепадов яркости в указанной окрестности для каждой точки изображения $T_{(j,k)}$, где (j,k) – координаты текущей точки изображения [1]. Указанный количественный параметр был применен для анализа изображений радужной оболочки глаза базы данных офтальмологических снимков. Численные эксперименты показали, что число перепадов яркости обладает слабыми разделяющими свойствами.

Для фрактальной оценки структуры апробировались широко применяемые для изучения взаимосвязи «структура – свойства» хаусдорфова размерность и спектр фрактальных размерностей [2] Численные

эксперименты показали, что указанные характеристики обладают слабыми разделяющими свойствами.

Был предложен боксовый метод [3]. Принцип работы данного метода заключается в следующем. На изображение объекта накладывается сетка с ячейками размера g , в каждой ячейке проверяется наличие объекта, если объект присутствует число N_r , для текущего значения g увеличивается на 1. После проверки всех ячеек, масштаб сетки уменьшается, размер ячейки g уменьшается, после чего процедура подсчета N_r повторяется, до того момента, когда g достигнет минимального значения. В итоге получается зависимость N_r от g .

$$\log(N_r) = \log(K) + D * \log\left(\frac{1}{g}\right)$$
 Значение D можно найти как коэффициент этого уравнения путем аппроксимации по методу наименьших квадратов.

Для оценки работоспособности фрактальной оценки структуры был проведен численный эксперимент. В качестве исходных данных выступали снимки из базы данных офтальмологических снимков.

В информационную систему, выполняющую идентификацию по радужной оболочке глаза был добавлен модуль, позволяющий реализовать следующие шаги:

А) Разбиение нормализованного изображения на 32 верхних и нижних блока размером 32x32 пикселя;

Б) Вычисление фрактальной размерности в блоках не содержащих век и ресниц, используя «боксовый» алгоритм;

В) Усреднение фрактальных размерностей полученных в верхних и нижних блоках;

Классификация была реализована с помощью нейронной сети. Для обучения и настройки сети использовалась свободно распространяемая программа "Neural Network Wizard" [4].

Полученные результаты показывают, что параметризация с помощью фрактальных параметров может быть применена для предварительного разделения изображений структуры. Это ускоряет процесс поиска по базе изображений в 3 – 4 раза. Точность классификации составила 95,7%. Основные причины ошибок классификации заключаются в наличии градиентных отражений и бликов, закрывающих изображение структуры радужной оболочки глаза. Это требует второго этапа классификации по математическим параметрам.

Литература 1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – Кн.2. – 480 с. 2. Н.Н. Минакова, И.В. Петров, Н.В. Недопекин. Фрактальный анализ структуры радужной

оболочки глаза для задач идентификации личности //Известия Алтайского государственного университета, № ½, 2013. - С. 170-173. **3.** Федер Е.Фракталы. – М., Мир, 1991. – 261 с. **4.** Neural Network Wizard [электронный ресурс]. – URL: <http://www.basegroup.ru/download/demoprgr/nnw/2>.

Реквизиты для справок: Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодёжная 1, Алтайский государственный университет, ПЕТРОВ Иван Васильевич аспирант физико-технического факультета Алтайского государственного университета (Барнаул) Тел. (3852) 36-48-09, e-mail PetrovIV90@gmail.com, НЕДОПЕКИН Николай Владимирович студент физико-технического факультета Алтайского государственного университета (Барнаул) Тел. (3852) 36-48-09, e-mail nikn123@mail.ru

ДИСТАНЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ВИННИКОВ А.М., КРЫГИН М.А..

Рассматривается способ моделирования защищенных систем коммуникации на основе дистанционной версии Алгебраического процессора «НИУ «МЭИ» [1], обеспечивающей дистанционный доступ каждого пользователя к библиотеке AAL MPEI (Algebraic Abstract Library MPEI) и к другим алгебраическим библиотекам посредством web-интерфейса. Используемая библиотека AAL MPEI[2] содержит функции для реализации разнообразных криптографических протоколов. Среди прочих, в библиотеке реализованы операции в кольцах, конечных полях, операции с многочленами над конечными полями и их расширениями, операции с эллиптическими кривыми.

Дистанционная версия Алгебраического процессора содержит в себе специальную среду исполнения. Пользователь может, используя Python-образный синтаксис, создавать программы, которые будут использовать функции библиотеки AAL и других библиотек, и исполнять их прямо в web-интерфейсе Алгебраического процессора. Использование функций библиотек не требует подключения каких-либо дополнительных модулей и возможно напрямую. Дистанционный Алгебраический процессор снабжен удобным редактором программ с подсветкой синтаксиса Python-образного языка программирования, инструментами разработки и поиска ошибок. Окно вывода дает удобное представление для сложных алгебраических структур, которые могут быть результатом действия программ пользователя.

Реализована система разделяемых между программами пользователя переменных, которая может использоваться для отделения задач в подпрограммы и распространения общих для подпрограмм данных и настроек.

Кроме того, реализован механизм передачи сообщений между пользователями и группами пользователей. Механизм обеспечивает доступность некоторых сообщений конкретных пользователей любой группе других пользователей или же всем остальным пользователям сети. Эти особенности дистанционного Алгебраического процессора МЭИ позволяют моделировать работу криптографических протоколов и атак на них, разделяя транзакции на два класса – транзакции, доступные конкретному пользователю, и транзакции, доступные всем пользователям, включая коррумпированных [1]. Тем самым создаются условия для всестороннего анализа защищенности коммуникаций, в том числе в условиях композиции протоколов [3]. В качестве примера рассматривается протокол аутентификации, при этом воспроизводится моделирование идеального функционирования с учетом реальных условий.

Функциональные возможности дистанционного образовательного ресурса [1] расширены для воспроизведения (моделирования) и программирования практически всех алгоритмов и криптографических протоколов, приведенных в изданиях [4,5].

Описываемые возможности дистанционного Алгебраического процессора делают его очень удобным для обучения студентов основам и методам криптографии. Web-интерфейс содержит в себе удобный инструментарий для проведения лабораторных работ. Он позволяет размещать на сайте дистанционной версии Алгебраического процессора вводные тексты, теоретические материалы, примеры в виде программ на Python-образном языке программирования. Примеры могут быть исполнены прямо на странице лабораторной работы. Дистанционная версия Алгебраического процессора снабжена административными инструментами для редактирования страниц лабораторных работ.

Литература. 1. Фролов А.Б. Дистанционный электронный образовательный ресурс «Алгебраический процессор «НИУ «МЭИ»».// А.Б. Фролов, А.М. Винников, С.Б. Гашков, М.А. Крыгин /Труды VIII Международной научно-практической конференции "Современные информационные технологии и ИТ-образование". 12-14 декабря 2013, Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова. 2013.. **2.** Фролов А.Б. Алгебраический процессор // А.Б.Фролов, А.Ю.Белова, М.В. Волокитин, Н.В. Чернышова. М.: Издательский дом МЭИ. 2010. **3.** Universally Composable Security: A New Paradigm for Cryptographic Protocols // Electronic

Colloquium on Computational Complexity, 2005, Revision 3 of Report No 16 (2001) 4. Болотов А.А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Алгебраические и алгоритмические основы// А.А. Болотов, С.Б. Гашков. А.Б. Фролов, 2 изд., доп. – М: КомКнига. 2012 5. Болотов А.А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Протоколы криптографии на эллиптических кривых.// А.А. Болотов, С.Б. Гашков. А.Б. Фролов, 2 изд., доп. – М: КомКнига. 2012.

Реквизиты для справок: *Россия, , Москва, ул. Красноказарменная, 14, МЭИ, кафедра ММ, Крыгину М.А., тел. (903) 5137324. E-mail:makrygin@gmail.com*

ОБ ОБЩЕЙ СХЕМЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

БЕЛКИН С.А., БЕЛОВ В.М., ПИВКИН Е.Н.

Оценка рисков – это базовый процесс управления информационной безопасностью (ИБ). Организации используют оценку рисков, чтобы определить риски в пределах информационной системы и обеспечить существенные меры для их уменьшения. Достаточно полный обзор и сравнительный анализ существующих методов определения рисков информационной безопасности (ИБ) приведен в работе [1].

Ранее в статье [2] были предложены достаточно приблизительные варианты общей схемы и обобщенного алгоритма оценки угроз и рисков ИБ, имеющие ряд серьезных недостатков.

Согласно этим процедурам риски вычисляли не для всех угроз, а только для так называемых актуальных угроз. Т.е. выделяли в качестве отдельного этапа определение списка актуальных угроз. На наш взгляд, это не совсем корректно. Процесс составления списка актуальных угроз необходимо проводить на основе вероятности реализации каждой угрозы и ущерба, который она может нанести активам предприятия. Только в этом случае можно судить о ее актуальности.

Далее, в публикации [2] определение вероятности и оценку эффективности защитных мер осуществляли на различных этапах. Это тоже неверно, поскольку вероятность реализации угрозы на предприятии зависит от эффективности реализованных мер защиты [3].

