

**67-Я  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ СПБГУТ**



**СБОРНИК  
НАУЧНЫХ СТАТЕЙ**

Санкт-Петербург  
28-29 мая 2013 г.

УДК 378:621.395.34:004:654.9:001.891.31

ББК 74.58

C23

67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ: сб. научных статей / под ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникеевич, Л. М. Минаков. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – 136 с.

В научных статьях участников конференции исследуются состояние и перспективы развития мирового и отечественного уровня ИТ и телекоммуникаций.

Предназначено студентам, аспирантам и специалистам отрасли связи.

УДК 378:621.395.34:004:654.9:001.891.31

ББК 74.58

Издание подготовлено  
редакцией электронного журнала  
«Информационные технологии и телекоммуникации»  
[www.itt.sut.ru](http://www.itt.sut.ru)

© Авторы статей, 2013

© СПбГУТ, 2013

# **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ))))**

**Председатель**

Доценко С. М. – доктор технических наук, профессор,  
проректор по научной работе СПбГУТ

**Заместитель председателя**

Владыко А. Г. – кандидат технических наук,  
начальник управления научных исследований  
и подготовки научных кадров

**Ответственный секретарь**

Аникеевич Е. А. – кандидат технических наук,  
начальник отдела организации научно-исследовательской  
работы и интеллектуальной собственности

**Заместители деканов по научной работе**

Дегтярев В. М. – доктор технических наук, профессор  
факультет информационных технологий

Акимов С. В. – кандидат технических наук, доцент  
факультет технологий средств связи биометрической  
электроники

Шушпанов Д. В. – кандидат технических наук, доцент  
департамент фундаментальной подготовки

Чередов И. Г. – кандидат политических наук, доцент  
гуманитарный факультет

Арзуманян М. Ю. – факультет экономики и управления

Марченков А. А. – институт военного образования

Сумкин В. Р. – факультет многоканальных систем и технологий

Тимченко В. И. – факультет радиосвязи, телевидения  
и мультимедийных технологий

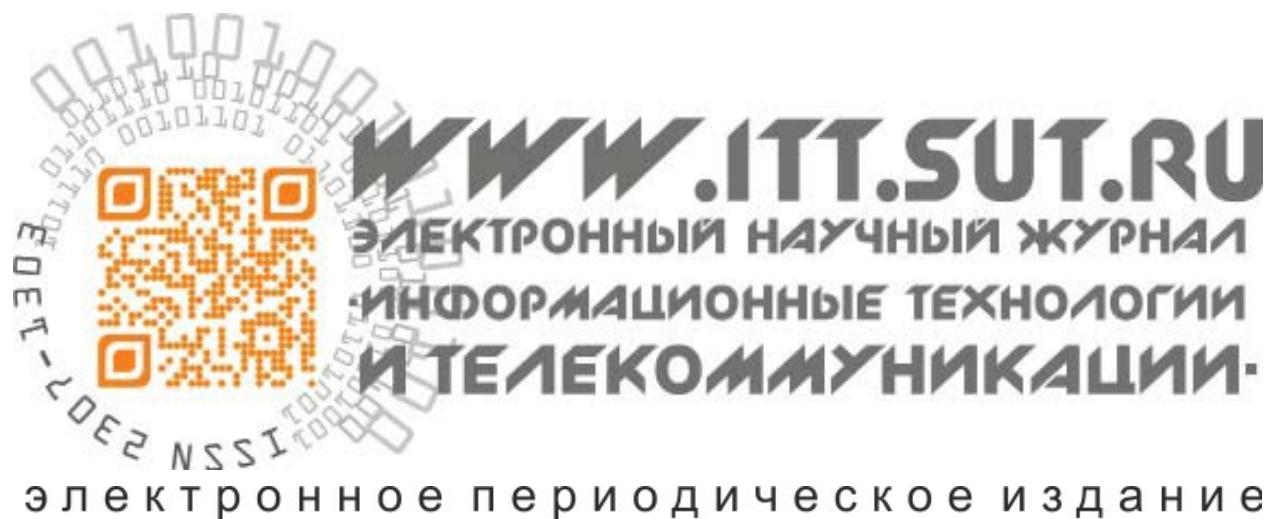
Фицов В. В. – факультет сетей связи, систем коммутации  
и вычислительной техники

Понамарёва Е. Ю. – начальник редакционно-издательского  
центра

## СОДЕРЖАНИЕ)))

|  |     |
|--|-----|
| <u>Пленарное заседание</u> . . . . .   | 5   |
| <u>Системы, сети и устройства телекоммуникаций</u> . . . . .   | 15  |
| <u>Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения</u> . . . . .  | 37  |
| <u>Проектирование электронных средств связи, автоматизация и информатизация технологических процессов и систем</u> . . . . . | 57  |
| <u>Информационные системы</u> . . . . .  | 81  |
| <u>Экономика и управление в связи</u> . . . . .  | 102 |
| <u>Аннотации</u> . . . . .   | 124 |
| <u>Авторы статей</u> . . . . .   | 132 |
| <u>Авторский указатель</u> . . . . .   | 135 |

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА)))



[www.glonass-portal.ru](http://www.glonass-portal.ru)

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 621.396.2

А. А. Прасолов

### ЭВОЛЮЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ

На сегодняшний день получили большое развитие на мировом рынке микроэлектроники, так называемые системы на кристалле. Система на кристалле (однокристальная система) – электронная схема, выполняющая функции целого устройства (например, компьютера) и размещенная на одной интегральной схеме. В англоязычной литературе она называется System-on-a-Chip или сокращённо SoC.

Появление подобных интегральных схем вызвано тем, что современные требования к функциональности и миниатюризации электронных устройств с каждым годом повышаются. Традиционный микропроцессор разрабатывается в течение 3–5 лет. Сегодня за это время сменяется несколько поколений микроархитектур и технологий и как следствие, разработчики часто не успевают за требованиями рынка.

Интеграция всех основных системных узлов на одной системно-ориентированной микросхеме обеспечивает повышение производительности, снижение энергопотребления, уменьшение цены конечного изделия в целом и позволяет выпускать малогабаритную продукцию. Все эти преимущества особенно важны в области телекоммуникаций, мультимедийных приложениях, носимой и портативной аппаратуре, а также в сетевых приложениях.

Структура типовой системы на кристалле представлена на рис. 1 [1], которая содержит:

- один или несколько микроконтроллеров, микропроцессоров или ядер цифровой обработки сигналов (DSP). SoC, содержащий несколько процессоров, называют многопроцессорной системой на кристалле (MPSoC);
- банк памяти, состоящий из модулей ПЗУ, ОЗУ, ППЗУ или флеш;
- источники опорной частоты, например, кварцевые резонаторы и схемы ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты);
- таймеры, счетчики, цепи задержки после включения;

- блоки, реализующие стандартные интерфейсы для подключения внешних устройств: USB, FireWire, Ethernet, USART, SPI;
- блоки цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей;
- блоки реализующие различные радио устройства;
- регуляторы напряжения и стабилизаторы питания.

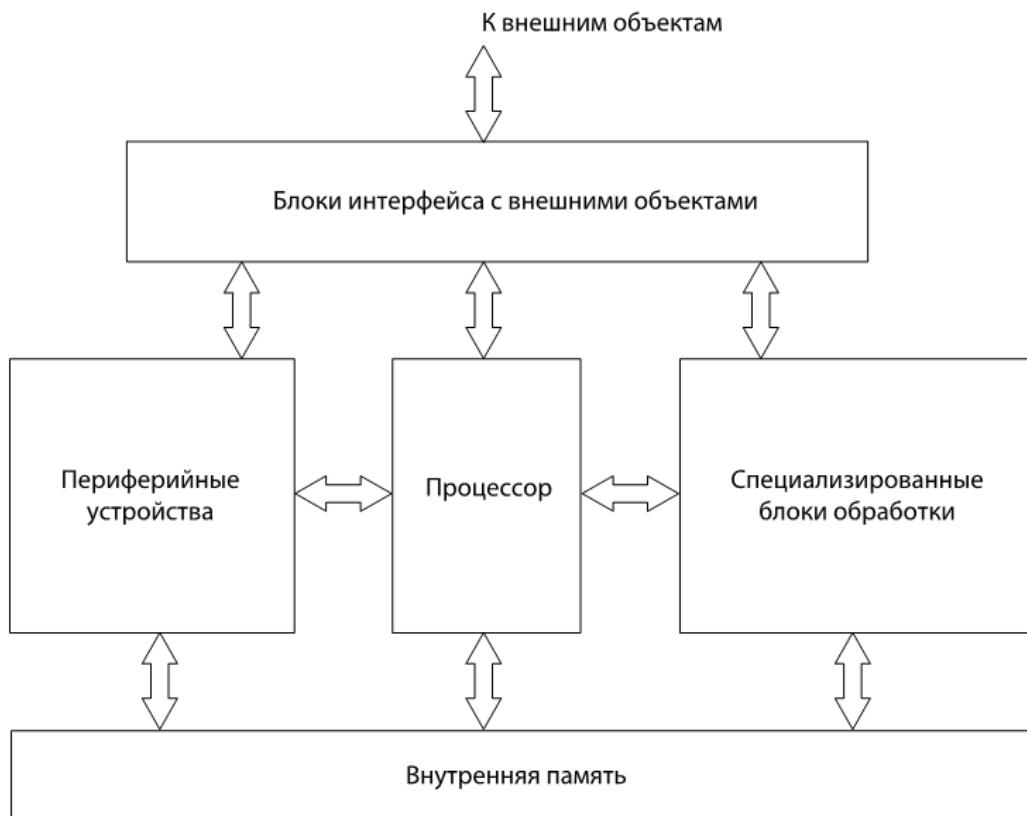


Рис. 1. Структура типовой системы на кристалле

Встраиваемая микропроцессорная система на базе SoC уже содержит необходимые для конечного устройства интерфейсы (например, USB, Ethernet, LCD, SD card) и аналогична по своей функциональности одноплатному промышленному компьютеру, но при этом обладает размерами микросхемы.

В зависимости от назначения системы, она может оперировать как цифровыми сигналами, так и аналоговыми, аналого-цифровыми, а также частотами радиодиапазона.

Если разместить все необходимые цепи на одном полупроводниковом кристалле не удается, применяется схема из нескольких кристаллов, помещенных в единый корпус (*System in a package*, SiP).

Системы на кристалле можно разделить на два больших класса: специализированные и общего назначения (рис. 2). Специализированные в свою очередь могут быть непрограммируемыми «железными» решения-

ми, ориентированными на решение конкретной задачи (ASIC) и программируемыми (PCoC) или конфигурируемыми (CSoC) микросхемами.



Рис. 2. Классификация систем на кристалле

Предшественниками систем на кристалле были микросхемы класса ASIC (Application Specific Integrated Circuits – интегральная схема для специфического применения), получившие широкое распространение во всем мире, поскольку они были единственным приемлемым решением при реализации сложных изделий микроэлектроники для портативной и носимой аппаратуры. Основным преимуществом заказных ИС является низкая стоимость конечного массового продукта. К сожалению, проекты на ASIC имеют свои недостатки: высокий уровень невозвратимых начальных затрат (NRE), длительное время разработки и верификации, а также значительные количества для минимального заказа партии готовых микросхем. В результате заказные ИС доступны только для конечных изделий при условии их большого тиража и длительного срока активного использования [2].

Таким образом, появились все предпосылки к реальному созданию коммерческих версий ИС нового поколения, сочетающих в себе преимущества традиционных заказных изделий класса ASIC, микросхем программируемой логики, и интегрирующих широкий диапазон системных ресурсов для большей функциональности.

Рассмотрим несколько программируемых систем на кристалле относящихся к различным подклассам. Концепция PSoC была разработана специалистами компании Cypress, первые микросхемы впервые появились в 2001 году.

Поэтому рассмотрим архитектуру микросхемы семейства PSoC CY8C27x43 [3] (рис. 3). Данная микросхема относится к классу SoC общего назначения.

Все микросхемы Cypress построены на базе восьмиразрядного ядра M8C гарвардской архитектуры с тактовой частотой 24 МГц и производительностью 4 MIPS.

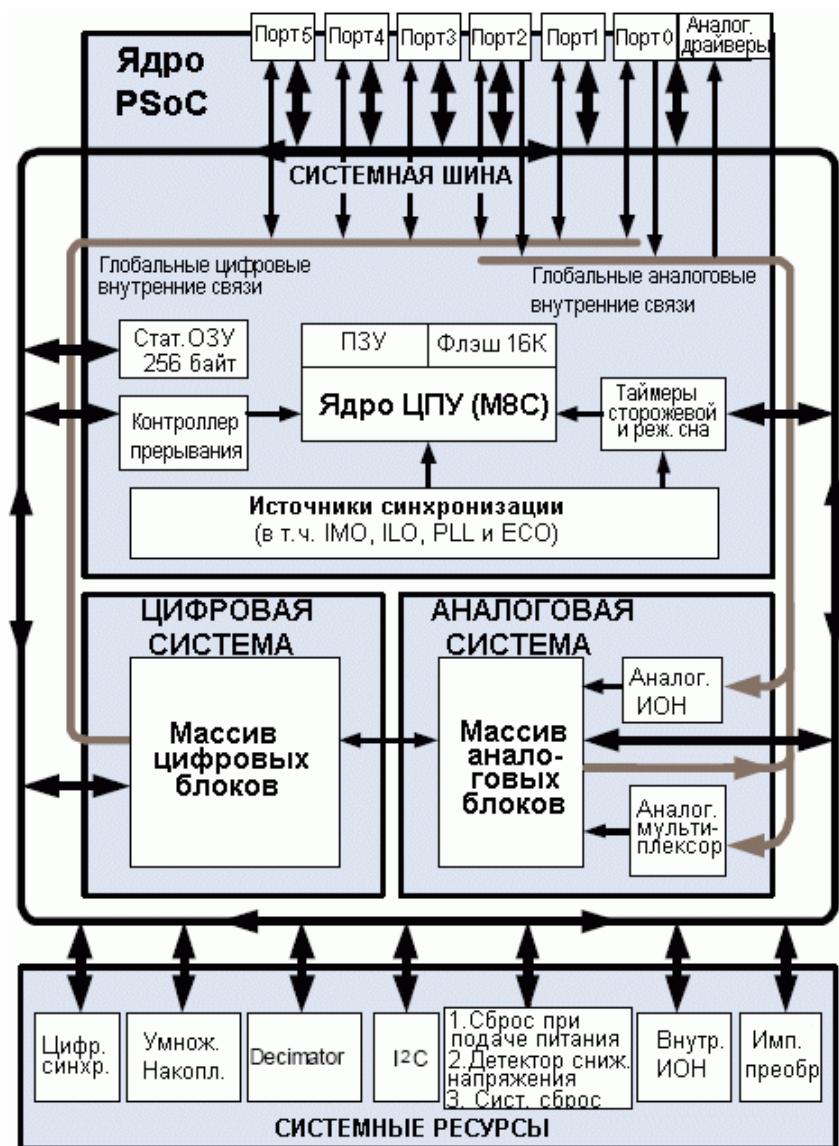


Рис. 3. Архитектура микросхемы семейства PSoC CY8C27x43

В стандартную периферию входят следующие блоки:

- система управления тактовыми сигналами, которые используются как для тактирования ядра и стандартной периферии, так и для конфигурируемых блоков;
- 8-разрядный умножитель, способный выполнять как умножение, так и умножение с накоплением (MAC);
- контроллер I2C, Master/Slave с тактовой частотой до 400 кГц;

- Decimator – интегратор (первого или второго порядка), который следует включать в петлевые и следящие фильтры типа ФАПЧ, интегрирующие или сигма-дельта АЦП и т. п.;
- программно управляемая система мониторинга питания;
- генератор (источник) опорного напряжения для работы аналоговых блоков и компараторов;
- управляемый генератор, который при подключении внешней индуктивности, емкости и диода позволяет сделать повышающий преобразователь напряжения.

Цифровой блок предлагает несколько предопределенных конфигураций, называемых функциями. Выбор функции определяет тип периферийного устройства, которое может быть размещено в данном блоке, и назначение конфигурационных регистров, связанных с этим блоком.

Аналоговые блоки используются как для построения различных типов ЦАП и АЦП, так и для работы в качестве аналоговой схемы, например, активного фильтра. Часть модулей реализована на операционных усилителях с резистивными обратными связями, а часть – на схемах с переключающимися конденсаторами.

Ко второй реализации PSoC систем, является реализация на базе ПЛИС высокой интеграции (FPGA) процессорного блока. Такие процессоры, создаваемые путем задания конфигурации программируемых ресурсов ПЛИС, называют конфигурируемыми, а иногда – софт-процессорами (рис. 4, а).