С учетом сложности построения информационных систем (ИС) и их роли в деятельности предприятия, оценивать нужно не коэффициент уязвимости или уязвимость в отдельности [2], а совокупность уязвимостей, составлять сценарии угроз, чтобы описать как инциденты, вызванные угрозами, могут нанести ущерб. Разработка сценариев угрозы может быть очень полезна, поскольку некоторые уязвимости

могут быть не подвержены использованию до тех пор, пока не будут использованы другие уязвимости. Анализ, который освещает, как набор уязвимостей может быть использован одной или несколькими угрозами более полезен, чем анализ отдельных уязвимостей [3].

На основе выше изложенного можно упростить схему оценки рисков, представленную в [2], чтобы она выглядела следующим образом:

1. Характеристика системы;
2. Идентификация уязвимостей и угроз;
3. Анализ мер безопасности;
4. Определение вероятности угроз;
5. Анализ последствий;
6. Определение рисков;
7. Рекомендации по мерам безопасности;
8. Документирование результатов.

На этапе 1 определяем границы ИС, наряду с информацией и ресурсами, составляющими эту систему. Характеристика ИС задает область применения и границ оценки рисков и предоставляет необходимые сведения (например, об аппаратном и программном обеспечении, о подключениях системы, о персонале и назначении системы) для определения рисков.

На этапе 2 составляем список уязвимостей и угроз, которые могут эксплуатировать соответствующие уязвимости. Уязвимость, сама по себе, не наносит организации никакого вреда. Должна быть угроза, которая может ее эксплуатировать. Но даже если уязвимости не соответствует угроза, она все равно должна подвергаться мониторингу.

В ходе этапа 3 осуществляем анализ мер безопасности, которые уже были внедрены и которые планируем внедрить, чтобы свести к минимуму или исключить возможность использования угрозой уязвимости системы. Уязвимостью можно считать отсутствие меры безопасности или ее некорректную реализацию. При интеграции новых мер безопасности следует учитывать их совместимость с существующими мерами, поскольку это может привести к дополнительным рискам и затратам.

На этапе 4 определяем вероятности использования угрозами уязвимостей.

Следующим важным этапом при оценке рисков является определение величины ущерба при потере конфиденциальности, целостности или доступности в результате успешной реализации угрозы.

На этапе 6, используя полученные на предыдущих этапах оценки вероятности и ущерба, определяем риски ИБ. Как известно риск пред-

ставляет собой вероятность того, что угроза использует уязвимость, на величину соответствующего ущерб.

На этапе 7 определяем меры безопасности, которые подходят для снижения рисков.

На этапе 8 составляем отчет об оценке рисков.

Этапы 4 и 5 можно проводить параллельно после того, как будет завершен первый этап.

Таким образом, на основе группового анализа уязвимостей нами в данной статье предложена общая схема оценки рисков ИБ.

Литература. 1. Плетнев П.В., Белов В.М. Сравнительный анализ существующих методов определения рисков информационной безопасности. - Ползуновский вестник. - 2011. - №3/1. - С. 221-223. **2.**

Плетнев П.В., Белов В.М., Пивкин Е.Н. Общая схема и обобщенный алгоритм оценки угроз и рисков информационной безопасности. Материалы всероссийской научно-технической интернет-конференции с международным участием "Надежность функционирования и информационная безопасность телекоммуникационных систем железнодорожного транспорта". - Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2013. - С.205-209. **3.** NIST SP 800-30:2012. Guide for conducting Risk Assessments [электронный ресурс]/National Institute of Standards and Technology. – URL: <http://csrc.nist.gov/publications/PubsSPs.html> (Дата обращения: 19.03.2014).

*Реквизиты для справок. Россия, 630102, Новосибирск, ул. Кирова 86, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра безопасности и управления в телекоммуникациях, д.т.н., профессор **Белов В.М.** – ymbelov@mail.ru, аспирант. **Белкин С.А.** serega-box2011@yandex.ru, тел. 8-913-772-86-23.*

МЕТОД ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

БЕЛКИН С.А., БЕЛОВ В.М., КОСОВ Д.Л.

Существует большое количество подходов к оценке рисков информационной безопасности (ИБ). Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Сравнительный анализ этих подходов был сделан в работе [1].

Несмотря на такое многообразие методов оценки рисков, вопрос о создании новых методов по-прежнему остается актуальным [1].

Предложим один такой подход, связанный с процедурами факторного планирования эксперимента.

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов необходимых и достаточных для получения математической модели процесса [2].

Для простоты эксперимента в качестве модели будем использовать функцию регрессии, которая определит зависимость вероятности реализации угрозы от различных факторов.

Фактором будем считать проявление уязвимости или любое другое событие, которое способствует реализации угрозы. Факторы, как по одному, так и в совокупности, могут вносить свой вклад в реализацию угрозы. Уровень или значение, которое может принимать фактор равно 1 или 0, т.е. фактор либо вносит свой вклад, либо не вносит. Чтобы проще было составить список уязвимостей, угроз и сформулировать факторы риска удобно воспользоваться стандартами в области ИБ.

Вместо опытов будем формулировать различные сценарии реализации угрозы, затем эксперты оценят каждый сценарий по шкале от 0.00 до 1.00, которая показывает степень опасности каждого сценария по сравнению с другим.

Чем больше факторов, тем больше опытов требуется провести. Если число факторов равно двум или трем, то планирование эксперимента можно провести по схеме полного факторного эксперимента. Если факторов больше трех, то лучше провести планирование по схеме дробного факторного эксперимента. Это позволит значительно сократить число опытов и количество коэффициентов регрессии.

Таким образом, в процессе планирования эксперимента строим матрицу планирования эксперимента, в которую эксперты вносят информацию о сценариях реализации угроз. После этого переходим к расчету коэффициентов регрессии. В результате получаем модель оценки вероятности реализации угрозы.

Поскольку ИБ – это непрерывный процесс, а не разовое мероприятие, то служба безопасности должна осуществлять постоянный мониторинг факторов риска, чтобы не допустить инцидентов нарушения безопасности.

Предлагаемый нами метод оценки вероятности угроз позволяет упростить общую схему оценки рисков, представленную в работе [3].

Отметим еще, что такая модель обладает гибкостью: не мешает экспертам добавлять новые факторы. Кроме того, модель может быть полезна для оценки рисков на этапе построения информационных систем, когда отсутствуют статистические данные по инцидентам безопасности.

Литература. 1. Плетнев П.В., Белов В.М. Сравнительный анализ существующих методов определения рисков информационной без-

опасности. - Ползуновский вестник. - 2011. - №3/1. - С. 221-223. **2.** Любченко Е. А., Чуднова О. А. Планирование и организация эксперимента: учебное пособие. Часть 1. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 156 с. **3.** Плетнев П.В., Белов В.М., Пивкин Е.Н. Общая схема и обобщенный алгоритм оценки угроз и рисков информационной безопасности. Материалы всероссийской научно-технической интернет-конференции с международным участием "Надежность функционирования и информационная безопасность телекоммуникационных систем железнодорожного транспорта". - Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2013. - С.205-209.

***Реквизиты для справок.** Россия, 630102, Новосибирск, ул. Кирова 86, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра безопасности и управления в телекоммуникациях, д.т.н., профессор **Белов В.М.** – ymbelov@mail.ru, аспирант. **Белкин С.А.** serega-box2011@yandex.ru, тел. 8-913-772-86-23.*

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ВУЗЕ

МАСАЛОВА К.В., ШАРЛАЕВ Е.В.

В силу своей специфики в ВУЗе хранится и обрабатывается огромное количество информации, связанной с обеспечением учебного процесса, внеучебной деятельности, научных разработок, международного сотрудничества, служебная, коммерческая и иная конфиденциальная информация, в том числе персональные данные (ПДн) студентов, сотрудников, посетителей, абитуриентов, и других категорий субъектов ПДн. ПДн это информация, относящаяся к физическому лицу, и государство требует от операторов, обрабатывающих ПДн, выполнение требований законодательства. ВУЗы являются операторами ПДн, и соответственно, на них распространяется действие закона о 152-ФЗ «О персональных данных».

Практика показывает, что разработать эффективную систему защиты информационных систем можно только в соответствии с действующими требованиями руководящих документов и рекомендаций. В них отражены требования, предъявляемые к построению системы защиты, выбору средств и методов защиты: программно-аппаратных, инженерно-технических, организационно-правовых.

Самостоятельно ВУЗ не всегда способен справиться с задачей построения эффективной системы защиты информации, поэтому прибегают к услугам коммерческих организаций, оказывающих услуги в

области защиты информации. Это увеличивает расходы на защиту ПДн, но гарантирует более качественную работу и отлаженную систему защиты информации с полным пакетом документации.

Основными проблемами, с которыми сталкиваются при организации защиты ПДн в ВУЗе, являются:

- территориальная рассредоточенность ресурсов информационных систем;
- большое количество серверов, к которым привязаны ИСПДн, порой с разными уровнями защищенности;
- выход многих ИСПДн в глобальные сети и сети общего пользования.