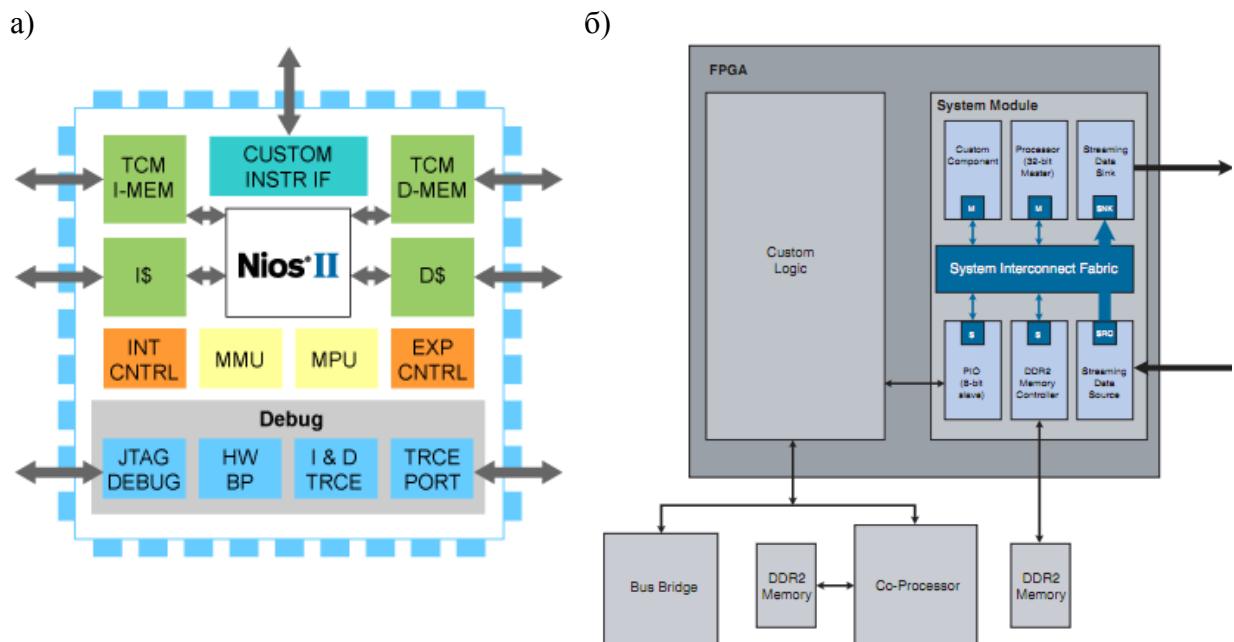


Рис. 4. Реализация на базе ПЛИС процессорного блока:  
а) структура процессорного ядра Nios II; б) размещение в микросхеме ПЛИС

Строго говоря, понятие система-на-кристалле может подразумевать, что на той же микросхеме реализована и аналоговая часть, но, говоря о ПЛИС, обычно имеют в виду только цифровую часть разрабатываемой системы. Иногда используется уточнение – цифровая система-на-кристалле или Digital System-on-Chip.

В таблице приведены характеристики ряда процессорных блоков [1], предлагаемых компаниями Xilinx, Altera, Gaisler Research. Это процессорные ядра с RISC-архитектурой, для реализации которых требуется всего несколько сотен или тысяч логических блоков (LUT – Look-Up-Table). Так как современные FPGA содержат несколько десятков тысяч LUT, открываются возможности реализации на кристалле систем, содержащих несколько процессорных ядер и значительное число периферийных и специализированных блоков.

ТАБЛИЦА Параметры синтезируемых процессорных IP-модулей

| Процессорные блоки    | Разрядность | Тактовая частота, МГц | Производительность, DMIPS | Число LUT |
|-----------------------|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------|
| PicoBlaze (Xilinx)    | 8           | 250                   | 125                       | 110       |
| MicroBlaze (Xilinx)   | 32          | 200                   | 166                       | 1250      |
| Nios II Fast (Altera) | 32          | 185                   | 218                       | 1800      |
| LEON3* (Gaisler)      | 32          | 150                   | 150                       | 3500      |

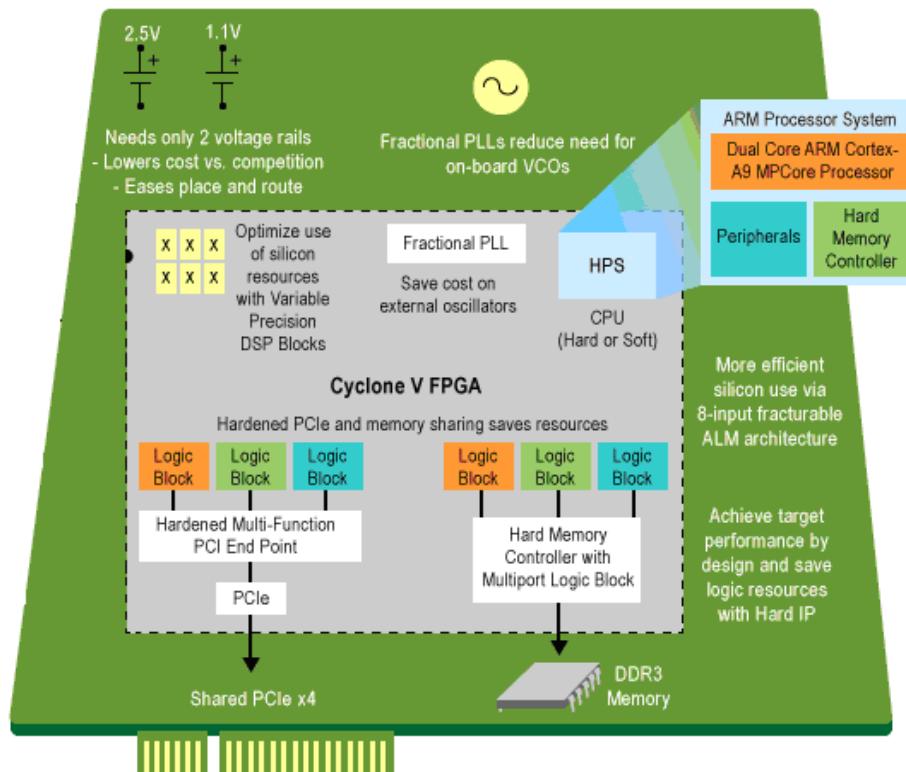


Рис. 5. Особенности микросхем ПЛИС серии Cyclone V фирмы Altera

Напротив, аппаратно реализованные процессорные ядра представляют собой участки кристалла ПЛИС, на которых вместо логических ячеек реализованы уже существующие процессорные устройства. На [рисунке 5](#) представлена структура ПЛИС Cyclone V [4]. Особенностью данного семейства является наличие аппаратного процессорного блока, основой которого является одно- или двухъядерный процессор ARM Cortex A9.

Рассмотрим варианты систем на кристалле специального назначения. На [рисунке 6](#) показана структура микросхемы CC2430 производства Texas Instruments [5]. Данная микросхема построена на базе ZigBee-трансивера CC2420 объединенного с микроконтроллером высокой производительности (1 команда за 1 такт) на базе популярного 51-го ядра. Тактовая частота микроконтроллера составляет 32 МГц. Микросхема имеет 8 Кбайт оперативной памяти с возможностью прямого доступа (DMA), таймеры, последовательные интерфейсы, крипто процессор AES -128, 14-разрядный АЦП, таймер спящего режима и 21 программируемую линию ввода/вывода. В комплекте со стеком протоколов ZigBee микросхема CC2430 представляет собой законченное решение для построения сетей ZigBee.

На [рисунке 7](#) представлена другая система на кристалле специального назначения, структура с видеопроцессора TMS320DM6467T DaVinci™ компании Texas Instruments [6], построенного с использованием двух различных процессорных ядер (ARM и C64+).

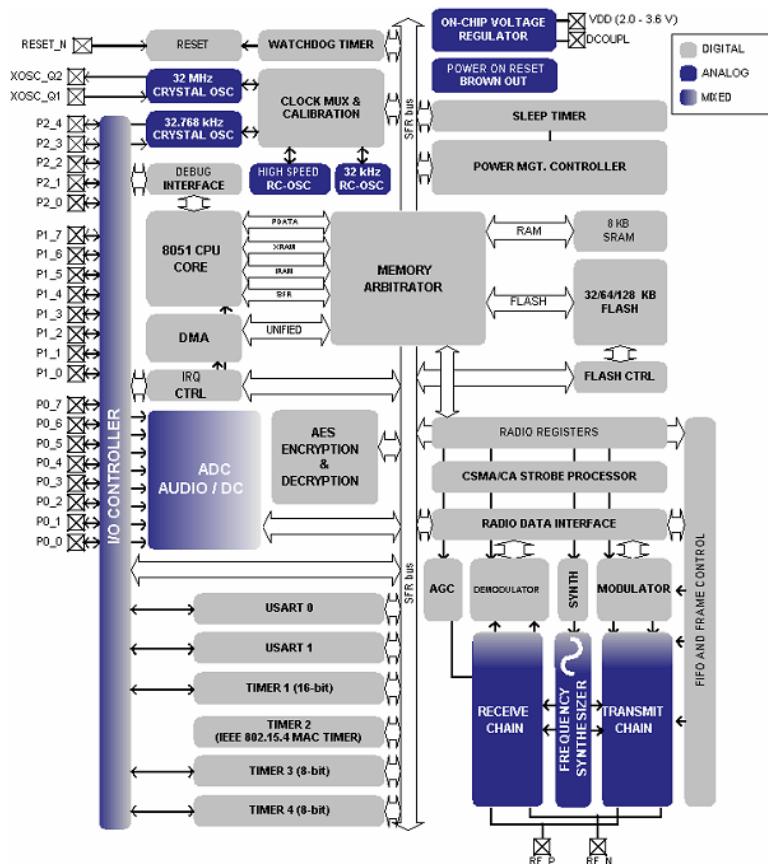


Рис. 6. Структура микросхемы CC2430 производства Texas Instruments

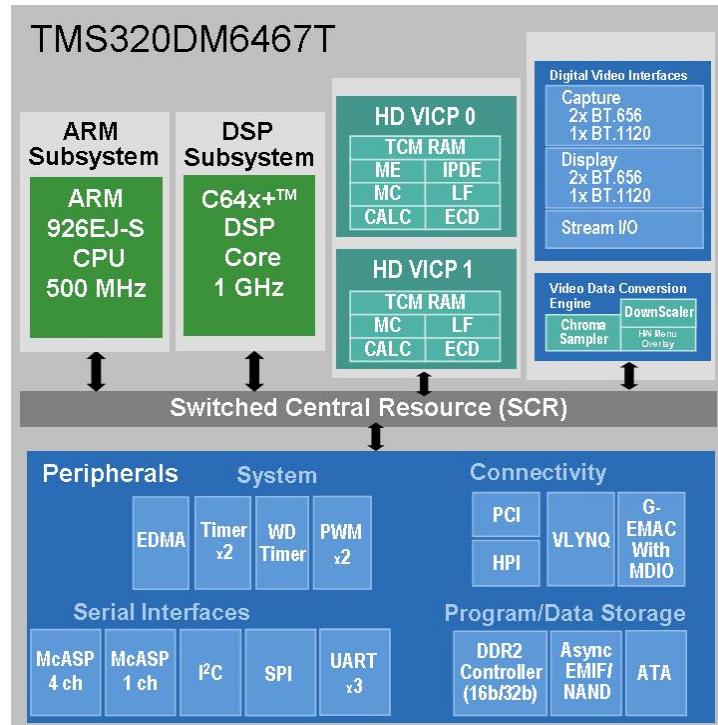


Рис. 7. Структура видеопроцессора TMS320DM6467T DaVinci™ компании Texas Instruments

TMS320DM6467T представляет собой однокристальный процессор, обеспечивающий работу сетевых цифровых приложений для декодирования видео высокой четкости (HD) в формате H.264 (разрешение 1080р при частоте 60 кадров в секунду), предлагая при этом оптимизированное формирование изображений и улучшенные возможности обработки видеоданных, необходимые для одновременной поддержки до восьми видеоканалов формата H.264 D1 в режиме реального времени.

Процессор DM6467T оснащен усовершенствованными сопроцессорами для видеоданных и более быстрыми периферийными устройствами, позволяющими создание хорошо масштабируемой архитектуры, идеально соответствующей требованиям видеонаблюдения, проведения видеоконференций в видеорежиме HD, мультиформатных цифровых адаптеров среды передачи данных, цифровых видеорекордеров режима реального времени и цифровых информационно-рекламных систем.

В качестве начального ознакомления и изучения систем на кристалле нами были разработаны лабораторные работы для курса читаемого на кафедре РПВЭС «Микропроцессоры в радиосистемах», в качестве лабораторного стенда была взята плата EASY8051B (рис. 8) разработанная компанией Microelectronica.

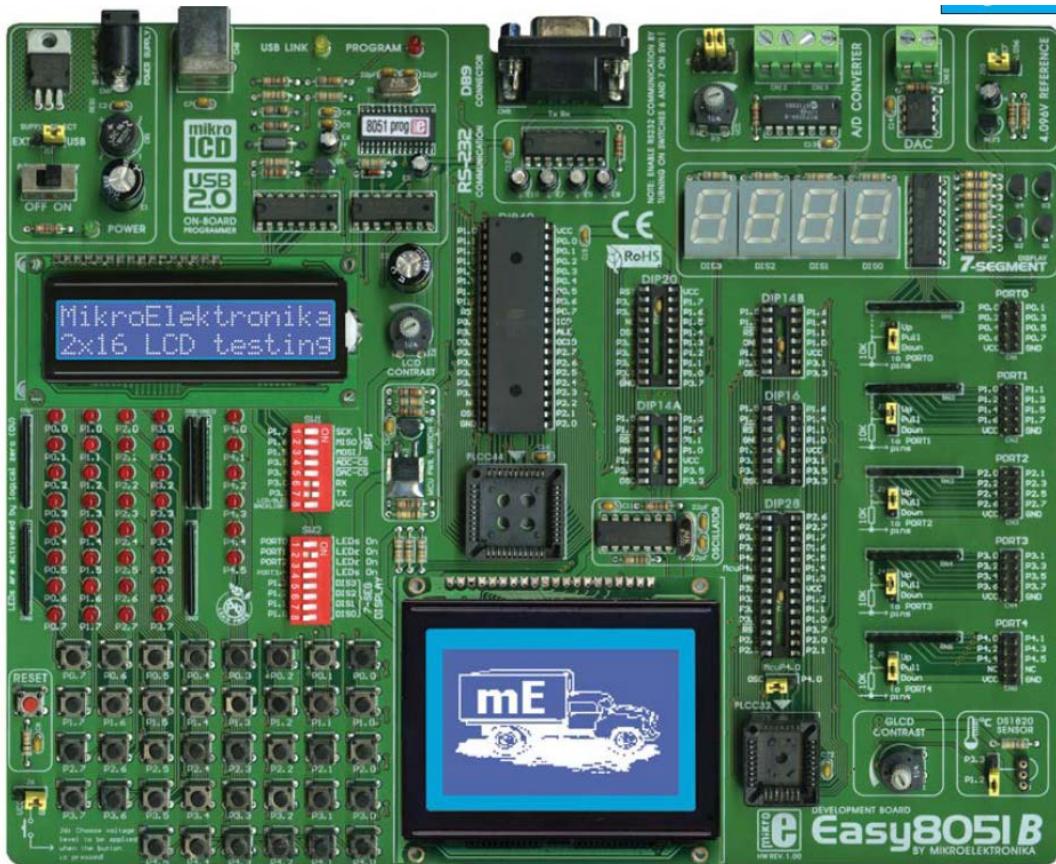


Рис. 8. Лабораторный стенд EASY8051B на базе микроконтроллера 8051

Данная плата предназначена для работы с микроконтроллерами Atmel с ядром 8051, она включает в себя программатор, являющийся связующим звеном между микроконтроллером и компьютером.

В состав платы входит следующий набор периферийных модулей: порт RS-232 (разъем DB-9) для соединения с компьютером или другой платой; четыре семисегментных индикатора для отображения цифровой информации; переключаемый источник опорного напряжения для более точных преобразований АЦП; аналого-цифровой и цифро-аналоговый 12-ти разрядные преобразователи; 30 пользовательских кнопок; кнопка сброса; разъем для подключения датчика температуры DS1820. На плате имеются разъемы для подключения внешнего графического дисплея ME-GLCD 128X64 и внешнего символьного дисплея ME-LCD 2X16.

В этом году вышли методические указания для проведения лабораторных работ с использованием данного лабораторного макета.

Данные методические указания состоят из 6 лабораторных работ, которые позволяют освоить студентам способы управления различными периферийными устройствами (семисегментными индикаторами, универсальным приемопередатчиком, формирование сигналов управления и вывод их через ЦАП).

Помимо этого, находятся в разработке лабораторные работы, которые позволяют студентам изучить принципы вывода информации на графический и текстовый двухстрочный дисплеи.

Таким образом, на сегодняшний день системы на кристалле получили достаточно широкое применение в различных приложениях, и их изучение является необходимым этапом в подготовке современных специалистов и разработчиков.

### **Список используемых источников**

1. **Системы** на кристалле. Особенности реализации и перспективы применения [Электронный ресурс] / И. Шагурин. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2189/doc/40316/> (дата обращения 03.06.2013).
2. **Системы** на кристалле: общее представление и тенденции развития [Электронный ресурс] / И. Кривченко // Компоненты и технологии. – 2001. – № 6. – Режим доступа: <http://www.efo.ru/doc/Triscend/Triscend.p1?283> (дата обращения 03.06.2013).
3. **CY8C27143**, CY8C27243, CY8C27443, CY8C27543, CY8C27643. PSoC™ Mixed Signal Array Preliminary Data Sheet / Cypress MicroSystems, Inc, 2003. – 332 p.
4. **Cyclone V** Device Handbook Volume 3: Hard Processor System Technical Reference Manual // Altera Corporation, November 2012. – 16 p.
5. **CC2430** Data Sheet / Texas Instruments Incorporation, 2013. – 234 p.
6. **TMS320DM6467T** Digital Media System-on-Chip / Texas Instruments Incorporation, 2012. – 348 p.

## СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

УДК 004.72:004.057.4

С. А. Бакин (студент, СК-92)

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ СЕТЕЙ СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ SDN

В процессе научно-технического развития сеть интернет стала занимать, ключевую роль в системе мирового хозяйства. Стоит отметить, что идеология и принципы развития глобальной сети были заложены в 80-е годы, и к настоящему моменту накопились весомые противоречия, мешающие дальнейшему и эффективному развитию. Среди них стоит отметить следующие:

- отставание в развитии инфраструктуры передачи данных от требований сервисного уровня и приложений;
- постоянное возрастание объемов и скоростей передаваемых данных, а так же типов данных;
- растущая претенциозность сетевого оборудования, проприетарность и закрытость от исследований и свободного совершенствования;
- большое количество используемых сетевых протоколов и частое отсутствие интерфейсов между ними.

Поиски эффективного решения в развитии принципов построения сетей связи идут с самого момента появления сетей TCP/IP, но в последнее время серьезный интерес отрасли и академической общественности вызывает концепция программно-конфигурируемых сетей (от англ. Software-defined networks) [1]. Такая концепция предполагает подход к построению сети, при котором сетевая инфраструктура обеспечивает обработку и передачу траффика согласно правилам, сформулированным на центральном устройстве управления – контроллере. Таким образом, самостоятельно сетевые устройства не принимают решений, а получают готовый набор правил и политик для работы с потоками данных из централизованного места управления.

Концепция предусматривает деление сети на три функциональных уровня (рис. 1): уровень сетевых приложений, уровень управления и уровень инфраструктуры. На уровне сетевых приложений формулируются вы-

сокоуровневые требования к работе сети. Через открытый интерфейс требования попадают на уровень управления, где находится сетевая операционная система. Сетевая операционная система адаптирует эти правила к виду понятному сетевым устройствам и через открытый интерфейс управления передает их на инфраструктурный уровень. На сегодняшний день таким интерфейсом является протокол OpenFlow [2], разрабатываемый международным консорциумом Open Networking Foundation.

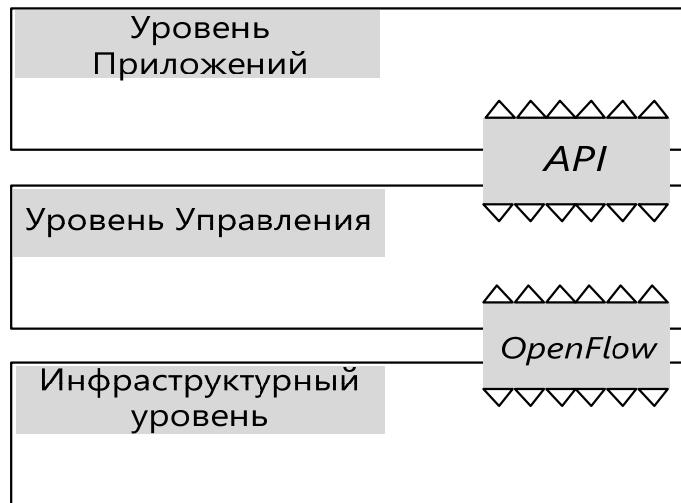


Рис. 1. Функциональная схема сети SDN

Протокол Openflow при работе с трафиком оперирует понятием потока – совокупностью полей в заголовках пакетах данных в соответствие которым, есть детерминированные действия. Структура управления внутри сетевого устройства представляет собой: интерфейс управления OpenFlow, таблицу потоков и групповую таблицу. Алгоритм работы такой сети можно разделить на четыре этапа: формулирование требований к настройке сети на уровне сетевых приложений, рассылка настроек и политик через Openflow сетевым устройствам, анализ сетевыми устройствами входящих потоков, применение политик согласно заполненным таблицам управления потоков и/или групповых потоков. Таким образом, протокол OpenFlow позволяет перенести логику управления сети на уровень приложений и отделить программную компоненту сетевого устройства от аппаратной.

Отметим, что отделение логики принятия решений от самих сетевых устройств в централизованное логическое устройство позволяет рассматривать сеть передачи данных в целом как монолитный уровень, увеличивая эффективность оценки маршрутов, путей прохождения приоритетированного трафика и т. д. из одной точки управления.

К основным идеологическим преимуществам концепции программно-конфигурируемых сетей стоит отнести:

1) Независимое развитие программного и аппаратного обеспечения сетей. Важнейший фактор инновационного развития отрасли.

2) Логическая централизация функций управления, программная ориентированность развития сетевых технологий.

3) Замена сложного и специфического аппаратного обеспечения решениями виртуализации и программными средствами.

Считается, что основные области применения *SDN* это центры обработки данных, корпоративные сети, сети операторов услуг. Возможно использование для управления сетями *WAN* и магистральными трассами.

По мнению многих экспертов, самый вероятный вариант внедрения решений программно-конфигурируемых сетей, в ближайшее время, станет гибридное использование для корпоративных сетей ([рис. 2](#)). Технически это будет «вклинивание» прослойки *SDN* в качестве программируемого медиатора между приложениями виртуализации и физической сетью.

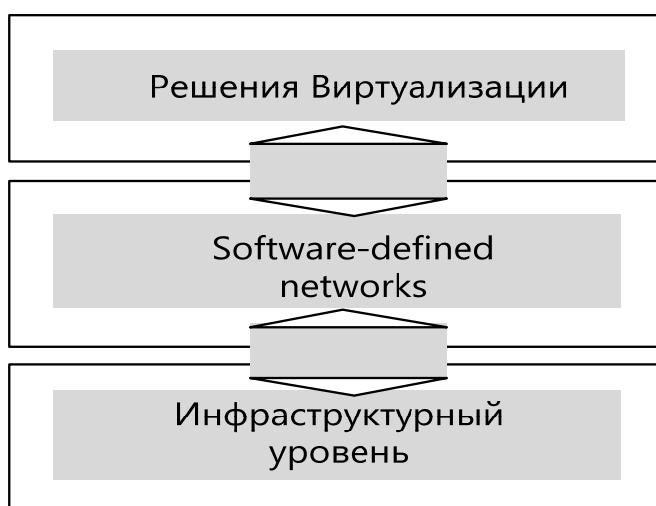


Рис. 2. Схема гибридного использования

Стоит отметить, что потенциал, заложенный в концепции *SDN*, имеет колоссальное научное и прикладное значение и требует фундаментального исследования и последующего раскрытия. Очевидно, что все проблемы современной сети интернет не будут решены за счет внедрения промышленных решений программно-конфигурируемых сетей. Но будет сделан качественно-новый научно-технический шаг на пути к совершенной сети.

#### Список используемых источников

1. **Software-Defined Networking:** The New Norm for Networks. Open Networking Foundation, 2012. – 12 p.
2. **OpenFlow Switch Specification Version 1.3.2 (Wire Protocol 0x04).** Open Networking Foundation, 2013. – 131 p.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом А. А. Атциком.*

УДК 621.391

А. Гамиль (аспирант СПбГУТ)

## ОЦЕНКА РАЗМЕРНОСТИ СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Важнейшими характеристиками сети связи являются характеристики ее размера. К таким характеристикам можно отнести количественные оценки:

- числа пользователей (абонентов);
- объема предоставляемых услуг (абонентского трафика);
- географических размеров (протяженность, площадь обслуживаемой территории);
- количества оборудования (узлов связи);
- протяженности линий связи;
- пропускной способности (потенциальной возможности по обслуживанию трафика).

С развитием сетей нового поколения NGN (*next generation network*), т. е. новых технологий телекоммуникаций, в частности IP-сетей и Интернет, технологий беспроводного доступа, абонентских терминалов масштабы сетей непрерывно расширяются. Структура и размеры сетей, в настоящее время, изменяются гораздо быстрее, чем это было ранее, когда основными технологиями построения сетей были технологии коммутации каналов и фиксированный абонентский доступ. Поэтому, задача оценки размера сети, которая ранее и сейчас решается с помощью ежегодной статистической отчетности операторов связи перед Министерством, приобретает новые качества. Эти качества с учетом новых возможностей можно сформулировать следующим образом:

- размер сети может изменяться быстрее, чем это предусматривают процедуры статистической отчетности;
- необходимо использовать возможности новых технологий для автоматизации процесса оценки размера сети.

Сеть следующего поколения NGN отличается от традиционной сети TDM (*time-division multiplexing*) отсутствием выделяемых специально для каждого соединения каналов, не ограниченной в пространстве, менее фиксированной сетевой конфигурацией, открытыми стандартными интерфейсами между тремя основными уровнями: коммутации, управления обслуживанием вызовов, услуг и приложения.

Поэтому вопрос размера сети NGN не определяется просто числом узлов коммутации и каналов, как в TDM-сети и, следовательно, не столь очевиден.

Для оценки размера NGN сети, в начале, требуется знать архитектуру и все элементы этой сети. На рисунке в качестве примера архитектуры NGN, приведена схема взаимодействия гибкого коммутатора (Softswitch) с другими элементами сети NGN. В основе этой архитектуры, используются специальные аппаратно-программные средства – Softswitch [1].

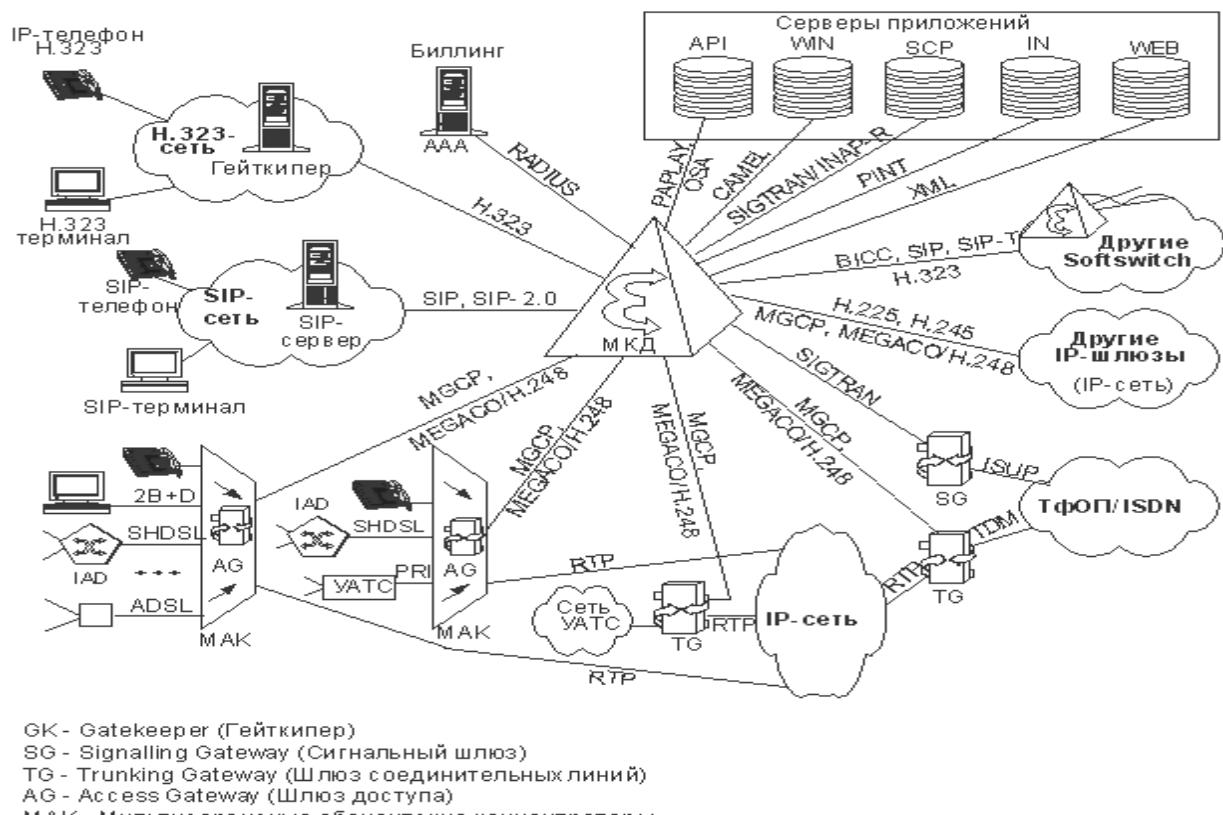


Рисунок. Пример архитектуры NGN

Softswitch является носителем интеллектуальных возможностей сети. Он управляет обслуживанием вызовов (выполняет функцию Call Agent) и транспортными шлюзами и шлюзами доступа (по протоколу H.248 и т. п.), координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, т. е. поддерживает функции Signaling Gateway (SG). Функции Call Agent рассчитаны на определенное количество вызовов/сессий, поэтому с учетом создаваемого в сети трафика определяется обслуживаемое данным Call Agent число транспортных шлюзов и шлюзов доступа (рис.).

Сервер приложения (AS) реализует логику услуг. Управляет серверами обработки вызовов и специальными NGN ресурсами (например, Медиа-серверами).

Шлюз доступа (AG) служит интерфейсом между IP сетью и проводной или беспроводной сетью доступа. Он преобразует пользовательскую информацию и передает ее либо в другую IP сеть, либо в SG для последующей передачи в сеть с коммутацией каналов.

Сигнальный шлюз (SG) обеспечивает доставку сигнализации к Softswitch от традиционной сети и наоборот.

Транспортный шлюз (TG) служит для организации взаимодействия между традиционной телефонной TDM сетью и пакетной NGN сетью, преобразует TDM потоки данных в пакеты, и наоборот.

В настоящее время, для взаимодействия между гибкими коммутаторами, в основном, используется протоколы SIP/SIP-T и BICC, а для взаимодействия гибких коммутаторов с подчиненными им коммутационными устройствами – протоколы стандарта MGCP/Megaco/H.248. Те и другие протоколы разрабатывались IETF и ITU-T и изначально ориентированы на IP-сети.

Возможность оценки размера сети позволяет отслеживать ее рост и строить прогнозы развития. Разработка эффективных методов оценки размера сети NGN имеет значение, например, для задач планирования сетей нового поколения, формирования статистической отчетности.

*Подходы выбора IP адресов.* Размер сети нового поколения можно рассматривать с двух сторон, как размер TDM сети и IP сети. Здесь большее внимание уделяется оценке размера IP-сети NGN. Мы предполагаем, что каждый элемент этой сети имеет свой IP адрес. Поскольку элементы сети NGN включены в IP сеть и имеют свои IP адреса, возникает потенциальная возможность оценить размер сети NGN путем опроса (сканирования IP адресов) [2].

Предлагаемый подход, основан на выборке распределения пространства IP-адресов в сети NGN. Для решения этой задачи мы можем исследовать все IP адреса пространства и подсчитывать число найденных IP устройств  $N_w$ . Эту процедуру можно выразить следующим математическим выражением:

$$N_w = \sum_{n=1}^{2^{32}} I(A_n),$$

где верхний передел суммы равен общему числу IP адресов пространства,  $I(A_n)$  – индикатор, который указывает результат исследования адреса  $A_n$ . Для исследования  $I(A_n)$ , посыпается запрос к IP адресу  $A_n$  и если ответ на запрос положителен (т.е. указывает на наличии сервера с адресом  $A_n$ ),  $I(A_n)$  – принимает значение 1. В противном случае  $I(A_n)=0$ .

Вероятность наличия сервера при произвольном выборе IP адреса  $A_n$ :

$$p_w = \frac{N_w}{2^{32}}.$$

Очевидно, что эта процедура, слишком трудоемка потому, что она требует исследовать примерно четыре миллиарда адресов ( $2^{32}$ ).

Для экономии числа проб и времени исследования, предлагается случайный выбор IP адресов из пространства адресов сети с помощью двух подходов.

Первый подход случайная выборка Монте-Карло, выбирается случайный набор (подмножество) IP адресов  $N_{mc}$  из пространства всех адресов  $2^{32}$ . При этом номера выбираемых адресов случайны и имеют равномерное распределение в диапазоне значений адресов. Затем каждый из выбранных адресов  $A_n$ , ( $n=1, \dots, N_{mc}$ ), исследуется для получения значения оценочной функции  $I(A_n)$ . Оценочная функция Монте-Карло для вероятности  $p_w$  определяется:

$$\hat{P}_{mc} = \frac{1}{N_{mc}} \sum_{n=1}^{N_{mc}} I(A_n).$$

Второй подход – выборка по значимости, предлагается случайный выбор подмножества IP адресов  $N_{is}$  из пространства всех адресов  $2^{32}$ . В отличии от выборки Монте-Карло, в этом случае учитывается неравномерность распределения адресов IP устройств в общем пространстве адресов. Для исследования выбираются IP адреса  $A_n^*$  из пространства всех адресов  $2^{32}$ . Для получения оценки, используется весовая функция  $w(\cdot)$ :

$$\hat{P}_{is} = \frac{1}{N_{is}} \sum_{n=1}^{N_{is}} w(A_n^*) I(A_n^*),$$

где  $N_{is}$  – число исследованных адресов;  $w(A_n^*)$  – определяется отношением смещенного распределения адресов к равномерному распределению.

В общем, оба эти методы основаны на исследовании случайной выборки адресов, и поэтому дают статистическую оценку вероятности  $\hat{P}_{mc}$  или  $\hat{P}_{is}$ . Истинное значение оцениваемой величины лежит в соответствующих доверительных интервалах [2]. Преимущества первого или второго метода определяется шириной соответствующих интервалов, при равных объемах выборки и равных доверительных вероятностях. Очевидно, что при равномерном распределении адресов IP устройств в адресном пространстве оба этих метода эквивалентны. Однако, в реальной ситуации [1], IP-адреса распределены в диапазоне адресов неравномерно. Поэтому, первый метод, потенциально, менее эффективен, чем второй метод. Естественно, что для обеспечения эффективности второго метода необходимо определить адекватный вид  $w(\cdot)$ . Последнее, дает возможность существенно сузить доверительный интервал, т. е. повысить эффективность исследования.

### *Выходы*

1. Исследование размера сети NGN является важной актуальной задачей, решение которой позволяет получить полезную информацию для за-

дач планирования и проектирования, а также получения данных статистической отчетности.

2. Для исследования размера сети NGN может быть использован такой показатель как число устройств (серверов, шлюзов) сети.

3. Исследование размера сети NGN может производиться методом опроса (сканирования) пространства IP – адресов.

4. Для повышения эффективности исследования может быть использован метод выборки по значимости, обеспечивающий снижение трудоемкости (повышение точности оценок).

5. Для применения метод выборки по значимости необходимо провести исследование распределения IP адресов NGN устройств в общем пространстве адресов.

#### **Список используемых источников**

1. **Softswitch** / А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2006. – 366 с.

2. **Measuring the Size of the Internet via Importance Sampling** / S. Xing, B.-P. Paris. – IEEE Journal on Selected Areas In Communications, Vol. 21, No. 6, August 2003. – PP. 922–932.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором Б. С. Гольдштейном.*

**УДК 519.688**

**И. Г. Ковалёв (ассистент кафедры ОПДС)**

### **АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР ТИПИЗАЦИИ И ЭКСТРАПОЛЯЦИИ СИТУАЦИИ В АЛГОРИТМЕ КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИИ**

Анализ систем связи, в том числе специального назначения, обнаружил множественность и разнородность проявлений систем связи, выражавшихся в наличии в рамках одной системы большого числа разнородных подсистем: изделий, трактов, служб, профилей, протоколов, платформ, сетей, соподчиненных систем. Каждое подобное проявление системы, как правило, связано с полезностной интерпретацией системы *Лицо Принимающее Решение* (ЛПР), что, с учетом требований по полноте и непротиворечивости управления, порождает задачу управления интерпретациями системы связи в зависимости от сложившейся измеримой обстановки.