Поэтому самым разумным подходом будет являться рассмотрение каждой ИСПДн отдельно, а уже затем рассматривать их в совокупности.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 1 ноября 2012 г. № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных», требования по защите персональных данных в ИСПДн зависят от уровня защищенности ИСПДн.

В таблице представлено соответствие уровня защищенности ИСПДн в зависимости от категории обрабатываемых персональных данных, типа актуальных угроз и количества обрабатываемых данных в соответствии с нормами действующего законодательства.

Все ИСПДн по категориям обрабатываемых данных делятся на:

- обрабатывающие специальные категории персональных данных (касающиеся расовой, национальной принадлежности, политических взглядов, религиозных или философских убеждений, состояния здоровья, интимной жизни) (ИСПДн-С);

- обрабатывающие биометрические категории персональных данных (сведения, которые характеризуют физиологические и биологические особенности человека, на основании которых можно установить его личность и которые используются оператором для установления личности субъекта) (ИСПДн-Б);

- обрабатывающие иные персональные данные (ИСПДн-И).

- обрабатывающие общедоступные персональные данные (данные субъектов персональных данных, полученные только из общедоступных источников) (ИСПДн-О).

Отдельно выделены информационные системы, обрабатывающие персональные данные только сотрудников оператора.

В постановлении приведены три типа актуальных угроз.

- 1 тип. Угрозы, связанные с наличием недокументированных

(недекларированных) возможностей в системном программном обеспечении (операционная система)

- 2 тип. Угрозы, связанные с наличием недокументированных (недекларированных) возможностей в прикладном программном обеспечении (программы обработки ПДн)

- 3 тип. Угрозы, не связанные с наличием недокументированных (недекларированных) возможностей

Таблица. Определение уровня защищенности ИСПДн в соответствии с нормами действующего законодательства

Тип ИСПДн	Сотруд. оператора	Количество субъектов	Тип актуальных угроз		
			1	2	3
ИСПДн-С	Нет	> 100 000	УЗ-1	УЗ-1	УЗ-2
	Нет	< 100 000	УЗ-1	УЗ-2	УЗ-3
	Да				
ИСПДн-Б			УЗ-1	УЗ-2	УЗ-3
ИСПДн-И	Нет	> 100 000	УЗ-1	УЗ-2	УЗ-3
	Нет	< 100 000	УЗ-2	УЗ-3	УЗ-4
	Да				
ИСПДн-О	Нет	> 100 000	УЗ-2	УЗ-2	УЗ-4
	Нет	< 100 000	УЗ-2	УЗ-3	
	Да				

При этом в документе не дается указаний на способы выявления недодекларированных возможностей программного обеспечения.

Если программное обеспечение лицензионное, выпускается серийно и имеет широкое распространение, то с большой долей вероятности можно сказать, что недодекларированные возможности в нем от-

сутствуют. В противном случае есть высокая вероятность наличия недокументированных функций, способных нанести вред.

Рассмотрим реальную ситуацию. В ВУЗе имеется структура сети, представленная на рисунке.

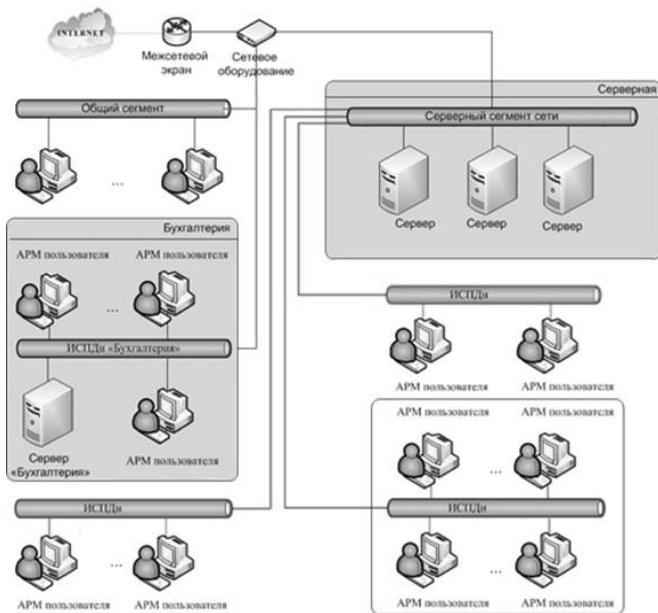


Рис. 1. Структурная схема сети ВУЗа

АРМ пользователей одной ИСПДн находятся в разных зданиях, у пользователей, как правило, различные права доступа к обрабатываемой информации в зависимости от цели обработки. Подключение к сети Интернет осуществляется по выделенной линии. Межсетевое экранирование от сети Интернет осуществляется не сертифицированными межсетевыми экранами. В зданиях ВУЗа введен пропускной режим, что не допускает несанкционированный доступ в помещения университета. В помещениях установлены системы пожарно-охранной сигнализации, двери помещений в нерабочее время закрываются на замок.

Типичная ситуация для ВУЗа это обработка специальных ПДн субъектов которые могут являться или не являться сотрудниками оператора в количестве до 100 000, актуальные угрозы третьего типа (для АС). Модель угроз строится на основе «Базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных си-

стемах персональных данных» разработанной ФСТЭК России в 2008 году. То есть, большая часть ИСПДн будет отнесена к 3 уровню защищенности, однако встречаются ИСПДн с другим уровнем защищенности.

Разногласия между заказчиком (ВУЗом) и исполнителем возникают в основном в части устанавливаемого ПО и оборудования - денежных средств не всегда хватает для проведения полного объема мероприятий. Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21 "Об утверждении Состав и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных" предусматривает наличие компенсирующих мер при невозможности выполнения обязательных, но и этого не всегда достаточно и прибегают к понижению уровня защищенности. Если в ИСПДн обрабатывается биометрическая информация вместе с иными ПДн, то ищут пути убрать её из процесса обработки. Пример – фото сотрудника на пропуск хранится в ИСПДн, для неё характерны угрозы 3 типа, следовательно, ИСПДн можно отнести к 3 УЗ, но если фото на пропуск вклеивает сам сотрудник, а из ИСПДн фото удаляется, то уровень защищенности может понизиться до 4. Это значит, что большинство требований перестают быть обязательными для выполнения, можно сократить расходы на техническую и программную составляющую системы защиты и обойтись только организационными мерами защиты.

В нашем примере все ИСПДн имеют 3 УЗ, соответственно для выполнения большинства требований на АРМ и серверах оказалось достаточно установить антивирус, СЗИ НСД с токеном и персональный межсетевой экран соответствующих классов и сертифицированных ФСБ и ФСТЭК России. При выборе данных средств защиты руководствовались как эффективностью, так и экономической целесообразностью. Все СЗИ имеют централизованное управление и управляются администратором безопасности или штатным специалистом по защите информации.

На данный момент в данном учебном заведении уже установлена и настроена данная система защиты персональных данных. Все СЗИ настроены в соответствии с матрицей доступа. Так же были разработаны инструкции для операторов ИСПДн и администраторов безопасности. Система успешно функционирует, сообщений об ошибках и сбоях не поступало.

ВУЗ, как оператор ПДн, успешно прошел проверку государственных регуляторов на предмет выполнения требований закона №152-ФЗ «О персональных данных».

Выводы

В силу ряда особенностей операторам ПДн сложно самостоятельно разработать, установить и настроить эффективную, отвечающую всем требованиям законодательства систему защиты, поэтому в нашем регионе они чаще всего прибегают к услугам коммерческих предприятий, занимающихся информационной безопасностью. Они предлагают ВУЗу индивидуальные проекты, которые согласовываются на всех этапах построения и, при наличии жестких рамок, не позволяющих реализовать ни один из предложенных проектов, ищут альтернативные пути защиты или ухода от защиты.