Практически это зачастую выражается в виде множества показателей (до нескольких десятков), эвристическое знание о взаимосвязях между которыми позволяет ЛПР принимать решения по управлению. Как правило, этими показателями являются частные (по характеризуемому проявлению системы связи) показатели эффективности (ЧПЭ), позволяющие сравнивать между собой разнородные системы. Необходимость в обоснованном принятии решений требует экспликации связей между этими показателями и механизмов выбора этих связей из множества возможных в конкретной измеримой обстановке, что позволяет рассматривать задачу классификации ситуаций в признаковом пространстве ЧПЭ.

### Постановка задачи

Порождающим множеством ЧПЭ выступает МОТ-модель [1], определяющая множество интерпретаций системы связи, объединенных в признаковом пространстве, образованном шкалами наименований, соответствующих организационной, функциональной и логической декомпозиции системы связи (рис. 1, под надписью множество ЧПЭ). В работе [2] для этого пространства была предложена структура и определены правила комплексирования моделей системы связи на основе методики композиции частных показателей эффективности.

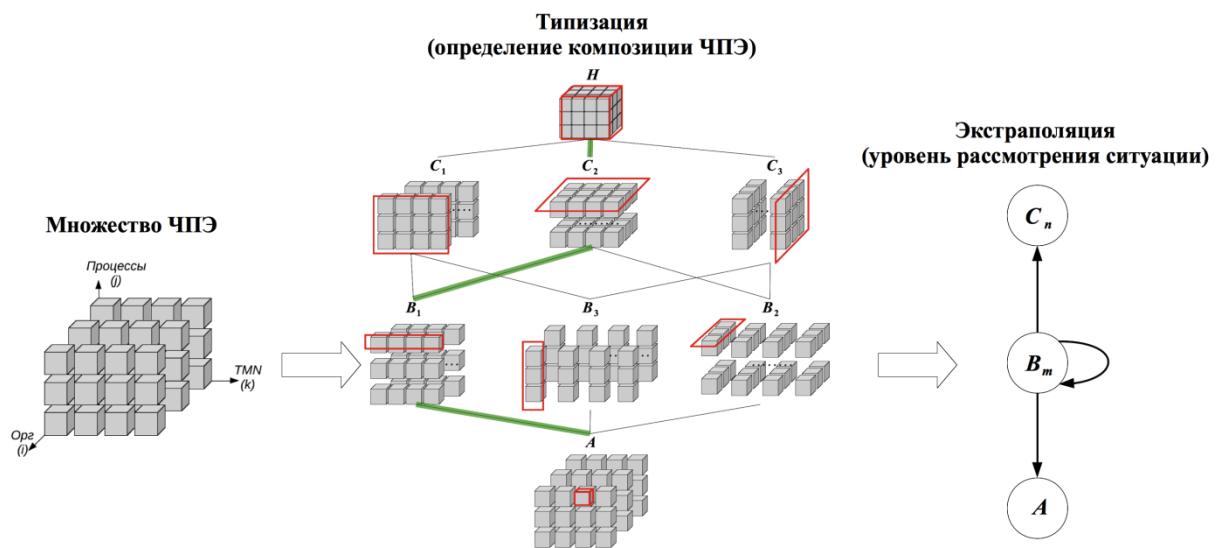


Рис. 1. Содержание этапов работы алгоритма классификации ситуаций

Итак, определены:

1. Множество дискрет признакового пространства

$$L = \bigcup_{i,j,k} D_{ijk}, \quad D_{ijk} = \langle W_{ijk}, J_{ijk} \rangle,$$

каждый элемент которого – дискрета – задается двуместным кортежем, состоящим из частной модели системы связи и значения ЧПЭ, рассчитывае-

мого по этой модели, вместе определяющих интерпретацию системы связи.

## 2. Модель ситуации

$$z = \langle D, \tau \rangle, D \subset L, \tau = \tau(L),$$

где  $D$  – подмножество дискрет признакового пространства,  $\tau$  – алгедоническая [3] характеристика гомеостатической системы.

## 3. Множество классов ситуаций

$$K = \{A, B, C, H\}$$

задано аналитически и определено свойствами множества  $L$  [2].

## 4. Множество типов ситуаций

$$T = T_B \cup T_C, \quad T_B = \bigcup_m B_m, \quad T_C = \bigcup_n C_n,$$

классы  $H$  и  $A$  тривиальны и не имеют типов (рис. 1), характеризуемых различным разбиением множества дискрет на непересекающиеся подмножества (различные композиции ЧПЭ).

Задача: построить процедуры, реализующие алгоритм классификации, который в соответствии с алгедоническими свойствами множества  $L$  определяет наилучшую композицию ЧПЭ и на основе анализа взаимосвязей ЧПЭ определит класс ситуации.

### Основные решения

Алгоритм классификации ситуаций приведен на рисунке 2, ключевые процедуры алгоритма – типизации и экстраполяции выделены на рисунке красными прямоугольниками и обозначены соответственно буквами Т и Э. Такая структура алгоритма позволяет его отнести к ситуационным процедурам [4].

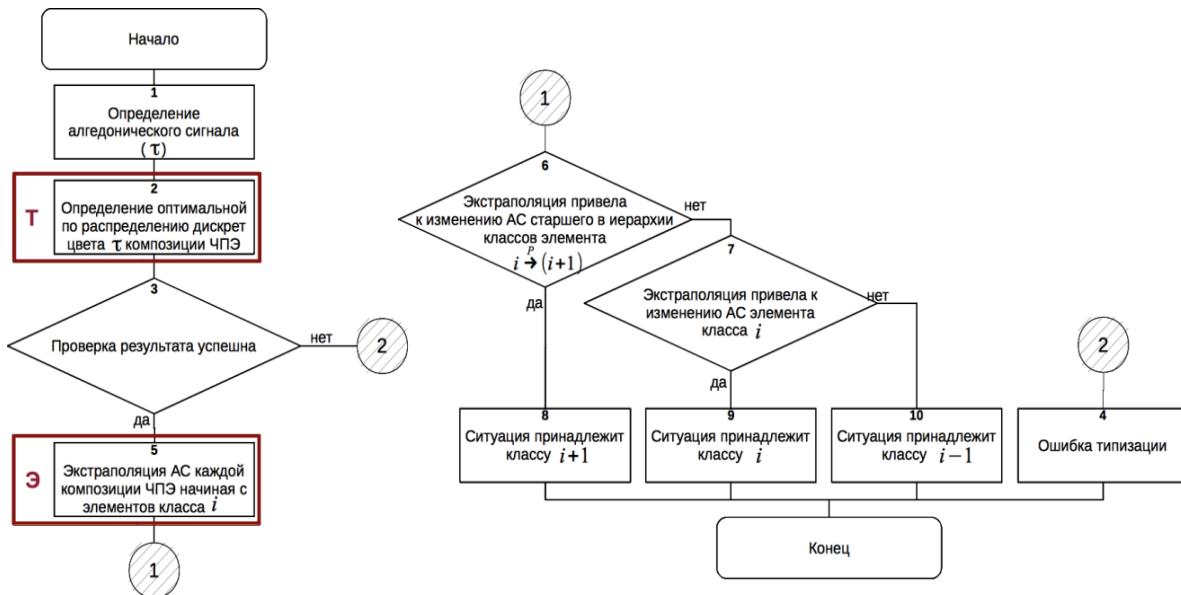


Рис. 2. Алгоритм классификации ситуаций

Содержание этапов алгоритма отображено на диаграмме на [рисунке 1](#).

Анализ различных реализаций алгоритма показал, что наибольшее влияние на результаты работу алгоритма оказывает типизация ситуаций.

### *Основные результаты*

Анализ подходов к построению процедур типизации в целом показал их соответствие подходам, применяемым при решении задачи классификации. В связи с этим, были выделены две большие группы, соответствующие метрическому и экспертному подходу к типизации. Блок-схемы алгоритмов соответствующих процедур представлены на [рисунке 3](#).

Общей чертой обеих процедур является формирование последовательности наборов дискрет, соответствующих ситуациям класса  $C$ , упорядоченным по количеству дискрет цвета  $\tau$ . При этом ставится задача выбора единственной плоскости из последовательности, отвечающей решающему правилу (обладающей максимальной метрикой для случая метрической типизации или отвечающей эвристическому правилу в случае экспертной типизации).

Основное отличие двух процедур заключается в том, что экспертная типизация предполагает последовательную фиксацию классов (сначала  $C$ , потом  $B$ ), а метрическая упорядочивает непосредственно композиции ЧПЭ для всех плоскостей с критическим значением метрики.

Данные прогона алгоритма классификации ситуаций для случая метрической и экспертной типизации на одинаковом объеме данных приведены в [таблице](#).

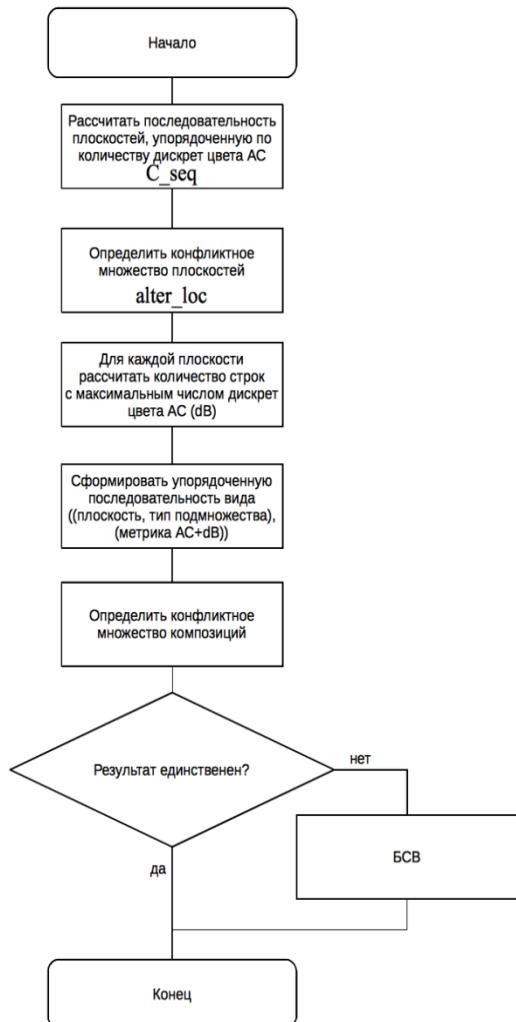
ТАБЛИЦА. Результаты прогона процедур типизации

| Процедура типизации | Количество ошибок |         |       | Количество успешных попыток |         |       | Качество локализации |     |        |
|---------------------|-------------------|---------|-------|-----------------------------|---------|-------|----------------------|-----|--------|
|                     | кл. «C»           | кл. «B» | всего | > 1 пл-ти                   | 1 пл-ть | всего | хор                  | уд. | не уд. |
| Метрическая         | 0                 | 0       | 0     | 442                         | 558     | 1000  | 558                  | 416 | 26     |
| Экспертная          | 42                | 92      | 134   | 407                         | 459     | 866   | 719                  | 146 | 1      |

При этом совпадений ситуаций класса  $C$  зафиксировано в 22 % случаев успешных прогонов, ситуаций класса  $B$  – в 38 %.

Согласно полученным результатам, целесообразно применить комбинацию процедур экспертной и метрической типизации в следующем порядке: сначала экспертная типизация, затем, при возникновении ошибки типизации или неудовлетворительной локализации – метрическая. Подобный подход гарантирует успешную процедуру типизации при непустом множестве ЧПЭ, характерную для метрической типизации, сохранив при этом качество экспертной типизации.

### Метрическая типизация



### Экспертная типизация

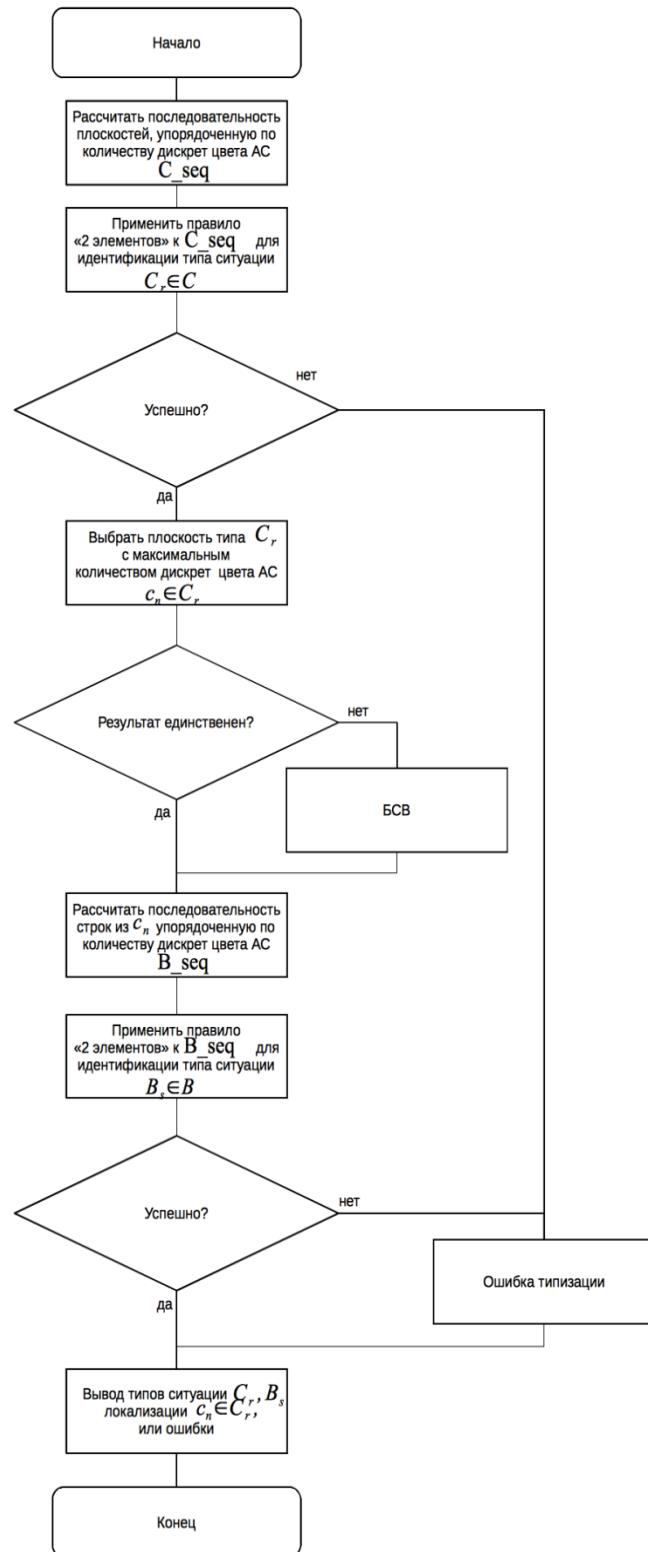


Рис. 3. Блок-схемы процедур метрической и экспертной типизации

Дальнейшее совершенствование предложенных процедур лежит, по-видимому, на пути усложнения решающих правил, в частности, применения метрик, основанных на более глубоком анализе конфликтных

множеств – путем решения задачи диагностики, что, однако, выходит за рамки рассматриваемого признакового пространства.

### **Список используемых источников**

1. **Открытая** базовая иерархическая модель телекоммуникационной системы / В. И. Дадаев, М. В. Фёдоров, С. О. Бурлаков // Информационные технологии моделирования и управления. – 2005. – № 3. – С. 422–427.
2. **Метод** композиции частных показателей эффективности в задаче типизации ситуаций в управлении телекоммуникационными системами / И. Г. Ковалев // Информационные технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках: сборник научных трудов пятого международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2012». – СПб. : Политехника, 2012. – С. 45–50.
3. **Мозг** фирмы: пер. с англ. / С. Бир. – М. : Радио и связь, 1993. – 416 с.
4. **Ситуационное** управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором Б. С. Гольдштейном.*

**УДК 004.5**

**И. Н. Костык (студент, СП-81)**

## **ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛЕВОЙ МОДЕЛИ**

В данной статье предложена программная модель двухступенчатого сжатия изображений на основе их представлений в виде скалярного поля. Эта модель заменила одноступенчатую систему сжатия, которая затрудняла модернизацию программы при изменении входного формата данных. Двухступенчатое сжатие устраняет данный недостаток.

В полевой модели используется функция Грина, которая позволяет обработать высокочастотную часть изображения непосредственно в плоскости рисунка, и сглаживание, построенное на основе решения краевой задачи. Это позволяет представить изображение в виде суммы высокочастотной части и низко частотной части [1]. Высокочастотная часть представляется в виде цепочек и на этой основе сжимается. Низкочастотная часть сжимается за счет ее представления в виде средних значений в зонах, на которые разбивается изображение [2]. Наличие двух частей приводит к наличию разнородной информации, которую удобнее обработать двухступенчатой моделью.

*Первая ступень сжатия высокочастотной части.* Формируются структуры сжимаемой информации, и отбрасывается информация о цветности во всех точках цепочки, кроме первой. При этом координаты всех точек кромки, кроме первой переводятся в относительные координаты, рассчитывается направление (см. далее) и кодируется кодами Хаффмана.

При переводе в относительные координаты, основным моментом является расчет кодов направления(**coDdir**). Требуется подобрать функцию, которая однозначно бы определяла направление по относительным координатам ([табл. 1](#)). Такая функция позволяет добиться плотной упаковки ключей. В контексте точки и ее окружения хватает 8 ключей (3 бита), но в этом контексте нарушается плотность ключей. Девять ключей, создающих плотную упаковку, не убираются в 3 бита, но можно заменить код 9 (последней точки) на код текущей точки (4).