Литература. 1. О персональных данных: Федеральный закон от 27 июля 2006 № 152-ФЗ (ред. от 23.07.2013 N 205-ФЗ): [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Программа информационной поддержки российской науки и образования // справочные правовые системы Консультант Плюс: Высшая школа. – 2013. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. **2.** Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27 июля 2006 № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2013): [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Программа информационной поддержки российской науки и образования // справочные правовые системы Консультант Плюс: Высшая школа. – 2013. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. **3.** Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных: Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119: [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Программа информационной поддержки российской науки и образования // справочные правовые системы Консультант Плюс: Высшая школа. – 2013. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. **4.** Об утверждении Составы и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных: Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21: [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Программа информационной поддержки российской науки и образования // справочные правовые системы Консультант Плюс: Высшая школа. – 2013. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

СПИСОК АВТОРОВ

- Hussein H.** - аспирант, АлтГТУ
Агаджанян В.Д. - студент, ЮТИ ТПУ
Акользин А.Н. - инженер научно-технического центра "Техноцентр", ЮФУ
Акулова О.Б. - аспирант, ИВЭП СО РАН
Афонин В.С. - к.т.н., доцент, АлтГТУ
Бабанина М.И. - студент, АлтГТУ
Бабенко Е.В. - ассистент, ДГТУ
Бардин А.А. - аспирант, ВолГУ
Баринов А.Е. - аспирант, ВлГУ
Барсуков Р.В. - технический директор, к.т.н., ЦУТ АлтГТУ
Белкин С.А. - аспирант, НГУЭУ
Белов В.М. - д.т.н., профессор, СибГУТИ
Беляев А.О. - начальник сектора научно-технического центра "Техноцентр", ЮФУ
Бессонов А.С. - доцент, к.т.н., МГТУ МИРЭА
Борисов А.П. - к.т.н., доцент, АлтГТУ
Бортников И.Д. - студент, магистр, НИ ТПУ
Букатый В.И. - доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, ИВЭП СО РАН
Бычков Д.В. - студент, АлтГТУ
Вавилова Г.В. - ст. преподаватель, НИ ТПУ
Важдаев А.Н. - ст. преподаватель, ЮТИ ТПУ
Ведманкин А.В. - ассистент, АлтГТУ
Винников А.М. - выпускник, НИУ «МЭИ»
Вэй Пью Тун - студент, НИУ «МЭИ»
Генне Д.В. - инженер-электронщик, БТИ АлтГТУ
Герасимов С.И. - ассистент, аспирант, НИУ «МЭИ»,
Гольдштейн А.Е. - д.т.н., профессор, НИ ТПУ
Демьяненко М.В. - аспирант, БТИ АлтГТУ
Дмитриев Б.Н. - к.ф.-м.н., ИВЭП СО РАН
Евдулов О.В. - к.т.н., доцент, ДГТУ
Евстафьев С.Н. - студент, ЮТИ ТПУ
Ермолин К.С. - студент, ИжГТУ
Ермошин Т.А. - студент, АлтГТУ
Залаева У.И. - аспирант, ИВЭП СО РАН
Захаренко В.А. - д.т.н., доцент, ОмГТУ
Захаров А.А. - к.т.н., ВлГУ
Захарова А.А. - к.т.н., доцент, ЮТИ ТПУ
Зилотова М.А. - студент, РГРТУ

Зуев В.В. - д.ф.-м.н., профессор, ИВЭП СО РАН
Зырянова Е.В. - аспирант, СибГУТИ
Иванов Ю.М. - старший научный сотрудник, СамГТУ
Ильченко Е.В. - инженер, ЦУТ АлтГТУ
Исмаилов Т.А. - д.т.н., профессор, ДГТУ
Ишков А.В. - д.т.н., профессор, АГАУ
Казаков М.Г. - аспирант, АлтГТУ
Кайгородов А.В. - аспирант, АлтГТУ
Карасев В.В. - к.т.н., доцент, РГРТУ
Карпов А.В. - профессор, д.ф.-м.н., КазФУ
Картуков К.С. - студент, ЮТИ НИ ТПУ
Картуков К.С. - студент, ЮТИ ТПУ
Кириенко В.В. - начальник сектора научно-технического центра "Техноцентр", ЮФУ
Кириллов А.И. - м.н.с., УрОРАН
Кирсанов А.В. - студент, АлтГТУ
Китаева М.В. - аспирант, НИ ТПУ
Козлов А.В. - к.т.н., доцент, НИ ТПУ
Козлов А.С. - АлтГТУ
Колосовский М.А. - аспирант, АлтГТУ
Косов Д.Л. - соискатель, АлтГТУ
Котлубовская Т.В. - к.т.н., доцент, АлтГТУ
Крыгин М.А. - аспирант, НИУ «МЭИ»
Крючкова Е.Н. - к.ф.-м.н., профессор, АлтГТУ
Кураев А.В. - аспирант, БТИ АлтГТУ
Кураков С.А. - научный сотрудник, ИВЭП СО РАН
Курьят А.В. - студент, БТИ АлтГТУ
Левин С.В. - зам. директора по производству, ЦУТ АлтГТУ
Леонов Г.В. - д.т.н. заведующий кафедрой МСИА, БТИ АлтГТУ
Липанов С.И. - аспирант, УрОРАН
Лисаков С.А. - аспирант, БТИ АлтГТУ
Лисачева Е.И. - студент, ЮТИ ТПУ
Лобов Д.Г. - к.т.н, ОмГТУ
Льзин И.А. - студент, ЮТИ ТПУ
Люлякин А.П., - аспирант, ТУСУР
Лященко Д.Н. - ст. преподаватель, АГУ
Магомадов Р.А.-М - ДГТУ
Мамонтов А.И. - ст. преподаватель, к.т.н., НИУ «МЭИ»
Масалова К.В. – студент, АлтГТУ
Маслей В.В. - магистрант, ОмГТУ
Мелентьев В.С. - д.т.н., профессор, СамГТУ

Мирошниченко И.П. - к.т.н., доцент, ДГТУ
Молнин С. А. - аспирант, ЮТИ НИ ТПУ
Молнина Е.В. - ст.преподаватель, ЮТИ ТПУ
Мороз К.А. - к.т.н., доцент, ДГТУ
Муратова В.В. - аспирант, СамГТУ
Мухина О.О. - аспирант, ТГУ
Надвоцкая В.В. - к.п.н., доцент, АлтГТУ
Наполов А.С. - студент, НИУ «МЭИ»
Нгуен Минь Дык - магистрант, НИ ТПУ
Невзоров А.А. - магистрант, ВолГУ
Недопекин Н.В. - студент, АГУ
Новоженков А.В. - инженер, АГУ
Новоженков В.А. - д.х.н., профессор, АГУ
Овчинников В.И. - студент, АлтГТУ
Орлов А.А. - аспирант, ВолГУ
Осипов Н.И. - к.т.н., с.н.с., УрОРАН
Останин В.В. - студент, ЮТИ ТПУ
Охорзина А.В. - аспирант, НИ ТПУ
Павлов А.Н. - доцент, БТИ АлтГТУ
Первутинский К.А. - студент, АлтГТУ
Первухин Б.С. - д.т.н., доцент, АлтГТУ
Перминов Т.А. - студент, АлтГТУ
Петров И.В. - аспирант, АГУ
Пивкин Е.Н. - к.т.н., УФНС России по Московской области
Пивкина Т.Н. - студент, АлтГТУ
Пинус А.А. - аспирант, АлтГТУ
Пономарев Д.Б. - старший преподаватель, ОмГТУ
Пономаренко И.К. - студент, АлтГТУ
Пронин С.П. - д.т.н., профессор, АлтГТУ
Пшеничный К.А. - студент, ВолГУ
Редько В.В. - к.т.н., доцент, НИ ТПУ
Сайфутдинов Р.М. - студент, НИУ «МЭИ»
Семенистая Е.С. - начальник отдела, Научно-технический центр «Техноцентр», ЮФУ
Си Тху Аунг - студент, НИУ «МЭИ»
Синютин Е.С. - начальник сектора, Научно-технический центр «Техноцентр», ЮФУ
Смагин В.И. - д.т.н., ТГУ
Смоляков А.Д. - аспирант, КазФУ
Солодких В.П. - магистрант, ОмГТУ
Стальная М.И. - к.т.н., профессор, АлтГТУ

Станкевич Д.А. - ассистент, ВолГУ
Старикова Н.С. - инженер, НИ ТПУ
Стручева Н.Е. - к.х.н., доцент, АГУ
Суворова Н.В. - студент, АлтГТУ
Суторихин И. А. - г.н.с., д.ф.-м.н., ИВЭП СО РАН
Сыпин Е. В. - профессор, БТИ АлтГТУ
Терешкин С.Я. - магистрант, ЮТИ ТПУ
Трубачев А.А. - аспирант, ТУСУР
Убирайло Д.С. - инженер научно-технического центра "Техноцентр", ЮФУ
Фатыхов Р.Р. - студент, КазФУ
Хазамова М.А. - к.т.н., доцент, ДГТУ
Хмелев В.Н. - профессор, д.т.н., БТИ АлтГТУ
Хмелев С.С. - доцент, к.т.н., БТИ АлтГТУ
Цыганок С.Н. - директор по производству, к.т.н., ЦУТ АлтГТУ
Черняева Н.В. - студент, ЮТИ НИ ТПУ
Шадрин В.А. - студент, БТИ АлтГТУ
Шакура В.А. - аспирант, инженер-программист, ЦУТ АлтГТУ
Шарлаев Е.В. – к.т.н., доцент, АлтГТУ
Шашев Д.В. - инженер, ОАО НИИПП
Шелковников Е.Ю. - д.т.н., зав. лаб., УрОРАН
Шкаев А.Г. - к.т.н., доцент, ОмГТУ
Шляхова А.В. - студент, АлтГТУ
Юрченко А. В. - д.т.н. профессор, НИ ТПУ
Юрченко В.И. - начальник отдела, ОАО НИИПП
Юсупалиев Б.С. - студент, АлтГТУ
Янкина О.Ю. - инженер центра ВСОУП, БТИ АлтГТУ
Яшин И. А. - к.т.н., ст. преподаватель, НИУ «МЭИ»

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАДАЧ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Бессонов А.С. Виртуальные модели с использованием средств Mathcad.....	3
Кириенко В.В., Семенов Е.С. Организация встраиваемого программного обеспечения для медицинского оборудования...	7
Кириенко В.В., Синютин Е.С. Тестирование энергоэффективности микроконтроллеров с ультранизким потреблением.....	10
Беляев А.О., Кириенко В.В., Убирайло Д.С. Технологии bluetooth 4.0 в устройствах оздоровительного и медицинского оборудования.....	12
Акользин А.Н. Использование беспроводных способов зарядки для ЭКГ – монитора.....	16
Колосовский М.А., Крючкова Е.Н. Алгоритм восстановления сопровождения объектов после перекрытия в задаче видеонаблюдения за пешеходными переходами.....	18
Юрченко А.В., Козлов А.А., Охорзина А.В., Китаева М.В. Измерительный комплекс для натуральных испытаний фотоэлектрического модуля.....	21
Бортников И.Д., Люлякин А.П., Трубачев А.А., Юрченко А.В., Юрченко В.И. Малогабаритные антенны 3-х сантиметрового диапазона длин волн для бесконтактного контроля параметров технологических процессов.....	25
Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Моделирование измерительного преобразователя для контроля погонной емкости электрического кабеля.....	33
Баринев А.Е., Захаров А.А. Разработка алгоритма определения положения и ориентации 3d-объектов на основе извлечения градиентных особенностей изображения.....	37
Мамонтов А.И., Вэй Пью Тун, Си Тху Аунг Исследование возможности применения суперпозиций линейных полиномов при анализе изображений.....	41
Hussein H. Simple curve smoothing methods for weather monitoring system.....	44
Хмелев С.С., Хмелев В.Н., Генне Д.В. Контроль параметров ультразвуковой колебательной системы при сверлильных работах в пористых телах.....	49

Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Леонов Г.В., Ильченко Е.В. Импульсный режим работы ультразвукового технологического аппарата.....	53
--	----

РАЗДЕЛ 2 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Мирошниченко И.П. Оптические интерференционные средства измерений для мобильных диагностических комплексов...	57
Захаренко В.А., Пономарев Д.Б., Шкаев А.Г. Способ бесконтактного измерения температуры с элиминированием коэффициента черноты.....	62
Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Левин С.В., Демьяненко М.В., Шакура В.А. Контроль распределения амплитуды колебаний на излучающих поверхностях источников ультразвукового излучения.....	64
Хмелев В.Н., Левин С.В., Хмелёв С.С., Цыганок С.Н. Контроль амплитуды колебаний многополуволновых излучателей для повышения эффективности ультразвуковых технологических аппаратов.....	69
Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Муратова В.В. Сокращение времени измерения интегральных характеристик при использовании ортогональных составляющих гармонических сигналов.....	73
Невзоров А.А., Орлов А.А. Применение параметрических методов оценивания частоты сигнала свободной спиновой прецессии для определения неоднородного геомагнитного поля.....	76
Бардин А.А., Орлов А.А., Станкевич Д.А. Высокоточный СВЧ фазометр	80
Пшеничный К.А., Станкевич Д.А. Параметрический измеритель мгновенной частоты.....	84
Герасимов С.И. Влияние формы профиля сечения трубопровода на точность измерения расхода жидкости времяимпульсным ультразвуковым методом.....	88
Кураев А.В., Лисаков С.А., Курьят А.В., Павлов А.Н., Сыпин Е.В. Программно-аппаратный комплекс для управления многоточечной системой определения координат очага возгорания.....	92
Янкина О.Ю., Павлов А.Н., Сыпин Е.В. Экспериментальное исследование обратного рассеяния в газодисперсной системе «угольная пыль–воздух».....	100

Ишков А.В., Новоженов В.А., Новоженов А.В., Стручева Н.Е., Лященко Д.Н. Определение удельной электропроводности и толщины нанопленок сплавов pb-se методом вихревых токов.....	107
Ишков А.В., Новоженов В.А., Новоженов А.В., Стручева Н.Е., Лященко Д.Н. Определение окислительной стойкости нанопленок сплавов pb-se визуально-оптическим методом	110
Лобов Д.Г., Солодких В.П. Модель абсолютно черного тела на базе лантанового нагревателя.....	113
Лобов Д.Г., Маслей В.В. Калибратор для задач пирометрии...	115
Редько В.В., Старикова Н.С. Эффективность контроля целостности изоляции кабельных изделий в области слабых и сильных электрических полей.....	117
Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А. Магоматов Р.М.-А. Измерительные стенд для проведения натуральных испытаний термоэлектрической системы для теплового воздействия на руку человека.....	121
Пушкарев И.Ю., Афонин В.С. Система контроля линейного перемещения корпуса подшипника турбоагрегата типа Т/А Т175/210.....	127
Козлов А.С., Афонин В.С. Проектирование прибора контроля соосности труб с использованием бесконтактного метода измерения расстояния.....	132
Бабанина М.И., Шляхова А.В., Пронин С.П. Изменение яркости во времени поверхности замораживаемой капли водного раствора.....	134
Пинус А.А., Пронин С.П. Исследование изменения контраста в изображении двух ИК-светодиодов в зависимости от объема дыма с помощью видеокамеры.....	137
Кириллов А.И. Особенности контроля прочностных характеристик пломбирочных материалов.....	141
Липанов С.И. Применение электрохимического туннельного микроскопа для изучения наночастиц	144
Шелковников Е.Ю., Осипов Н.И., Ермолин К.С. Повышение качества измерительной информации в сканирующем акустическом микроскопе.....	148
Суторихин И.А., Акулова О.Б., Букатый В.Н., Залаева У.И., Суточная динамика спектрального показателя ослабления света и температуры воды на озере Красиловское.....	152

Казаков М.Г., Крючкова Е.Н. Верификация результатов классификации изображений на основе семантических графов понятий.....	155
--	-----

РАЗДЕЛ 3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ

Нгуен Минь Дык, Юрченко А.В. Система интеллектуального управления светодиодным освещением.....	160
Юсупалиев Б.С., Надвоцкая В.В. Разработка информационно-справочных систем на примере базы данных для комиссии по делам несовершеннолетних.....	164
Зырянова Е.В., Белов В.М., Косов Д.Л. О компетентности эксперта в составе автоматизированной системы оценки качества экологических экспертиз (ас ок ээ).....	166
Важдаев А.Н., Лисачева Е.И. Использование механизмов анализа и прогнозирования данных платформы 1с:предприятие 8 при подборе программного обеспечения для покупателей.....	169
Агаджанян В.Д., Лызин И.А., Евстафьев С.Н., Молнин С.А. Исследование проблем формирования базовых информационно-коммуникационных компетенций учащихся школ.....	173
Пономаренко И.К., Надвоцкая В.В. Технологии создания базы данных в access на примере базы данных органов опеки и попечительства.....	176
Молнина Е.В., Молнин С.А., Картуков К.С. Исследование систем и моделей формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых.....	179
Захарова А.А., Останин В.В., Терешкин С.Я. Разработка региональной информационной системы поддержки управления образовательными траекториями населения: поставка задачи.....	182
Зуев В.В., Кураков С.А., Суторихин И.А., Залаева У.И. Автономный многоканальный измерительный комплекс для регистрации метеорологических и гидрофизических параметров.....	186
Кирсанов А.В., Котлубовская Т.В. Обеспечение бесперебойной работы системы пожарной сигнализации на базе комплекса bosch gra-5000.....	189
Мухина О.О., Смагин В.И. Управление производством, хранением и сбытом товара с учетом запаздываний.....	194

Черняева (Туралина) Н.В., Каргуков К.С., Молнин С.А. Информационно-аналитическая система учета работы студентов и преподавателей с сетевыми учебно-методическими комплексами коммуникационной среды moodle.....	197
Стальная М. И., Ведманкин А. В. Теория информации шеннона при оценке знаний учащихся.....	201
Суторихин И.А., Дмитриев Б.Н. База данных для ГИС «Аэрозоли Алтая».....	203
Бычков Д.В., Надвоцкая В.В. Автоматизация системы контроля доступа автомобилей на предприятие.....	207
Кайгородов А.В. Разработка носимых средств мониторинга двигательной активности.....	210
Мороз К.А., Бабенко Е.В. Применение методов обработки информации в процессе преподавания дисциплин медико-биологического профиля.....	213
Борисов А.П., Ермошин Т.А. Разработка системы автоматического управления дозированием циклона-пылеотделителя на базе промышленного микроконтроллера smh2010с.....	217
Борисов А.П., Перминов Т.А. Разработка системы автоматического управления процессом подъема колеблющейся поверхности маятникового деформатора.....	220