ТАБЛИЦА 1. Формирование кода направлений по функции  $\text{coDdir}=3*\text{ypr}+\text{xpr}+4$

|   |   |   |
|---|---|---|
| Текущая точка:<br>$\text{xpr}-1; \text{ypr}+1;$<br><b>coDdir=6;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}+0; \text{ypr}+1;$<br><b>coDdir=7;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}+1; \text{ypr}+1;$<br><b>coDdir=8;</b> |
| Текущая точка:<br>$\text{xpr}-1; \text{ypr}+0;$<br><b>coDdir=3;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}+0; \text{ypr}+0;$<br><b>coDdir=4;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}+1; \text{ypr}+0;$<br><b>coDdir=5;</b> |
| Текущая точка:<br>$\text{xpr}-1; \text{ypr}-1;$<br><b>coDdir=0;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}-0; \text{ypr}-1;$<br><b>coDdir=1;</b> | Текущая точка:<br>$\text{xpr}+1; \text{ypr}-1;$<br><b>coDdir=2;</b> |

*Коды направления, коды Хаффмана.* В контексте первых двух точек формируется первоначальное направление, после чего отрезки между точками рассматриваются, как вектора, на основе которых можно построить скалярное ([1](#)) и векторное ([2](#)) произведения. Их анализ позволяет однозначно определить направление, по которому определяется текущий код Хаффмана.

$$\text{indDiv}=\text{xpr}^*\text{ypr}+\text{xtek}^*\text{ytek}, \quad (1)$$

$$\text{indRot}=\text{xpr}^*\text{ytek}-\text{ypr}^*\text{xtek}. \quad (2)$$

По значениям  $\text{indDiv}$  и  $\text{indRot}$  несложно определить параметры изменения направления коды Хаффмана): 0 – направление не изменилось; 10 и 110 – направление изменилось соответственно на  $+45^\circ$  и  $-45^\circ$ ; 1110 и 11110 – направление изменилось соответственно на  $+90^\circ$  и  $-90^\circ$ .

*Вторая ступень сжатия высокочастотной части.* Сжатие достигается плотной упаковкой на битовом уровне входного байтового потока. При этом обработка информации с фиксированным объемом (например, координаты первых точек каждой цепочки) и информация с непредсказуемым объемом (например, закодированные кодами переменной длины ко-

ординаты рядовых точек) осуществляется на основе одной и той же схеме, рассмотренной ниже.

Переменная IndCount содержит номер бита в обрабатываемом байте (от 0 до 7). В переменную kromkaLength2 записывается число обработанных на данный момент бит.

Считывается текущая порция информации из входного потока. Если это информация с фиксированным объемом, то объем порции считываемой информации просто равен данному объему. Если это коды переменной длины, то информация считывается до появления первого нулевого бита.

Значение kromkaLength2 увеличивается на число считанных бит, а значение переменной IndCount складывается с этим же числом в операционном поле размером два байта. Размер выбранного операционного поля гарантирует, что при операции указанного сложения не будет выхода за пределы операционного поля.

Для ускорения обработки поддержка вышеописанных действий осуществляется быстрыми операциями (например, деление по модулю, операция сдвига).

Задаются начальные значения переменных, и обрабатывается фон. Далее последовательно обрабатываются все цепочки. После чего кодируются данные, связанные с первой точкой – её абсолютные координаты градации цветности (коды постоянной длины). Во внутреннем цикле обрабатываются рядовые точки с учетом их кодирования кодами переменной длины. В переменной kromkaLength2 аккумулируется выходной битовый поток.

*Сжатие низкочастотной части.* Средние значения градаций цветности по секторам [2] сжимаются с 8 бит (256 оттенков) в 7 бит (128 оттенков) путем работы с половинным изображением. Далее обе сжатые составляющие изображения (низкочастотная и высокочастотная) записываются в файл формата PCB.

*Восстановление.* Из PCB-файлачитываются необходимые параметры, а также сжатые низкочастотные и высокочастотные составляющие. Средние значения по секторам будущего сглаженного поля восстанавливаются до 8 бит, после чего решается краевая задача и строится сглаженное поле. Кромки проходят 2 ступени восстановления и образуют предикативное поле. Конечное, восстановленное изображение получается путем сложения обеих частотных составляющих.

*Первая ступень восстановления высокочастотной части.* Назначением этой ступени декомпрессии является восстановление потока, который имел место на входе второй ступени сжатия кромок или на выходе первой ступени сжатия кромок, т. е. битовый поток. Для этого надо, чтобы начало кода текущего элемента начиналось с начала байта, а после конца кода следует дополнять его пустыми битами до целого байта.

Координаты X и Y представляются кодами постоянной длины (10 бит). При переходе в байтовый формат на описание этих данных потребуется целое число байт. Предположим, что начало этой информации совмещено с началом байта. В этом случае, списав 8 бит из 10, и соответствующим образом изменив число обработанных байт, попадем в начало следующего байта. Так как известно, что описание координат занимает 10 бит, то в следующий байт записывается 2 бита, и чтобы заполнить следующий байт, надо добавить 6 бит. Следующая запись снова начинается с начала байта. Таким образом, зная длину записей, несложно построить формализованный алгоритм перевода из битового формата в байтовый формат.

Для этого случая с кодами переменной длины характерно, что длина кода всегда меньше одного байта. Коды переменной длины, как уже отмечалось выше, записываются в виде простейших кодов Хаффмана, т. е. каждый код заканчивается нулевым битом. Это обстоятельство существенно упрощает считывание этого. В процессе считывания несложно определить длину этого. После этого данная ситуация сводится к предыдущей ситуации.

В заключении к *Алгоритму внутренней ступени декомпрессии кромок* рассмотрим механизм дополнения кодов до полного числа байт. Также как и в предыдущем алгоритме, для определения номера бита будем использовать переменную IndCount. При каждом добавлении кода будем добавлять соответствующее число бит. Далее используем команду  $IndCount \leftarrow IndCount \% 8$ , позволяющую определить номер бита даже при пересечении границы байта. Зная текущий бит, несложно дополнить код до целого байта.

*Вторая ступень восстановления высокочастотной части.* Для восстановления начального вида нужно решить две задачи:

- коды переменной длины, каждый из которых записан в предыдущей ступени в отдельный байт, должны быть преобразованы в абсолютные координаты;

- должны быть восстановлены градации цветности рядовых точек кромки.

*Проверка качества сжатия.* На рисунке 1, а представлено изображение, сжатое алгоритмом JPEG. Появилась зернистость и «выколотые» точки. Изображение 1, б (полевая модель) обладает плавными переходами. В таблице 2 приведены численные результаты опытов.

На рисунке 2, а представлено изображение, сжатое алгоритмом JPEG. Появилась зернистость и «выколотые» точки. Размытость границ, ореолы.

На рисунке 2, б представлено изображение, сжатое двухступенчатым сжатием на основе полевой модели. Границы, как и их внутренняя цветность, четко соблюdenы, ведь все это кодируется без изменений в кромках. А, значит, потери в границах у нас возможны только в 1 пиксель, а оттенки цветов могут пострадать на 1 оттенок (из 256), после преобразования ис-

ходного изображения в половинное и дальнейшее его удвоение. Никаких изменений не обнаружено. Немного просматриваются «ореолы», но от них можно практически полностью избавиться путем изменения настроек.

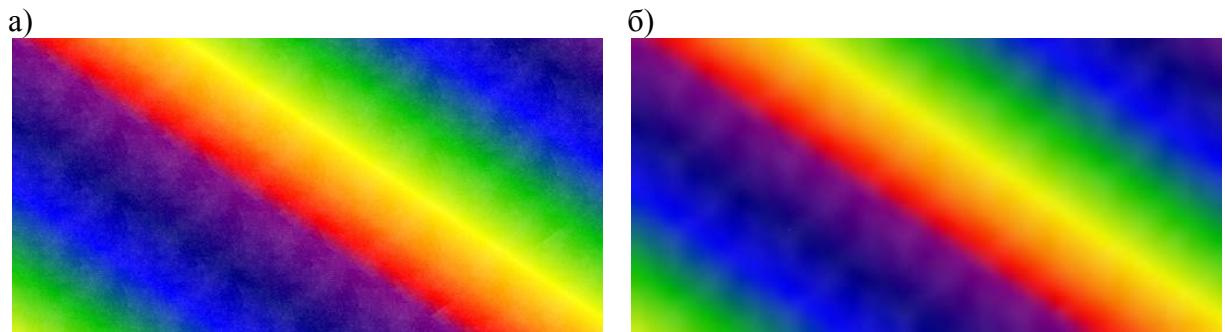


Рис. 1. Изображение с преобладающей низкочастотной составляющей

ТАБЛИЦА 2. Сравнение числовых результатов сжатия

| Формат | Размер, КБ |       |        |
|--------|------------|-------|--------|
|        | Радуга     | Текст | Восток |
| BMP    | 384        | 768   | 2428   |
| TIF    | 464        | 21    | 1700   |
| PNG    | 356        | 10    | 1024   |
| GIF    | 56         | 9     | 254    |
| JPEG   | 17         | 17    | 128    |
| PCB    | 11         | 2     | 82     |

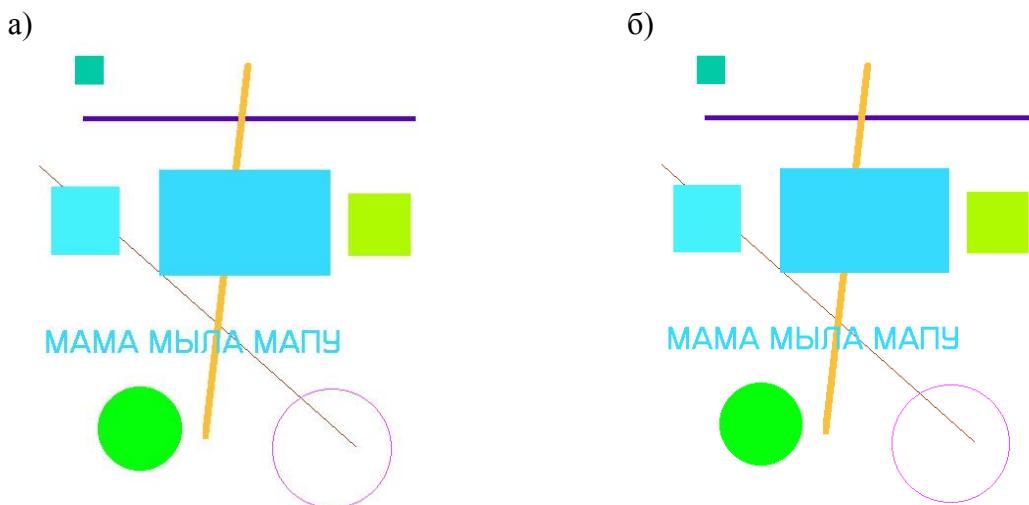


Рис. 2. Изображение с преобладающей высокочастотной составляющей

Необходимо проверить работу с кромками в координатах, превышающих 1024. Для этого было выбрано изображение «Восток» с разрешением 801x1034.

На рисунке 3, а представлено изображение, сжатое алгоритмом JPEG. Сжатие хорошее, качество хорошее. Появление небольших ореолов и зернистости.

На рисунке 3, б представлено изображение, сжатое двухступенчатым сжатием на основе полевой модели.



Рис. 3. Работа с изображением высокого разрешения

Была реализована система двухступенчатого сжатия изображений на основе полевой модели, которая заменила одноступенчатую систему. Опыты показали, что двухступенчатое сжатие никак не отразилось на качестве восстанавливаемых изображений. Так же отмечена гибкость программы. Появилась возможность легкой модернизации. Можно менять размеры изображений, с которыми ведется работа, количество оттенков или даже перестроить программу на работу с черно-белыми изображениями. Все это можно реализовать, работая всего с несколькими точками модернизации.

#### Список используемых источников

1. **Сжатие** графической информации на основе её представления в виде полевой структуры / Ю. Ф. Болтов // Телекоммуникации. – 2008. – № 12. – С. 30–35.
2. **Сглаживание** изображений на основе решения краевой задач / Ю. Ф. Болтов, И. А. Волков // Телекоммуникации. – 2010. – № 5. – С. 24–33.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, профессором Ю. Ф. Болтовым.*

УДК 621.319

**А. Футахи (аспирант СПб ГУТ)**

## КООПЕРАТИВНЫЕ СЕТИ

Существует большой интерес к идее использования кооперативной связи, чтобы повысить производительность беспроводных сетей с изменяющимися во времени каналами. Мотивация исходит из длительной работы над MIMO-системами, которые показывают, что применение нескольких антенн в беспроводном узле может принести существенные преимущества. В тоже время, это может быть достаточно сложно для малогабаритных устройств из-за некоторых пространственных ограничений. Кооперативная коммуникация была предложена для достижения лучших показателей для традиционных систем MIMO. Большинство последних работ в этой области предполагает значительные успехи в таких показателях как, например, емкость сети, энергетическая эффективность и т. д. [1].

*Эволюция LTE. 11-я и 12-я версии 3GPP.* В настоящее время общепризнано, что наиболее перспективной технологией для построения сотовых сетей связи является технология длительной эволюции LTE (Long Term Evolution). Рабочая группа 3GPP по системам длительной эволюции приступила к исследованиям в конце 2004 года. К настоящему времени практически завершены работы по 11-й версии за исключением протоколов для радиодоступа, работа над которыми будет продолжаться до весны 2013 года. Одновременно развернуты работы по 12-й версии, завершение которой планируется к июню 2014 года. Обе эти версии представляют для нас особый интерес, ибо именно на горизонте планирования до 2015 года ожидается начало масштабного внедрения беспроводных сенсорных сетей или как их еще называют в Международном Союзе Электросвязи – все-проникающих сенсорных сетей USN (*Ubiquitous Sensor Networks*) [2].

Системы длительной эволюции являются стратегическим направлением развития сетей мобильной связи, что связано не только с их характеристиками по предлагаемой пользователю скорости, но и с высокой эффективностью передачи информации.

Для нашего исследования наиболее важным вопросом является возможность LTE стать базовой технологией для обеспечения передачи информации между различными USN и между USN и другими сетями, например, сетями связи общего пользования и/или корпоративными. При этом возникает возможность создания кооперативных сетей в зоне действия базовых станций LTE. С этой целью, прежде всего, рассмотрим концепцию и прогнозы развития сетей связи, а также характеристики USN.

*Интернет вещей (IoT).* Концепция Интернета Вещей IoT (*Internet of Things*), которая возникла из беспроводной сенсорной сети USN, наби-

рает большую популярность во всем мире. Беспроводная сенсорная сеть может быть гибко развернута для поддержки различных интеллектуальных приложений. Однако, существуют и недостатки USN, включающие низкую мобильность, небольшое покрытие и слабые терминалы. В отличие от беспроводной сенсорной сети, сотовые сети MCN (Mobile Cellular Networks) имеют высокий уровень мобильности, большое покрытие и мощные пользовательские терминалы. С другой стороны, MCN имеют высокую стоимость развертывания и управления. Поэтому появляется необходимость интеграции MCN и USN с целью поддержки приложений Интернета Вещей, в том числе межмашинных коммуникаций M2M (Machine-to-Machine) [3].

*Моделирование обслуживания трафика сенсорных сетей базовой станцией LTE.* Рассмотрим возможные количественные оценки числа вещей в зоне базовой станции на основе наиболее распространенного уже в настоящее время приложения USN – жилищно-коммунального хозяйства. В соответствии со статистическими данными в Нью-Йорке число сенсорных узлов для ЖКХ составляет 10000 на 1 кв. км, а в Вашингтоне – 4500. Однако, столь ли велико это число для базовой станции LTE. В соответствии с масштабным моделированием сетей мобильной связи, проведенным в рамках работ 3GPP, в зоне базовой станции UMTS, а тем более LTE, при соблюдении норм на качество обслуживания может размещаться до 30000 сенсорных узлов [4]. Таким образом, системы LTE могут рассматриваться как базовые для обеспечения передачи информации между различными USN и/или USN и другими сетями. При этом в зоне действия базовой станции LTE появляются многочисленные USN, ресурсы которых при правильном планировании зоны возможно использовать и для LTE. Зона базовой станции LTE становится гетерогенной (не только вследствие появления многочисленных USN, но и благодаря этим сетям тоже) и появляется возможность создания кооперативных сетей [5].

*Прогнозы развития сетей связи. Всепроникающие сенсорные сети USN.* Как уже отмечалось выше, в настоящее время в качестве перспективной концепции развития сетей связи рассматривается Интернет Вещей. В соответствии с прогнозами число вещей составит 7 триллионов к 2017–2020 годам [6], а предельное значение числа вещей определяется в 50 триллионов [7]. При этом технологической базой для развития Интернета Вещей являются всепроникающие беспроводные сенсорные сети. Самоорганизующиеся сети рассматриваются как основная структура для реализации концепции Интернета Вещей [8].

Беспроводные всепроникающие сенсорные сети USN представляют собой самоорганизующиеся сети, состоящие из множества беспроводных сенсорных узлов, распределённых в пространстве и предназначенных для мониторинга и/или управления характеристиками окружающей среды или объектами, расположенными в ней. Пространство, которое покрывает-

ся сенсорной сетью, называют достаточно часто сенсорным полем. Собственно беспроводные сенсорные узлы представляют собой миниатюрные устройства с ограниченными ресурсами: зарядом батареи, объемом памяти, вычислительными возможностями и т. д. Однако, объединение большого числа этих элементов в сеть имеет эффект роевого интеллекта и обеспечивает возможность получения реальной картины происходящих событий и процессов в рамках этого сенсорного поля. Беспроводные сенсорные узлы могут собирать информацию о наблюдаемых явлениях и передавать её далее для обработки и анализа. Примерами собираемой информации могут быть данные о температуре, влажности, условиях освещения, сейсмической активности и т. д. Такие данные могут быть использованы как для выявления каких-либо событий, так и для управления ими.

*Сценарии построения кооперативных сетей.* В рамках работ 3GPP по версиям 11 и 12 рассматривается несколько возможных сценариев кооперативной передачи [9]. При организации кооперативной передачи представляется возможным повышение качества обслуживания пользователей, находящихся в наихудших территориальных условиях – в районе границы зоны или в области ухудшенных условий для приема/передачи радиосигналов [10]. В настоящее время можно выделить следующие возможные варианты организации кооперативной передачи:

- установка дополнительных ретрансляторов, так называемых узлов коммутации Relay Node (RN) в зоне действия базовой станции, в том числе на подвижных объектах (например, городском транспорте);
- использование в качестве шлюзов сенсорной сети технических средств, обладающих возможностью обеспечения кооперативной передачи (шлюзы сенсорной сети размещаются, как правило, в местах с наличием гарантированного электроснабжения);
- использование терминалов, находящихся более близко к базовой станции для обеспечения кооперативной передачи (например, терминалов из группы общих интересов или корпоративных).

При этом требуют решения такие задачи планирования кооперативной сети как выбор расстояния от базовой станции до первоначального размещения терминала сотовой сети, на котором кооперація целесообразна. Решение такой задачи должно проводиться оптимизационными методами, где в качестве целевой функции оптимизации выступает, например, расход энергии в зависимости от радиуса, при значении которого терминалы теряют возможность стать кооператорами.

В соответствии с прогнозами развития сетей связи на среднесрочную и долгосрочную перспективу число терминалов в сети существенно возрастет при внедрении концепции Интернета Вещей. Технологической базой внедрения концепции Интернета Вещей являются всепроникающие сенсорные сети. Для обеспечения взаимодействия всепроникающих сен-

сорных сетей USN между собой и с иными сетями наиболее подходящей технологией в настоящее время представляется LTE. Кроме того, гетерогенный характер соты базовой станции LTE при широком внедрении USN позволяет использовать шлюзы USN для организации кооперативных сетей и улучшения качества обслуживания пользователей, территориально находящихся в районе границы зоны или в области ухудшенных условий для приема/передачи радиосигналов. Появление кооперативных сетей ставит целый ряд новых научных задач, формулировка одной из которых приведена в настоящей работе.

### **Список используемых источников**

1. **Delay-Limited** Cooperative Communication with Reliability Constraints in Wireless Networks / R. Urgaonkar, J. Neely // IEEE INFO, Rio De Janeiro, Brazil, April 2009. – 2561 p.
2. **Recommendation Y.2062.** “Ubiquitous Networking Architecture for NGN Conditions”. ITU-T. Geneva, June 2012. – 16 p.
3. **Mobile** cellular Networks and wireless sensor networks: Toward convergence / J. Zhang, L. Shan, H. Hue, Y. Yang // Chinese academy of sciences, vol. 50. March 2012. – 164 p.
4. **3GPP** TSG-RAN WG2 Meeting 71-bis. Xian, China, 11-15 October, 2010. – 14 p.
5. **Energy-Efficient** Client Relay Scheme for Machine-to-Machine Communication / S. Andreev, O. Galinina, Y. Koucheryavy // IEEE Globecom 2011, Houston, TX, USA. – PP. 1–5.
6. **Use** scenarios 2020 – a worldwide wireless future. Visions and research directions for the Wireless World. Outlook / L. Sorensen, K. E. Skouby // Wireless World Research Forum. July 2009, № 4.
7. **Nanocomputers** and Swarm Intelligence / J.-B. Waldner. – ISTE, John Wiley & Sons, 2008. – 267 p.
8. **Самоорганизующиеся** сети / А. Е. Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. – СПб. : Любавич, 2011. – 316 с.
9. **Relaying** Operation in 3GPP LTE: Challenges and Solutions / C. Hoymann, W. Chen, J. Montojo, A. Golitschek, C. Koutsimenis, X. Chen // IEEE Communications Magazine, February 2012, V. 50, № 2. – PP. 156–162.
10. **LTE** и беспроводные сенсорные сети / А. Футахи, А. Е. Кучерявый, Е. А. Кучерявый // Мобильные телекоммуникации. – 2012. – № 9–10. – С. 38–41.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором А. Е. Кучерявым.*

## РАДИОТЕХНИКА, В ТОМ ЧИСЛЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 004.93'12

**М. В. Болонкин (студент, Р-82)**

### РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Традиционные методы идентификации, основу которых составляют идентификационные карты или уникальные сведения, такие как номер карточки социального страхования или пароль, вовсе не являются абсолютно надежными. Идентификационную карту можно потерять, оставить дома или она может просто потеряться; пароль можно забыть или его могут подсмотреть.

В связи с более широким распространением систем видеонаблюдения и регистрации в различных сферах человеческой деятельности задачи, связанные с обработкой видеинформации привлекают к себе все больше внимания. Каждый человек хоть один раз замечал, как в фильмах будущего герой легко и просто устраивают свой быт, и как это приятно находиться в доме, который узнает тебя, делает именно тот кофе, который любит человек.

Этой же позиции придерживаются и многие известные эксперты. Ярким примером этого служит высказывание Брюса Шнайера: «С некоторых пор я стал говорить, что все дебаты о внедрении национальных цифровых паспортов скоро станут неуместны. В будущем вам не придется показывать свой паспорт. Они и так будут знать, кто вы есть». С одной стороны, это звучит несколько пессимистично, но с другой, если нужно сделать следующий шаг в развитии систем идентификации, придется смириться и с этим.

Прежде чем переходить к описанию проделанной работы, необходимо установить основные понятия и определения. Под *биометрической характеристикой человека* (БХЧ) понимаются измеренные внешние физические параметры (рост, габариты, черты лица) или персональные поведенческие черты. Задачи, решаемые всеми методами биометрической идентификации можно классифицировать на два больших класса. Первый класс задач – ве-

рификация (или сравнение «один к одному»), которая используется для проверки того, что субъект является именно тем, за кого себя выдает. Ко второму классу задач относится идентификация (или сравнение «один к N»). Она решает вопрос поиска для получаемой биометрической характеристики наиболее подходящей из ранее взятых.

В настоящий момент с этими задачами, с разной степенью успешности и сложности исполнения справляется большое число различных методов идентификации (рис. 1).

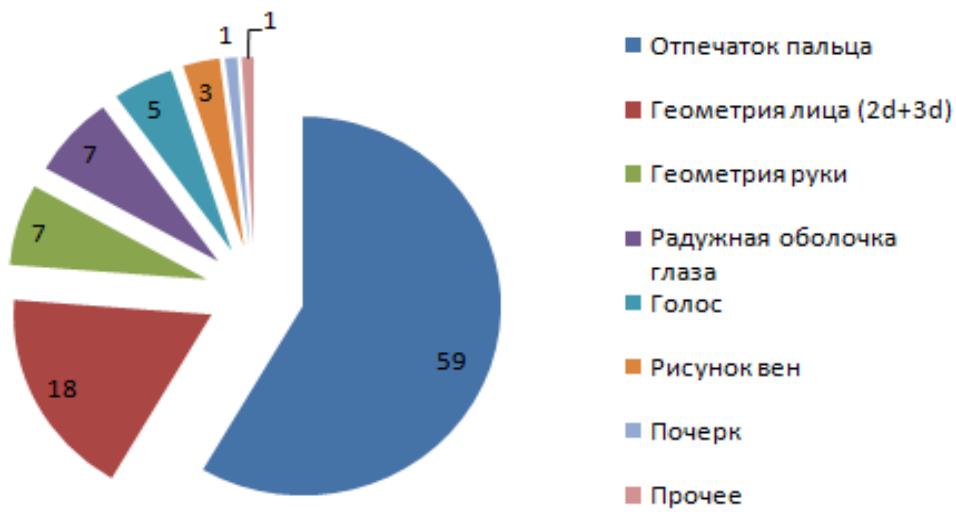


Рис. 1. Распределение рынка методов биометрической идентификации

На представленной диаграмме видно, что на данном этапе развития самым популярным остается самый старый метод идентификации по отпечаткам пальцев. Это объясняется тем, что данный метод является наиболее простым в исполнении, а степень надежности можно повысить увеличивая количество снятых отпечатков. Однако этот метод требует заинтересованности объекта в идентификации, что в последнее время делает его менее популярным.

На втором месте находятся сразу два метода идентификации по геометрии лица. В настоящее время используются как 2d методы, так и 3d. Остальные методы занимают на рынке менее 10 процентов и используются в узконаправленных задачах.

Остановимся на методе биометрической идентификации по геометрии лица.

Выбирая между 2d и 3d методами идентификации (рис. 2), лучше остановиться на методе 2d, так как он обладает рядом преимуществ. А именно: большая дальность применения (возможность использовать на различных объектах), не требовательность к входным данным, менее требователен к вычислительным ресурсам (по-сравнению с 3d методом),

ненавязчивость и незаметность (в своей разработке был сделан акцент именно на эти параметры системы), также этот метод является естественным методом идентификации для человека.

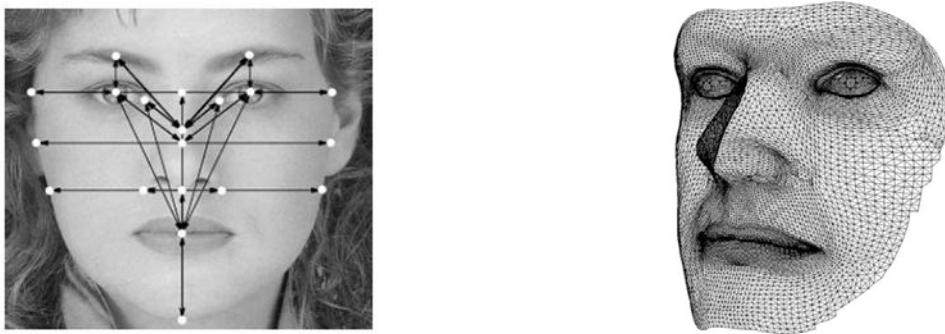


Рис. 2. Слева – 2d метод биометрической идентификации.  
Справа – 3d метод биометрической идентификации

Алгоритм идентификации был построен на примере естественного алгоритма идентификации для человека. В данный алгоритм входят следующие этапы: восприятие, выделение признаков конкретного образа, передача признаков образа в головной мозг, реализация распознавания (классификации) в мозговых структурах.

Для построения алгоритма, была поставлена следующая задача: идентификация объекта с помощью одной камеры с точностью 75 % и более.

Для решения данной задачи был предложен следующий алгоритм. На первом этапе происходит сбор априорной информации о человеке, с помощью квази трехмерного метода. В проводимом опыте, для реализации этого метода использовалась цифровая камера, способная делать серии снимков. На первом этапе была создана база четырех работников канала 1hd.ru. Каждый участник эксперимента делал фото в профиль, после чего медленно поворачивался, а камера делала серии снимков, что позволило получить в базе данных промежуточные значения. В ходе эксперимента захват изображения производился на ту же самую камеру. При этом участники эксперимента проходили мимо камеры, что позволяло воссоздать ситуацию незаинтересованности объекта в идентификации. После захвата изображение автоматически отправлялось в обновляемую базу данных, что приближает данный метод к методу естественной идентификации. Этот ход позволяет воссоздать машинную память. Если человек изменил прическу, узнавать его становится труднее, но достаточно один раз это сделать и процесс идентификации упрощается. За счет обновляемой базы данных и была решена эта задача. На этапе обработки изображений выделяется лицо, после этого оно преобразовывается в полутоновое изображение. Хотя информация о цвете не является избыточной, но на данном этапе работы информация о цвете не была использована, хотя в дальнейшей работе ее нужно учитывать. На последнем этапе обработ-

ки происходило сжатие изображения в формат JPEG. При этом использовалась обнуляющая матрица коэффициентов. В рекомендациях к обработке простых сюжетов предлагается использовать 10 коэффициентов. Однако в ходе эксперимента выяснилось, что такое количество коэффициентов может быть избыточно. Здесь стоит учитывать то, что захват изображения производился на зеленом фоне, что существенно упрощало сюжет. На последнем этапе эксперимента производилось сравнение изображений. Если изображения были похожи на 50 % и более, то они считались одинаковыми. Таким образом, общую структуру алгоритма можно представить следующим образом (рис. 3).

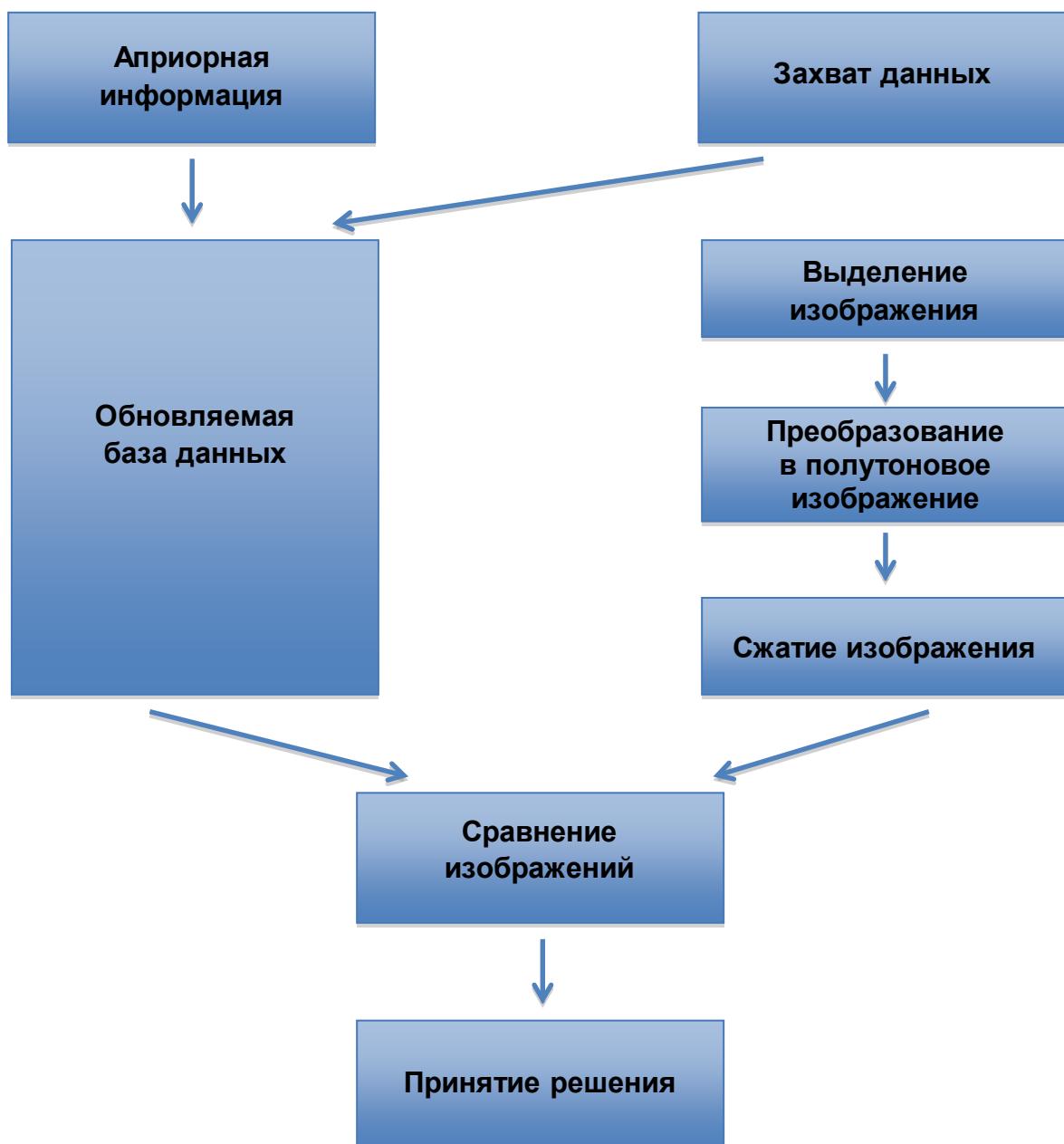


Рис. 3. Схема алгоритма

Опираясь на разработанный алгоритм, в ходе эксперимента было сделано сорок измерений и было получено шесть ошибок идентификации. Таким образом, вероятность идентификации алгоритма составила 85 %.

Полученная система обладает рядом достоинств. Она проста в реализации, не требует заинтересованности объекта в идентификации, обладает высокой надежностью работы. К сожалению, данная система обладает одним, но существенным недостатком, она сильно подвержена внешним воздействиям и достаточно медлительна, что не позволяет ей на данном этапе быть использованной на больших объектах.

В ходе экспериментальных исследований были получены хорошие результаты на простых сюжетах и при хороших условиях для захвата изображения. Среди намеченных путей улучшения предложенного алгоритма, можно использовать другой способ работы с базами данных и, вероятно, изменить способ захвата изображения.

#### **Список использованной литературы**

1. **Биометрия:** будущее идентификации / Ш. Панканти, Р. М. Болле, Э. Джейн // IEEE Computer. February 2000. – PP. 46–49.
2. **Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features** / P. Viola, M. J. Jones // Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001. – PP. 13–14.
3. **Transparent Society: Will Technology Force Us to Choose Between Privacy and Freedom?** / D. Brin // Addison-Wesley, New York, 1998. – PP. 7–8.

*Статья представлена научным руководителем доцентом В. В. Дуклау.*

**УДК 621.396**

**А. О. Емельянов (студент, РТ-81)**

#### **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА СИСТЕМЫ АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА AIRSPAN 4020**

Радиосистемы абонентского доступа (РСД) предназначены для организации беспроводных сетей архитектуры «точка-многоточка» и обеспечения интегрированного сервиса: телефонии и высокочастотного доступа в интернет. Данные системы относятся к аппаратуре мультисервисного абонентского доступа к городским телефонным сетям общего пользования и цифровым транспортным линиям передачи. Для обучения будущих инженеров связи принципам работы таких систем был разработан лабораторный макет подобного оборудования на базе *Airspan 4020* [1] (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид макета, расположенного в учебной лаборатории кафедры радиотехнических систем СПбГУТ

Раньше средства связи на «последнем дюйме» были индивидуальными для каждого абонента сети и строились на основе использования симметричных пар многопарного медного кабеля. Сейчас же, напротив, основное значение придается развитию и внедрению такого оборудования доступа, которое могут использовать одновременно и независимо друг от друга многие абоненты – такой доступ можно назвать множественным. Системы радиодоступа, в отличие от радиомодемных соединений типа «точка-точка» и радиорелейных линий, позволяют обеспечить массовый характер подключений. Кроме того, они обладают такими важными качествами, как легкая расширяемость и масштабируемость [2].