РАЗДЕЛ 4 ЭЛЕМЕНТЫ, УСТРОЙСТВА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Пивкина Т.Н., Стальная М.И. К вопросу о расчете механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя при векторно-алгоритмической системе управления.....	225
Лисаков С.А., Кураев А.В., Шадрин В.А., Павлов А.Н., Сыпин Е.В. Определение основных эксплуатационных параметров опико-электронного датчика многоточечной системы определения пространственного расположения очага возгорания.....	228
Шашев Д.В., Юрченко В.И. Перспектива использования модели перестраиваемой вычислительной среды для задач автоматизации конвейерной обработки информации.....	235
Наполов А.С., Сайфутдинов Р.М., Яшин И.А. О возможности применения литиевых аккумуляторов в составе автономной модульной платформы	239

Зилотова М.А., Карасев В.В. Об одном альтернативном способе возбуждения индуктивно связанных контуров.....	243
Котлубовская Т.В., Овчинников В.И. Разработка виртуального генератора для моделирования различных сигналов в рамках дисциплины «аналоговые измерительные устройства».....	247
Первутинский К.А., Надвоцкая В.В. Разработка автоматизированного блока логического управления процессом обработки металла давлением.....	250
Первухин Б.С., Суворова Н.В. Определения параметров контактных первичных преобразователей кондуктометров.....	252
Савченко В.В., Крючкова Е.Н. Алгоритм семантического поиска в больших текстовых коллекциях.....	256

РАЗДЕЛ 5 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, КРИПТОГРАФИЯ

Карпов А.В., Фатыхов Р.Р., Смоляков А.Д. Беспроводная синхронизация устройств системы генерации секретных ключей в многолучевом радиоканале.....	262
Петров И.В., Недопекин Н.В. Параметризация радужной оболочки глаза с использованием характеристик текстурного и фрактального анализа структуры.....	266
Винников А.М., Крыгин М.А. Дистанционное моделирование программного обеспечения защищенных коммуникационных систем.....	268
Белкин С.А., Белов В.М., Пивкин Е.Н. Об общей схеме оценки рисков информационной безопасности.....	270
Белкин С.А., Белов В.М., Косов Д.Л. Метод оценки вероятности угроз информационной безопасности.....	272
Масалова К.В., Шарлаев Е.В. Проблемы обеспечения безопасности информационных систем в ВУЗе.....	274

Contents & Annotations

1. Calculation and design of software and hardware for problems of measurement, control and automation, modeling and data processing

- Bessonov A.S. **Virtual models with use of MathCAD tools** * The opportunity of MathCAD tools use at creation of LabVIEW virtual models of instruments is underlined. The technology of such models creation is considered, and recommendations for their application are given. The concrete model of the environment of laser radiation propagation is investigated. This model can play a role of the measurement object model at instruments simulation 3-6
- Kirienko V.V., Semenistaya E.S. **Organization of embedded software for medical equipment** * The article discusses various implementation models embedded software in terms of the possibility to create embedded software for medical equipment that has sufficient reliability and efficiency 7-9
- Kirienko V.V., Sinyutin E.S. **Testing the efficiency of microcontrollers with ultra-low** * Presents the results of testing of different manufacturers of microcontrollers with ultra low power, to conform to the specifications in the technical documentation of current consumption in active mode and low power mode 10-12
- Belyaev A.O., Kirienko V.V., Ubiraylo D.S. **Using of Bluetooth 4.0 technology in health care and medical devices** * The report focuses on the use of Bluetooth 4.0 technology to provide the exchange of data between devices and modules of the medical and health care equipment. Described criteria of energy effectiveness of hardware solutions and mathematical methods for their evaluation 12-16
- Akolzin A.N. **The use of wireless charging methods for ECG – Monitor** * The report focuses on the development of wireless charging method for ECG monitor. In the report are described the main features, advantages and prospects of wireless charging method 16-18
- Kolosovskiy M., Kryuchkova E. **Algorithm for occlusion handling for video surveillance system on pedestrian crossings** * In the paper we present occlusions handling algorithm for intelligent video surveillance system for pedestrian crossings. The algorithm handles occlusions without calling the object detector. It significantly increases performance of the system 18-20
- Yurchenko A, Kozloff A, Okhorzina A., Kitaeva M. **Measuring complex for PV module field test** * The paper presents measurement complex for measuring the current-voltage characteristics of photovoltaic module and climatic factors influencing its performance. Two methods of measuring the current-voltage characteristics are represented. The estimation of the efficiency of the photovoltaic module in Tomsk from the database that is based on of measurements of the complex is provided 21-24

- Bortnikov I.D., Ljuljakin A.P., Trubachev A.A., Yurchenko A.V., Yurchenko V.I. **Design of compact 3-centimeter wavelength range antennas for non-contact control of the parameters of technologic processes.** * The design of the two-point symmetrical triangular microstrip antenna 3-cm wavelength range is presented in this article. At first the requirements for the antenna are established. Gunn diode is chosen as an exciter. Geometry of the antenna is theoretically calculated with help of directional diagram. As antenna has such design feature as balanced input, adapter is made to transform mode shape and surge impedance in order to antenna work properly with modern measurement devices which have coaxial input. Numerical modeling is conducted to make sure the antenna and adapter fit the established requirements. Numerical modeling is made with use of academic version of CST Microwave Studio software. Photolithography is applied to make practical model of the microstrip antenna and adapter. Experimental studies of the model have confirmed the results of numerical modeling. Comparing the results of numerical modeling and practical experiment has been noted that it is necessary to make a correction of the dielectric permeability of the material in academic version of Microwave Studio by 18% in order to results match practical experiment. 25-33
- Goldshein A.E., Vavilova G.V. **The modeling of measuring transducer to control linear capacitance of the cable** The technical implementation of the electrical method for linear capacitance of the cable during the manufacturing is presented. The simulation of the electrocapacitive transducer is carried out with COMSOL Multiphysics 3.5a program. Some recommendations are provided to choose the design parameters for the electrocapacitive transducer 33-35
- Barinov A.E., Zakharov A.A. **Developing an algorithm determining the position and orientation of 3D-objects based on image gradient feature extraction** * An algorithm for determining the position and orientation of three-dimensional objects, based on the structure in graphs by the gradient features of the image 37-40
- Mamontov A.I., Wei Pew Tong, Si Thu Aung **Study of the possibility of using linear superpositions of polynomials for image analysis** * We study possibilities of application of superpositions of linear polynomials for image classification. We show analogies with text classification 41-43
- H. Hussein **Simple curve smoothing methods for weather monitoring system** * This paper presents two curve smoothing method produce smoothed plots for weather monitoring system measured data to aid understanding environment phenomena 44-48
- Khmelev S.S., Khmelev V.N., Genne D.V. **Control of ultrasonic vibratory system characteristics at drilling of porous bodies** * The article is devoted to development of control system of ultrasonic vibratory system at drilling of porous bodies. Realization of control system allowed to define following: ultrasonic vibrations is insignificant changing temperature mode of drilling body; change of resonance frequency of vibratory system 49-53

at deepening into ground can be decreased at using of working tool of step-like shape.

Khmelev V.N., Barsukov R.V., Ilchenko E.V., Leonov G.V. **Impulse mode of ultrasonic technological apparatus** * The article is devoted to the research of ultrasound technological apparatus which works in the impulse excitation mode. The cavitation will appear in the liquid media if continuous excitation mode is using. There are some problems requiring ultrasound without cavitation. Research allowed to determine parameters of impulse excitation mode when ultrasound apparatus for continuous excitation mode is using 53-56

2. Measurement methods and means

Miroshnichenko I.P. **Optic interference means of measurement for mobile diagnostics complexes.** * They are intended for contactless measurement of linear and angle displacements of the control object surfaces in process of diagnostics of the construction materials and goods state by using in operation acoustic methods of non-destructive control. They are based on application of modern laser technologies and novel methods of optic interferometry. They are supported by Russian patents on inventions. They are successively used in 2 research organizations and 2 industry enterprises 57 -61

Zakharenko VA Ponomarev DB Shkaev AG **Method noncontact temperature measurement ELI-mining emissivity** * A new method for measuring the temperature, which allows to eliminate the uncertainty in the pyrometric temperature measurement associated with changes in emissivity ε 62-63

Khmelev V.N., Tsyganok S.N., Levin S.V., Demyanenko M.V., Shakura V.A. **Distribution control of oscillation amplitudes on the emitting surfaces of radiation ultrasound sources** * The Article is devoted to the implementation of the contact method of amplitude measuring and its distribution at the ultrasound vibration source, namely: design and development of piezoelectric receiving transducer with a point (needle) pin. Meteorological characteristics of created device were measured. With this device were measured amplitude and its distribution at the working tool of oscillatory system of ultrasonic technological device, meant for cavitating reaction on the dispersed system with liquid phase. 64-68

Khmelev V.N., Levin S.V., Khmelev S.S., Tsyganok S.N. **Amplitude control of multi-half wave transducers for efficiency increasing of ultrasonic technological devices** * Researches results of offered and developed control method are presented in the article. This method allow increasing efficiency of piezoelectric oscillatory system with multi-half wave transducers of rod type of variable diameter 69-72

Melentiev V.S., Ivanov Ju.M., Muratova V.V. **Reduction of measurement time of integrated characteristics using orthogonal making harmonious signals** * A new method of determining the basic integral characteristics of harmonic signals, providing the minimum measurement time 73-75