К числу существенных недостатков РСД можно отнести необходимость обеспечения электромагнитной совместимости с уже существующими гражданскими и военными радиоэлектронными средствами и получения соответствующих разрешений на использование свободного радиочастотного ресурса, в пределах заданной территории.

Решать проблемы электромагнитной совместимости, радиопокрытия заданной территории, обеспечения требуемого качества и нормированных показателей надежности должны, в том числе, будущие инженеры связи. Поэтому был разработан лабораторный макет системы абонентского радиодоступа.

Как уже говорилось ранее, макет основан на действующей системе абонентского радиодоступа *Airspan 4020*. В его состав входят: стойка центрального терминала базовой станции (БС), секторная антенна БС, антенна абонентского терминала (АТ), модем АТ, выпрямитель постоянного напряжения 48В, компьютер управления БС и компьютер АТ. В стойке центрального терминала находятся два модема *AS4020* и соответствующие компоненты тракта радиопередачи информации: преобразователи частоты, малошумящие усилители и т. п. Компьютер управления БС и абонентский компьютер соединены с соответствующими модемами с помощью *Ethernet* кабеля. При создании макета учитывалось пожелание сохранить как можно больший потенциал возможностей исходной системы. В связи с этим, преобразования в основном затронули только систему приемопередачи информации между БС и АТ. Секторная антенна БС используется только как наглядный экспонат. Из антennы абонента изъяты все излучающие элементы, и она используется только как фильтр и преобразователь частоты. Соединение между БС и АТ осуществляется напрямую с помощью высокочастотного кабеля и набора аттенюаторов. Аттенюаторы используются для ослабления исходного сигнала, так как вход модифицированной антенны абонентского блока не предназначен для таких мощностей. Наиболее приемлемым для стандартной мощности излучения БС считается ослабление исходного сигнала в 80 дБ. При этом на вход абонентской антенны приходит сигнал оптимальной мощности.

Все это сделано для устранения радиоизлучения, т. е. для обеспечения безопасности обслуживающего персонала и исключения данного макета из списка устройств, мешающих работе других радиоприборов ([рис. 2](#)).

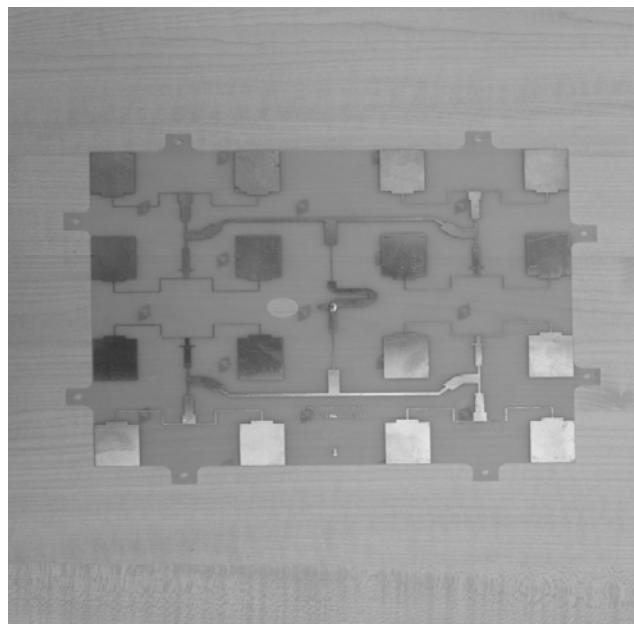


Рис. 2. Излучающие элементы антенны абонентского терминала.  
В данном макете отсутствуют

Благодаря гибкой системе управления макетом (осуществляется через программное обеспечение (ПО) *Netspan*, которое установлено на компьютер управления БС), студент может получить навыки по развертыванию и настройке беспроводных сетей, их мониторингу и тестированию, поиску и ликвидации различного рода неисправностей. Имеются возможности по исследованию различных характеристик процесса передачи информации (например, скорости передачи информации или кол-во ошибок в принятом пакете и т. п.).

На первом этапе с помощью развернутого макета планируется проводить исследования функционирования системы абонентского радиодоступа на примере передачи цифровых данных. Оборудование можно подключить к узлу коммутации через интерфейс V5.2. На втором этапе, при осуществлении возможности получения первичных цифровых потоков E1 от локальной АТС с интерфейсом V5.2, исследования планируется расширить, включив в рассмотрение режим цифровой телефонии.

#### **Список использованной литературы**

1. **Лабораторный** макет системы абонентского радиодоступа AIRSPAN4020 [Электронный ресурс] / В. Э. Гуревич, А. Н. Ликонцев // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. II-я международная научно-техническая и научно-методическая конференция. 26–27 февраля 2013 года: материалы конференции, сборник научных статей. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – С. 292–295. – Режим доступа: [http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic\\_confsut\\_2013\\_no\\_copy.pdf](http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_copy.pdf) (дата обращения 10.06.2013).

2. **Сети и системы радиодоступа** / В. А. Григорьев, О. И. Лагутенко, Ю. А. Распавев. – М. : Эко-трендз, 2005. – 384 с.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом А. Н. Ликонцевым.*

**УДК 004.021**

**К. Р. Мудрак (студент, Р-85)**

#### **АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ АЭРОВИДЕОСЪЕМКИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Сейчас дисциплины компьютерного зрения достаточно хорошо известны и определены. Одна из задач компьютерного зрения – определение наличия движения на видеоряде. Для неподвижной камеры эта задача решается довольно просто, вычитанием одного кадра видеопоследовательно-

сти из другого. Такая система проста и эффективна, она применяется в большинстве систем видеонаблюдения, для реализации функции записи информации, при наличии движения в кадре [1]. Тем не менее, эта система обладает рядом недостатков, таких как ложное срабатывание при изменении освещенности объектов съемки, ложное срабатывание при случайных колебаниях самой камеры. Как было сказано выше, данная система применима только для неподвижной камеры, так как в основе системы лежит вычитание кадров друг из друга. Для движущихся камер, таких как камеры, закрепленные на борту беспилотного летательного аппарата (БЛА), камеры автомобильных видеорегистраторов, необходимы более интеллектуальные способы определения движущихся объектов, так как в этих системах, вне зависимости от наличия движущихся объектов в кадре, все кадры видеопоследовательности будут отличаться друг от друга.

В статье описываются два новых разработанных метода определения движущихся объектов, специализированных для системы аэровидеосъемки с борта БЛА. При небольшой модернизации, данные методы также успешно можно применять в системах автомобильных видеорегистраторов и прочих системах, где перемещение основного плана съемки происходит в плоскости не перпендикулярной матрице. Первый метод носит название «над водой», что полностью отражает целевой объект съемки. Суть данного метода в выделении объектов на поверхности воды [2], которая, в большинстве случаев, является практически однородным фоном, фильтрации бликов солнца, вычислении координат выделенных объектов, сравнении этих координат на двух кадрах. В случае ненулевой разности координат, объект считается переместившимся и подсвечивается необходимым образом. Для большей ясности необходимо привести больше информации по каждому из действий алгоритма.

1) Выделение объектов производится вычленением из полноцветного кадра матрицы, содержащей только красный канал изображения, с последующей бинаризацией матрицы по среднему значению элементов матрицы.

2) Фильтрация осуществляется над бинаризированной матрицей, полученной ранее, с помощью морфологических операций эрозии и условного наращивания [1]. В качестве структурообразующего элемента избран прямоугольник, так как в кадре ожидается увидеть корабль, а его формы, вместе со шлейфом за ним, аппроксимируются прямоугольной областью. Размер структурного элемента определяется высотой полета борта БЛА.

3) Вычисление координат объекта возможно благодаря наличию на борту БЛА приемника GPS/ГЛОНАСС, акселерометров и объектива с фиксированным фокусным расстоянием. Имея информацию о курсе, крене, тангаже борта БЛА можно вычислить координаты центра кадра, а с помощью знания фокусного расстояния и высоты, можно узнать разме-

ры области, попадающей в кадр. Зная эти две величины, достаточно просто узнать координаты каждого пикселя изображения.

4) Произведя вышеописанные действия над двумя кадрами, устанавливается соответствие объектов на двух кадрах. Вычисляется площадь, длина и ширина объектов на паре кадров и сравниваются, с небольшим допуском. Если соответствующие объекты найдены и их координаты на двух кадрах отличаются, этот объект признается перемещающимся.

Результаты работы алгоритма представлены на рисунке 1.

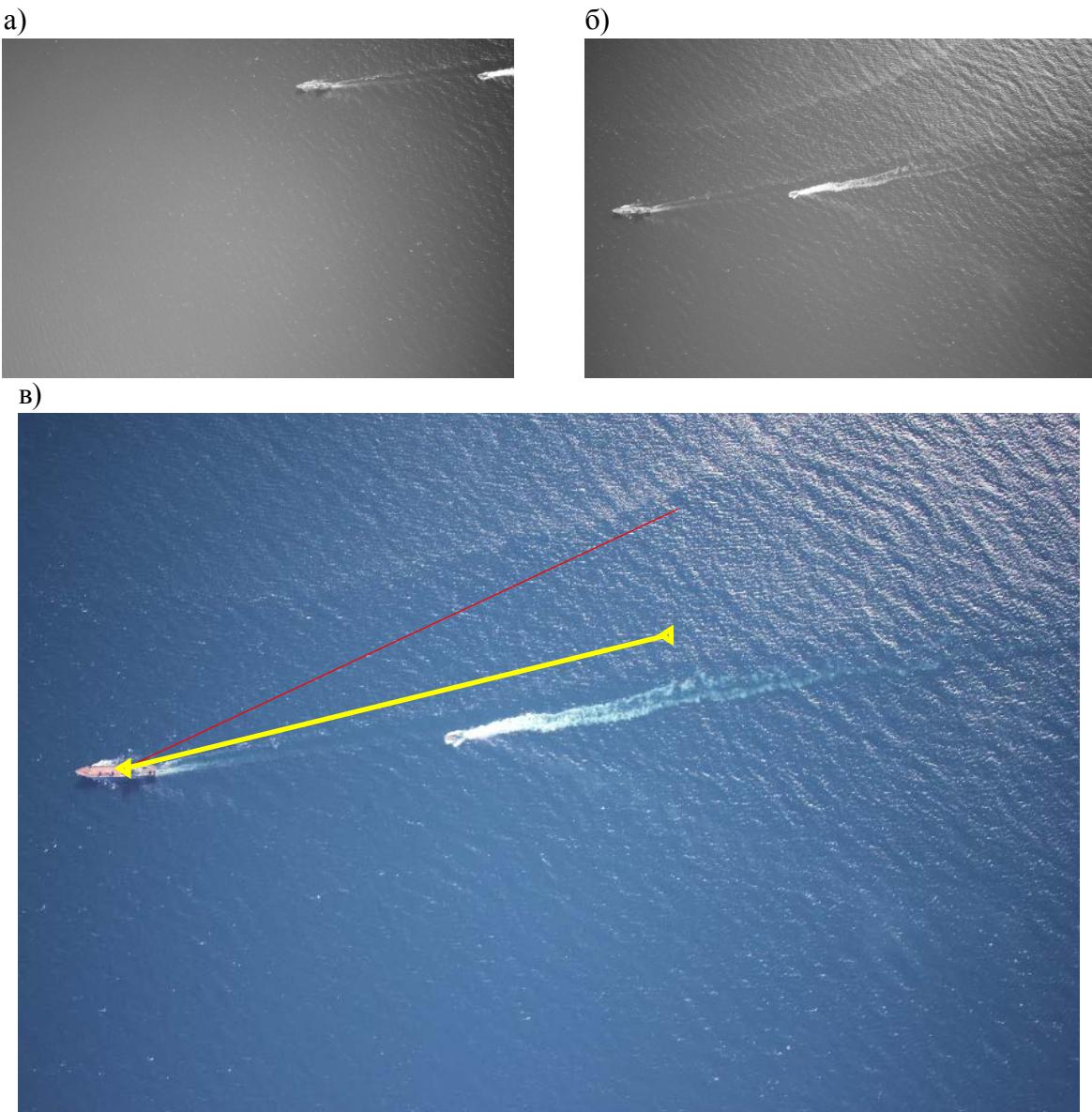


Рис. 1. Результаты работы алгоритма: а) предыдущий кадр, б) текущий кадр,  
в) жёлтой линией показано реальное перемещение объекта,  
вычисленное по координатам

Второй разработанный метод носит название «над землей» и суть его работы принципиально другая. В основе данного метода лежит алгоритм

автоматической регистрации изображения [2]. Автоматическая регистрация изображений происходит следующим образом:

1. Вычисляется разностный кадр двух изображений.
2. Вычисляется сумма всех элементов изображения, помещается в память.
3. Производится сдвиг текущего кадра относительно предыдущего на один пиксель по горизонтали.
4. Повторение пунктов 1, 2.
5. Производится сдвиг текущего кадра относительно предыдущего на один пиксель по вертикали.
6. Повторение пунктов 1, 2.
7. Вычисление направления сдвигов в пунктах 3, 5, для осуществления спиральной развертки.
8. Повторение пунктов 1, 7 заданное количество итераций.
9. На основании минимальной суммы элементов, полученной в пункте 2, выбирается значение смещения по горизонтали и вертикали, соответствующее наибольшему подобию смещенного кадра и предыдущего кадра.

Алгоритм автоматической регистрации в методе «над землей» был применен после вычисления приблизительного перемещения борта БЛА и пересчета этого перемещения в пиксели смещения кадров. Благодаря этому требуется меньшее количество итераций автоматической регистрации, что ускоряет работу алгоритма. После операции регистрации, применяется операция разности двух кадров: смещенного текущего и предыдущего. В зоне перекрытия кадров, после вычисления разности, единственные объекты, обладающие высокой яркостью – движущиеся объекты. Результат работы алгоритма показан на [рисунке 2](#).

В результате имеется два новых способа определения движения. Алгоритм «над водой» также может применяться и в ночное время, так как фон, вне зависимости от местности будет темным, однородным, а отслеживаться будет перемещение движущихся фар объектов. Алгоритм «над землей» применяется также в случаях полета над береговой линией, так как даже часть суши несет в себе достаточно информации для осуществления автоматической регистрации.

#### **Список используемых источников**

1. **Methods** for Fast Morphological Image Transforms Using Bitmapped Images, Computer Vision, Graphics, and Image Processing / R. van den Boomgard, R. van Balen // Graphical Models and Image Processing. – May 1992. – Vol. 54, Number 3. – PP. 254–258.
2. **Visual Information Retrieval** / R. Jain, A. Gupta // Communications of the ACM. – 1997. – Vol. 40, no. 5. – PP. 70–79.

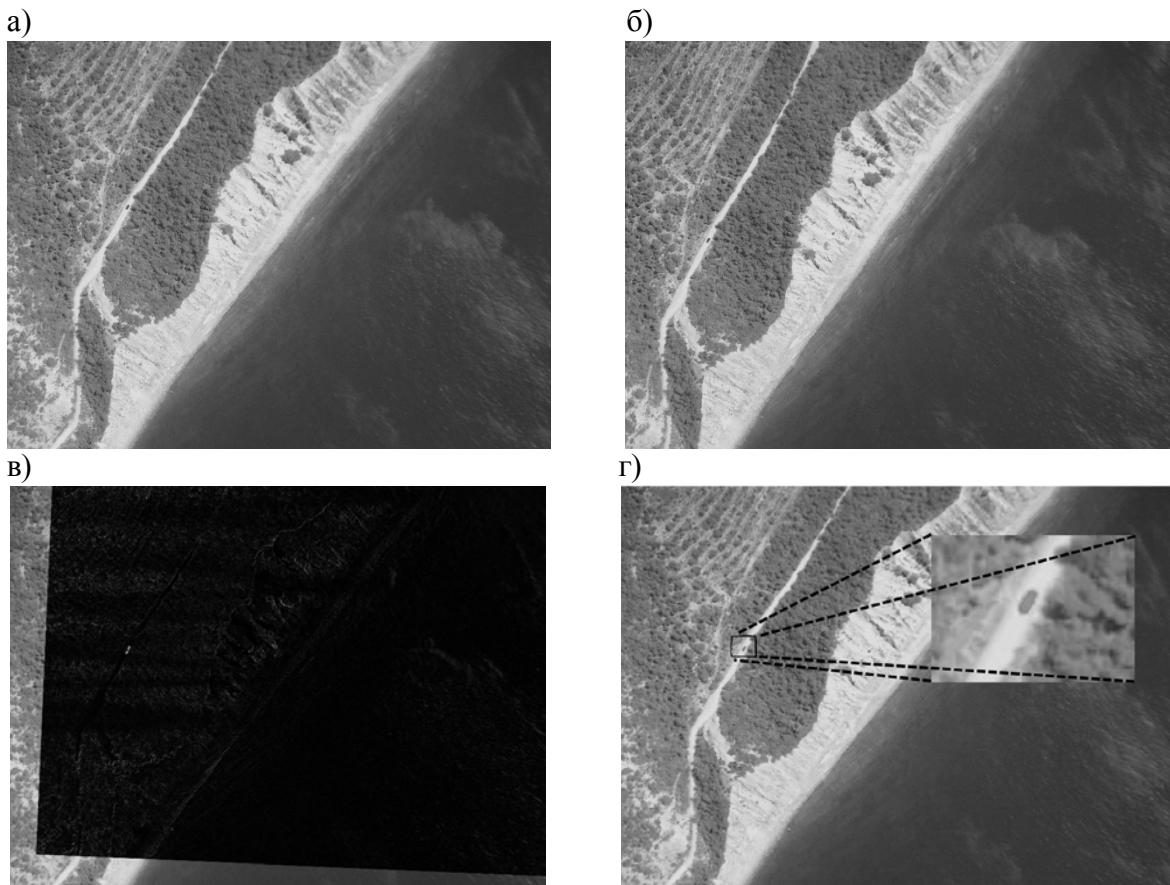


Рис. 2. Результат работы алгоритма: а) текущий кадр, б) предыдущий кадр, в) разностный кадр после операции автоматической регистрации, г) укрупненное изображение объекта

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом С. Л. Фёдоровым.*

**УДК 654.197**

**Д. С. Юсупова (аспирант СПбГУТ)**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЭТАЛОННОГО СРАВНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

С активным развитием кабельного и IP-телевидения появилась необходимость контролировать сигнал, возвращаемый из различных сред распространения, а так же сравнивать его с распространяемым сигналом для отслеживания наличия посторонних наложений и качества предоставляемый услуг. Для реализации описанных задач необходимо правильно

находить участки видеопоследовательностей, совпадающие по содержанию. Для этого можно воспользоваться алгоритмами сравнения изображений.