- Nevzorov A.A., Orlov A.A. **Application of parametric technique of frequency estimation for free spin precession signal to measuring inhomogeneous geomagnetic field** * In this paper we consider the problem of heterogeneous geomagnetic fields measurements by proton magnetometer, as well as the difficulty of researching free precession signal in such fields. We proposed using developed in Volgograd State University parametric signal estimation method as the most suitable for the task. To prove the effectiveness of this parametric analysis technique proton magnetometer was created. The paper describes its design and signal processing algorithm of the free precession signal. Measurements of inhomogeneous geomagnetic fields were made. Waveforms of free precession signals were obtained in these fields. Analysis of the instantaneous frequency dynamics of free precession signal in inhomogeneous fields was made with the parametric method 76-79
- Bardin A.A., Orlov A.A., Stankevich D.A. **Precision microwave phase-meter** * The hardware-software system designed to measure the phase angle of the two quasi-harmonic signals in real-time was described. Dynamic range of the system is 35MHz - 2.5 GHz. Relative uncertainty of the instantaneous frequency is not more than 10⁻⁹ and uncertainty of phase angle is not more than 10⁻⁵ rad. This result was obtained for 105 quasi-periods of the signal with amplitude and frequency modulation. The depth of this modulation is 20% 80-83
- Pshenichniyy K.A., Stankevich D.A. **Parametric measuring instantaneous frequency** * In this work was developed hardware-software system that contains signal processor ADSP-BF531, which realise parametric frequency comparing method and efficient assessment of frequency evolution. ADC LTC2203 with sample rate 25 Msps was used. Numerical modeling was carried out, experimental results was obtained. 84-87
- Gerasimov S.I. **The investigation of the non-circular cross-sectional shape of the pipeline influence on the accuracy of the transit-time ultrasonic flow measurement method** * In this paper describes some of the accuracy features of the transit-time ultrasonic volumetric flow measuring method. Thus, in particular considering the methodical error of the flow measuring, due to differences occurring the cross-sectional profile of the pressure pipeline from the circular form. The analytical expression for the estimate the relative methodical error is presented 88-91
- Kuraev A.V., Lisakov S.A., Kuryat A.V., Pavlov A.N., Sypin E. V. **Hardware-software complex for controlling the multipoint system to determine the coordinates of the explosion** * In this paper design features of laboratory sample of multipoint system to determine the arrangement of the explosion source were discussed. Description of a structural scheme of the laboratory sample of the system was showed 92-99
- Yankina O.Y., Pavlov A.N., Sypin E. V. **Experimental research backscattering in the disperse system «coal dust-air»** * The article provides experimental set to research Backscattering in disperse system of 100-106

- optical radiation. The methodology actuated of conducting experiments on the backscattering in a disperse system according to the parameters of the dispersed phase
- D.G. Lobov, V.P. Solodkikh **Model of absolutely black body on the basis of the lanthanum heater** * In article possibilities of creation of model of absolutely black body intended for calibration in the range of temperatures of 900-1700 °C, on the basis of the tubular heater which has been executed from хромитлатана are considered. One of options of realization of a design of model of absolutely black body is offered, the assessment of size of its coefficient of radiation is made. 113-115
- Lobov D.G., Masley V.V. **Calibrator for problems pyrometry** * The article describes the calibrator based on photometric lamps СИ10-300, used for calibration of high pyrometric converters. The block diagram of the calibrator 115-116
- Redko V.V., Starikova N.S. **The efficiency of cable products insulation control in the weak and strong electric fields** * The sensitivity of cable products insulation control is evaluated which is carried out with the electrical capacitance changing in weak and strong fields, these methods are compared. The mathematical model is developed in the program COMSOL Multiphysics 3.5a for the cable insulation defects simulating 117-120
- Ismailov T.A., Evdulov O.V., Magomadov R.A.-M.Hazamova M.A. **Measuring stand for navigation test for thermoelectric system thermal effects on a person's hand** * Considered design of the measuring stand for conducting full-scale tests of thermoelectric system for thermal impact on the person's hand, giving the opportunity for treatment and prevention of diseases of musculoskeletal system without medical intervention. Presents the characteristics of a prototype of the device, taken using the measuring bench 121-126
- Pushkarev I.Y., Afonin V.S. **Control of linear movement bearing housing turbine of type T/A T175/210.** * Is devoted to solving the problem of monitoring movement of the bearing housing turbine of type T / A T175/210. In the developed control system used the testimony of 3 linear displacement sensors for displacement control in three axes, which significantly improves the reliability of 127-131
- Kozlov A.S., Afonin V.S. **Design unit alignment checks pipes using noncontact distance measurement technique** * Is devoted to solving the problem of monitoring the alignment of pipes contactless method. Using contactless proximity sensors will eliminate the periodic replacement of the contact elements gage sensors used in prior art. 132-134
- Babanina M.I., Shlyakhova A.V., Pronin S.P. **Change of brightness in time of a surface of a frozen drop of water solution** * Researches of change of brightness in the optical image of drops are executed at their crystallization, received of water solutions NaCl, AgCl with various concentration. It is noted that crystallization drawing on a surface of a drop has nature of steady regularity. It is established that with reduction of con- 134-136

centration of solution of chloride of sodium the maximum value of brightness in the optical image of a frozen drop is displaced in a timebase towards increase.

Pinus A.A. Pronin S.P. **Research of change of contrast in the image of two IK-light-emitting diodes depending on smoke volume by means of a video camera.** * In article researches of change of contrast are given in the image of two IK-light-emitting diodes depending on volume concentration of a smoke. Pilot studies showed that contrast changes under the exponential law with high coefficient of correlation. The active source of radiation can be used for monitoring of atmospheric air as allows to exclude influence of sunshine, than increases reliability of measurement of volume concentration of a smoke. 137-140

Akulova O. B., Bukaty V. I., Zalaeva U.I. Sutorikhin I.A. **Daily dynamics of the index of weakening of light and water temperature on the lake krasilovskoye** * Assessment of quality of water according to hydrophysical characteristics and monitoring of a status of reservoirs are necessary for carrying out a complex of the water preserving actions directed on preventing of the negative ecological consequences of anthropogenous influence, protection of reservoirs against exhaustion, pollution and an envtrofikation. In the hydrooptical relation study of lakes of the Altai territory only start developing . In this regard the study of primary hydrooptical characteristic – an index of weakening of light, and also water temperature on different is very actual 152-155

Savchenko V.V. Kryuchkova E.N. **Verification of an images classification results based on semantic graphs** * A method for image classification is given, based on connections between classes, which are retrieved from a semantic graph. This method allows analyzing complex images by correcting classification results for semantically close classes. 155-159

3. Information systems, measurement and control systems

Nguyen Minh Duc , Yurchenko A. **Intelligent LED lighting control** * In this paper we describe a system of intelligent control of LED lighting .Presents a block diagram of the system and development environment for automation of lighting fixtures 160-163

Yusupalyev B.S., Nadvotskaya V.V. **Development background information systems for example database to the commission on juvenile** * Article is devoted to the development of information system for workflow state institutions. 163-166

Zyryanova E.V., Belov V.M., Kosov D.L. **Estimation of competency of expert in composition of the automated system of the estimation quality ecological expert operations (AS EQ EEO).** * In article is described section automated systems of the estimation quality ecological expert operations (AS EQ EEO), applicable for estimation of the qualifications of the expert, conducted ecological expert operation. 166-168

Vazhdaev A.N., Lisacheva E.I. **Using the mechanisms of analysis and forecasting data platform 1C: Enterprise 8 when selecting software** 169-172

for buyers * In this paper summarizes the research implementation mechanisms for analysis and forecasting data platform "1C: Enterprise 8" in the selection of information system software for customer firms franchisee. These mechanisms allow to look for patterns in the sale of programs and build predictive models to automatically schedule follow-sale software	
Lyzin I., Agajanian V., Evstafiev S., Molnin S. The Investigation a problem of acquisition information and communication competencies of school students * Were determined a requirements to basic level of information competencies, have been investigated evaluation criteria of acquisition information and communication competencies of school students.	173- 176
Ponomarenko I.K., Nadvotskaya V.V. Technology creating database Access by example database guardianship bodies * The article is devoted workflow state institution with the help of the database.	176- 177
Molnina E., Molnin S., Kartukov K. The investigation of systems and models acquisition of information and communication competencies of students * In the article describes the experience the Department of Information Systems UTI TPU. Was considered the integrated system of acquisition information and communication competencies of students (ICCS). Were examined a mathematical modeling methods. Substantiates the necessity of working out the Information System and the portal "Electronic IT-University." This allows enhancing the management efficiency of the education process as a whole	179- 182
Zakharova A.A., Ostanin V.V., Tereshkin S.Y. Development of regional information system of support of management by educational trajectories of the population: task delivery * The urgency of development of information system of support of management by a choice of educational trajectories by the region population is shown. System functions, structure of functional modules are developed. Novelty consists in creation of complex methodological base and the tool environment of support of decision-making about a choice of an educational trajectory by the individual, which are provide with instruments of decision-making of all subjects interested in this choice	182- 185
Zuev V.V., Kurakov S.A., Sutorikhin I.A., Zalaeva U.I. Autonomous many canal measurement complex for registration meteorological and hydro-physics parametas * The description of the developed autonomous multi-channel measuring complex for the off-line registration of meteorological and hydro-physical parameters of water objects is given. The results of measurements on lake Krasylivskoye with the use of the measuring system put into operation in July 2013 are discussed.	186- 188
Kotlubovskaya T. V. Kirsanov A. V. Provision of uninterrupted work of fire alarm system based on Bosch FPA-5000 complex * In this article reviewed the principles of ensuring the uninterrupted work of fire alarm for reduce the vulnerability of technical failures of the system components, as well as protection against emergency situations.	189- 193
Mukhina O.O., Smagin V.I. The Control of production, storage and	194-

- marketing of goods with delays** * The problem of production, storage and marketing of goods is actual in mathematical economy. In this paper consider the problem of production, storage and marketing of goods with state and control delays and with incomplete information about the object model. For determination the volume of production is proposed to use the method of locally optimal tracking, Kalman filtering and extrapolation algorithms 197
- Chernyaeva (Turalina) N.V., Kartukov K.S., Molnin S.A. **Information-analytical system of the accounting work of students and teachers with a network of educational-methodical complexes of the communication environment Moodle** * This study is intended to improve the efficiency of the labor of teachers and the release of their working time for preparation and organization of educational process on a scientific basis. It is based on information system developed for processing data stored in the electronic resources in the process of work of the students to further their effective use. This configuration allowed to automate the work of the teachers of the Department of IP on the analysis of the work of students with electronic resources of disciplines to effectively use not only the data accumulated in the electronic resources in the process of work of the students with them, but time and labor resources of teachers, and to analyse the progress of students, control of the modules disciplines, monitoring of the availability of reporting on the practical assignments, and so on 197-201
- Stalnaya M.I., Vedmankin A.V. **The Shannon information theory in evaluating students** * The work describes the challenges in assessing student learning, outlines a new universal scaling method based on information theory and probability theory, which was tested on the students of Altai State Technical University I. I. Polsunova, and received positive recommendations 201-203
- Sutorikhin I., Dmitriev B. **Database for GIS «Aerosol of Altai»** * The database and GIS "Aerosols of Altai" was created based on the long-term observations of characteristics of atmospheric aerosols in the ground layer of Altai Krai and Republic of Altai in 1991-2012. The database contains the information on microphysical parameters of aerosols, i.e. spectra of particle size, element and ionic structure, mass concentration and meteoroparameters data from sampling points 203-206
- Bychkov D.V., Nadvotskaya V.V. **Automation access control car for enterprise** * Article is devoted to the development of automatic access control systems for vehicles crossing. 207-209
- Kaygorodov A.V. **Developing wearing tools for monitoring motor activity** * Main objective of this pilot study was to present a method to convenient monitoring of detailed ambulatory movements in daily life, by use of a portable measurement device employing single tri-axial accelerometer. Application of methods of analysis of motor activity of patients for comprehensive health assessment of young and elderly people, to monitor the activity of patients during Holter - monitoring 206-210

Borisov A.P. Ermoshin T.A. Development of a system of automatic control dosing cyclone dust separator-based industrial microcontroller SMH2010C * This paper describes automation of air purification and dispensing to the cyclone dust separator. This system is based on an industrial controller SMH2010C and written control program for him. An experiment to determine the effectiveness of the developed system, showing that the air purification is 99%. 217-220

Borisov A.P. Perminov T. A. Development of a system of process control oscillating lifting surface pendulum deformer * In this paper we consider a method grinding process control, namely the process of lifting the pendulum surface. Was upgraded mechanical part pendulum deformers and selected microcontroller to control the electromechanical part. Discloses a practical implementation using hardware-software complex, under which a data collection process that is required to determine the exact angle of deflection pendulum surface calculation of the basic kinematic parameters. 220-224

4. Elements, devices and software for information, information-measuring and control systems

Pivkina T.N., Stalnaya M.I. **Calculation of mechanical characteristics for the three-phase induction motor by the vector-algorithmic control** * In the article the question of development need of the software for calculation of mechanical characteristics for the three-phase induction motor from the single-phase network by the vector-algorithmic commutation electric motor stator windings is considered 225-227

Lisakov S.A., Kuraev A.V., Shadrin V.A., Pavlov A.N., Sypin E. V. **Determining of the basic operational parameters of the electro-optical gauge of multipoint system to determine of a spatial arrangement of the seat of fire** * In article laboratory research by determining of the basic operational parameters of the electro-optical gauge of multipoint system to determine of the seat of fire arrangement is described. Methods of definition of sensitivity threshold and a angle of the view of the gauge are offered. Results of laboratory research of the gauge according to the offered methods are resulted 228-234

Shashev D.V., Yurchenko V.I. **The possibility of using the reconfigurable computing environment model for a stream data processing in automation tasks** * In this paper, the reconfigurable computing environment for a stream data processing is described. 235-239

Napolov A.S., Sayfutdinov R.M., Yashin I.A **About possibility of lithium batteries using in self-contained modular platform** * The question of possibility of replacement huge lead-acid batteries for lithium ones with a view to minimize mass and volume of self-contained modular platform. Advantages and disadvantages of lithium batteries, typical batteries work scenario and its differences from one in self-contained modular platform are described. Necessary changes in self-contained platform power unit construction are estimated in conclusion. 239-243

Zilotova M.A., Karasev V.V. **One of alternative methods of excitement**

of inductively coupled circuits * The article considers signal characteristics in output of inductively coupled circuits excited by exponential current impulse	243- 247
Kotlubovskaya T. V. Ovchinnikov V. I. Development of the virtual generator for modulation the various signals within the class of «Analog measuring devices». * In this article has been reviewed substitution of the mechanical hardware by software.	247- 249
Pervutynsky K.A., Nadvotskaya V.V. Development block automated logic control metal forming processes * Article is consider the problem of automation of the control unit of metal forming processes. Proposed automated payment systems and software for the implementation process	250- 252
Pervukhin B.S., Suvorova N.V. Determination parameters of contact primary converters conductometers * Article is devoted to the definition of sources of systematic error in measuring the electrical conductivity of the liquid.	252- 256
Savchenko V.V. Kryuchkova E.N. Algorithm semantic search more text collections * In this paper the method of semantic search for multi-threaded processing large texts. Search query and processed text is converted into a graph of semantic relationships. Propose an algorithm to calculate the coefficient matching semantic graphs. Provides estimates of processing time	256- 261
5. Methods and tools for information security, cryptography	
Karpov A.V., Fatykhov R.R., Smolyakov A.D. Wireless synchronization in system of generation of confidential keys in a multipath radio channel. * The development which is carrying out dynamic generation and distribution of keys of symmetric enciphering is presented in the report. System variants of translation to wireless type of synchronization are considered. The principle of operation of the developed equipment is based on accident of a trajectory of distribution of radio waves in the multipath environment that allows to generate keys of cryptographic communication on the measured casual values of a signal phase	262- 265
Petrov I.V., Nedopekin N.V. Parameterization of the iris using the characteristics of texture and fractal analysis of the structure * Studied the possibility of using the parameters of texture and fractal analysis structure for classification tasks images for personal identification. For the classification of structures of the iris as a texture feature used by the brightness fluctuations in the neighborhood of each image point Numerical experiments showed that the number of drops has weak brightness separating properties. Fractal structure parameters can be used to classify images of the iris	266- 268
Vinnikov A.M., Krygin M.A. Remote modeling of secure communication systems * Report considers method of modeling of secure communication systems using remote version of MPEI Algebraic Processor, which provides access to AAL MPEI library due web-interface	268- 270
Belov V.M., Belkin S.A., Pivkin E.N. A common scheme of information	270-

security risk assessment * Risk assessment is core process of information security management. Organizations use risk assessment to determine the risks within an information system and provide sufficient security controls to reduce this risks. In this paper, a common scheme of information security risk assessment is proposed 272

Belov V.M., Belkin S.A., Kosov D.L. **A likelihood assessment method of information security threats** * There are a lot of approaches of information security risk assessment. Everyone has its own advantages and disadvantages. The issue of the development of new methods of risk assessment is still valid. Therefore, we propose a likelihood of threats assessment method based on experimental design techniques. 272-274

**ИЗМЕРЕНИЕ,
КОНТРОЛЬ,
ИНФОРМАТИЗАЦИЯ**

**Материалы XV международной
научно-технической конференции**

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 16.04.2014. Формат 60×84 1/16.

Печать – цифровая. Усл.п.л. 17,44.

Тираж 100 экз. Заказ 2014 – 

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46
<http://izdat.secna.ru>

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 020822 от 21.09.98 г.

Отпечатано в типографии АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД №28–35 от 15.07.97 г.