Для выполнения поставленных задач необходимо выбрать алгоритм, выполняющий сравнение изображений с минимальной затратой времени, а также обладающий достаточной точностью. Ориентируясь на эти требования, были выбраны для исследования 6 алгоритмов эталонного сравнения изображений.

*Анализ средней яркости.* Метод основан на сравнении усредненных значений яркости кадров эталонного видеоряда и контролируемого видеоряда. При реализации метода осуществляется предварительное разбиение анализируемых кадров на прямоугольные участки (блоки), для которых вычисляется усредненная яркость, и в дальнейшем при работе метода используются значения усредненной яркости участков кадра вместо яркостей каждой точки кадра.

При помощи этого алгоритма каждый кадр эталонной последовательности сравнивается с ограниченным количеством кадров контролируемой последовательности. Вычисляя пару кадров, для которой значение средней разницы яркостей между изображениями будет минимально, мы находим кадр наиболее похожий на эталонный.

*Анализ среднеквадратического отклонения яркости.* В данном методе сравниваются среднеквадратические отклонения усредненных значений яркости прямоугольных участков кадров эталонного видеоряда и контролируемого видеоряда [1].

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где  $x_i$  – яркость каждой точки кадра (или части кадра),  $\bar{x}$  – среднее значение яркости кадра (или части кадра).

При работе метода формируется матрица среднеквадратических отклонений разниц усредненных яркостей блоков. В дальнейшем вычисляется абсолютное суммарное значение среднеквадратических отклонений матрицы разниц, анализируя которое можно оценить степень схожести изображений.

*Анализ пороговой разности яркости.* Сравниваются средние значения яркости прямоугольных участков кадров эталонного и контролируемого видеоряда. При работе метода формируется матрица разностей средних значений яркостей блоков. Для анализа которой задается пороговое значение разности яркости участков, превышение которого является сигналом о наличии расхождений в сравниваемых кадрах.

*Анализ гистограмм.* В основе этого метода – сравнение гистограмм яркостных составляющих кадров эталонного и контролируемого видеоряда. Аналогично предыдущим методам по результирующему абсолютному

значению разниц гистограмм изображений можно судить о степени похожести изображений.

*Анализ спектров.* В ходе работы метода происходит сравнение спектров кадров эталонного видеоряда и контролируемого видеоряда, полученных в результате применения дискретного преобразования Фурье к матрице значений яркостей точек кадра.

*Метод анализа структурного подобия (метод SSIM).*

Метод SSIM – метод анализа индекса структурного сходства, определяемого как [2]:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}, \quad (2)$$

где  $\mu_x$  – среднее  $x$ ;  $\mu_y$  – среднее  $y$ ;  $\sigma_x^2$  – дисперсия  $x$ ;  $\sigma_y^2$  – дисперсия  $y$ ;  $\sigma_{xy}$  – ковариация  $x$  и  $y$ ;

$$c_1 = (k_1 L)^2, c_2 = (k_2 L)^2, \quad (3)$$

где  $L$  – динамический диапазон пикселей (в общем случае – два в степени разрядности яркости минус 1, алгоритм предусматривает вариативное задание диапазона);

$$k_1 = 0,01, k_2 = 0,03 \quad (4)$$

Для выявления наиболее подходящего алгоритма был проведен эксперимент, в котором эталонные видеофайлы (фрагменты эфира телеканала «Домашний» и «Перец») длительностью 19 секунд сравнивались с различными контролируемыми видеофайлами (фрагмент спутникового сигнала, не содержащий рекламных видеороликов и видеосигнал идентичный эталонному, полученный от кабельного оператора (рис. 1)).



Рис. 1. Исследуемые видеопоследовательности: 1 – эталонная видеопоследовательность, 2 – видеосигнал, полученный от кабельного оператора, 3 – фрагмент спутникового сигнала

В результате реализации данных алгоритмов была получена таблица соответствия кадров эталонной и контролируемой последовательности. Анализируя разбросы отклонений кадров можно судить об идентичности содержания видеопоследовательностей.

При исследовании сигнала, возвращаемого с некоторой задержкой от кабельного оператора, в котором наблюдается небольшое изменение качества изображения, были получены следующие результаты (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Фрагмент таблицы соответствия кадров эталонной и контролируемой видеопоследовательности

| Номер кадра                       | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Анализ средней яркости            | 58  | 59  | 60  | 61  | 63  | 63  | 63  | 66  | 66  | 68  | 69  | 71  | 71  | 72  |
| Анализ СКО яркости                | 58  | 59  | 60  | 61  | 63  | 63  | 64  | 66  | 66  | 68  | 69  | 71  | 71  | 72  |
| Анализ пороговой разности яркости | 58  | 59  | 60  | 61  | 63  | 63  | 63  | 64  | 65  | 67  | 68  | 70  | 70  | 72  |
| Анализ гистограмм                 | 58  | 39  | 58  | 60  | 65  | 65  | 81  | 69  | 78  | 68  | 65  | 98  | 110 | 69  |
| SSIM                              | 59  | 59  | 60  | 61  | 63  | 64  | 64  | 66  | 67  | 68  | 68  | 71  | 71  | 73  |
| Анализ спектров                   | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 | 391 |

Визуально задержка между сигналами составляет 57–58 кадров. Как видно из таблицы 1 большинство алгоритмов находят правильное соответствие кадров.

В данном эксперименте допустимая погрешность определения номера кадра составляет 3–5 кадров. При этом процент ошибочного нахождения идентичных кадров при погрешности составляет следующие значения (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Процент ошибочного нахождения соответствия номеров кадров эталонной и контролируемой видеопоследовательности при допустимой погрешности менее 3 и 5 кадров

| Погрешность определения номера кадра | 3 кадра | 5 кадров |
|--------------------------------------|---------|----------|
| Анализ средней яркости               | 18,78 % | 15,37 %  |
| Анализ СКО яркости                   | 19,02 % | 16,34 %  |
| Анализ пороговой разности яркости    | 19,76 % | 15,85 %  |
| Анализ гистограмм                    | 66,59 % | 59,51 %  |
| Анализ спектров                      | 97,56 % | 96,10 %  |
| SSIM                                 | 16,59 % | 12,44 %  |

При анализе получившихся результатов было замечено, что большинство ошибок приходится на длительные статичные планы и в нескольких случаях на кадры, в которых замечено резкое снижение качества (снижение качества на 1–2 кадра).

Для улучшения результатов был разработан алгоритм анализа схожести соседних кадров одной видеопоследовательности, в результате которого анализировались только те кадры эталонной видеопоследовательности, в которых наблюдается смена плана.

Алгоритм был реализован на основе анализа средней яркости изображений (рис. 2).

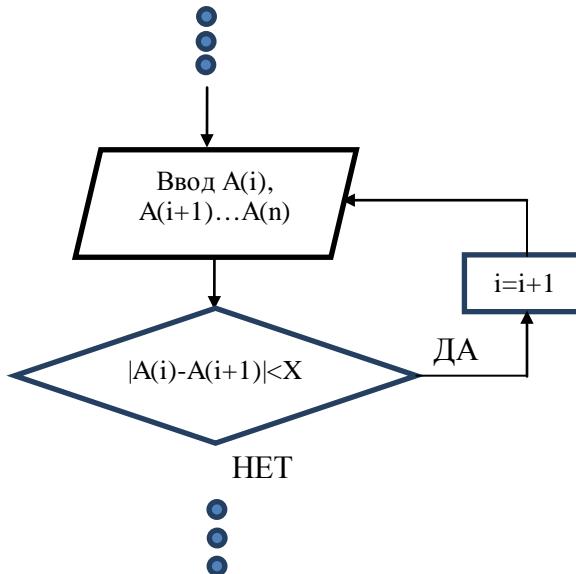


Рис. 2. Алгоритм фрагмента программы, реализующего анализ схожести соседних кадров:  $A$  – средняя яркость изображения;  $i$  – номер исследуемого кадра;  $X$  – величина порога;  $n$  – количество кадров в последовательности

Поскольку алгоритм анализа спектров давал устойчивые неудовлетворительные результаты, в следующем исследовании он не был реализован.

Процент ошибок при использовании алгоритма анализа схожести соседних кадров представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА. 3. Процент ошибочного нахождения соответствия номеров кадров эталонной и контролируемой видеопоследовательности с учетом схожести соседних кадров при допустимой погрешности менее 3 и 5 кадров

| Погрешность определения номера кадра | 3 кадра | 5 кадров |
|--------------------------------------|---------|----------|
| Анализ средней яркости               | 0,73%   | 0,24%    |
| Анализ СКО яркости                   | 0,24%   | 0,00%    |
| Анализ пороговой разности яркости    | 0,49%   | 0,00%    |
| Анализ гистограмм                    | 19,02%  | 16,83%   |
| SSIM                                 | 0,98%   | 0,49%    |

Как видно из эксперимента, результаты значительно улучшились при предварительной обработке последовательности кадров алгоритмом ана-

лиза схожести соседних кадров, что обусловлено устраниением ошибок, связанных с длительными последовательностями почти идентичных кадров. В результате сравнения результатов работы представленных методов выяснилось, что методы сравнения гистограмм и сравнения спектров дают неприемлемые результаты. Сравнение изображений остальными методами дают очень похожие результаты.

При анализе полученными алгоритмами спутникового сигнала, наблюдается достаточно точное определение момента расхождения содержания двух видеопоследовательностей (отсутствие рекламы в одном из них).

Для более точного анализа работы методов и накопления базы стандартных ошибок необходимо реализовать данный эксперимент с большим количеством данных.

#### **Список используемых источников**

1. **MATLAB.** Exponenta : краткий курс теории обработки изображений [Электронный ресурс] / И. М. Журавель. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/67.php> (дата обращения 14.06.2013).
2. **Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity** / Z. Wang, A. Bovik, H. Sheikh, E. Simoncelli // IEEE Trans. On Image Proc. – 2004. – Vol. 13, № 4. – PP. 600–612.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом А. Н. Бучатским.*

**УДК 621.397**

**А. А. Янин (аспирант СПбГУТ)**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЙ QoS И QoE ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ**

*Quality of Service* [1], или сокращенно *QoS* – это уже довольно сильно прижившийся в кругах производителей оборудования и операторов термин, который подразумевает оценку аппаратуры, используемой при передаче и приеме телевизионного (ТВ) сигнала, а также канала передачи. В центре внимания этого подхода к оценке качества лежат именно технические критерии качества телевизионной передачи. Основная идея данного метода лежит в обеспечении всех узлов ТВ тракта измерительным оборудованием, которое будет осуществлять мониторинг сети, при этом находя в ней проблемные зоны, где происходят технические сбои. Те, кто придерживаются такого подхода при оценке качества, считают, что, если проблем-

мы и ошибки в сети отсутствуют, то пользователь будет удовлетворен качеством потребляемого контента. Идея состоит в том, чтобы обобщить все существующие параметры, которые оказывают или, предположительно, могут оказать влияние на восприятие зрителем полученной картинки.

Рассмотрим пример использования такого подхода. Определим минимальный набор оборудования, необходимого для осуществления мониторинга ТВ канала.

Во-первых, необходимо наличие тестового генератора транспортного потока, с помощью которого будет производиться оценка корректной работы передатчика телевизионного сигнала.

Во-вторых, необходим измерительный демодулятор, работающий по стандарту, в котором предполагается осуществлять вещание. Данный прибор будет оценивать параметры радиосигнала, полученного с помощью передатчика, такие как отношение сигнал/шум, *MER* (*Modulation Error Ratio* или коэффициент ошибок модуляции) и *BER* (*Bit Error Ratio* или коэффициент битовых ошибок).

В-третьих, необходимо иметь анализатор транспортного потока, полученного на выходе демодулятора (приемника). Он будет осуществлять мониторинг ошибок, описанных в рекомендации *ETSI TR 101 290* [2]. В итоге, если все звенья полученной цепи работают корректно и измерительное оборудование не выявляет ошибок, то оператор, руководствуясь подхodom *Quality of Service*, может утверждать, что качество доставляемого до зрителя контента является приемлемым.

В реальности такого подхода может быть недостаточно. Ведь не во всех случаях одна и та же ошибка приведет к ухудшению качества. Например, если при плохих условиях приема произошла потеря пакета, это может быть совершенно по-разному воспринято телезрителем. В одном случае, если потерянный кадр *MPEG* не нес в себе значительной информации, зритель даже не заметит этой ошибки. Но, если кадр был важным и переносил существенные для декодера данные, то тут уже не избежать пропадания изображения, что непременно будет воспринято пользователем как ухудшение качества трансляции. При такой ситуации система *QoS* отрапортует о наличии ошибки и при этом не важно, была ли она воспринята пользователем или нет.

Однако система *Quality of Experience* (*QoE*) [1] в этом случае будет способна определить, была ли эта ошибка несущественной для пользователя, вызвала небольшое ухудшение качества или привела к серьезному ухудшению восприятия. Поэтому одной из последних тенденций в области оценки качества является разработка и принятие концепции *Quality of Experience*, в которой в центре внимания оказывается конечный пользователь, то есть телезритель, мнение которого о качестве просматриваемого контента является определяющим для оператора. Рассмотрим данный подход к оценке качества подробнее.

*Quality of Experience.* Так как данная концепция только начинает использоваться операторами телевидения и в основном находится в стадии разработки, единого определения *Quality of Experience* не существует. Приведем определение, данное в европейской рекомендации *ETSI TR 102 643* [1].

«*QoE* – это измерение удовлетворенности пользователя сервисом, основанное на объективных и субъективных измерениях при использовании информационных и телекоммуникационных продуктов или сервисов».

В данном определении под субъективными измерениями подразумевается общая удовлетворенность пользователя сервисом, субъективное восприятие просматриваемой программы конкретным телезрителем. Под объективными измерениями следует понимать такие критерии, как наличие или отсутствие ошибок при передаче, время на ожидание отклика сервиса (то есть время, потраченное пользователем от произведения выбора того или иного сервиса до начала просмотра), корректность выполнения сервиса, рассыпание изображения на квадраты (блочность), «заморозка» изображения, пропадание изображения (черный экран) [3, 4].

Из определения становится понятно, что при переходе к *QoE* от *QoS* не происходит отказа от последнего. Метод *QoS* становится составной частью подхода *QoE*, причем далеко не маловажной. Если операторы телевидения понимают, что текущий уровень *QoE* не отвечает существующим требованиям, то должно быть принято решение о повышении качества ТВ трансляции для конечного пользователя (телезрителя). Операторам необходимо решить, какие параметры *QoS* могут быть улучшены для достижения более высокого уровня *QoE*. Таким образом, уровень *QoE* должен всегда быть указан вместе с текущими техническими условиями услуг связи, если оператор является заинтересованным в его полезности [5]. На рисунке показано отношение между разными подходами в измерении качества и обозначено определение *QoE* как комбинации технических измерений и измерений, основанных на мнении телезрителя о сервисе.

Система *QoE* вмещает в себя такое количество параметров, от которых зависит качество восприятия ТВ контента телезрителем, что складывается ощущение, что внедрение такой системы является достаточно сложным предприятием. Действительно, качество восприятия может зависеть даже от типа контента (кинофильм, спортивная передача, новости, музыкальный клип). Просматривая новости, человек не будет уделять такого же внимания к качеству картинки, как при просмотре кинофильма, а если при просмотре футбольного матча выигрывает команда, за которую болеет телезритель, он также не будет столь же придирчив к качеству ТВ трансляции, как если он вынужден наблюдать вялую игру и поражение любимой команды. Очень важна для хорошего восприятия телепрограммы качественная синхронизация видео и звука. Если речь киногероя опережает движения его губ, вряд ли телезритель будет удовлетворен таким просмотром.

ром, даже если видео воспроизводится в *HD*-качестве. Также очень восприимчив телезритель к задержке воспроизведения трансляции. Опять же, наблюдая начало развития футбольной атаки на своем телевизоре, неприятно слышать вопли радостей соседей, у которых уже показали забитый гол.

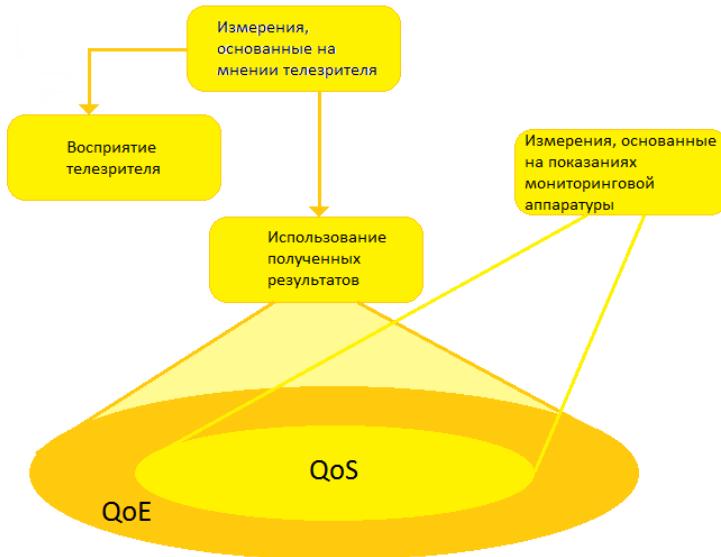


Рис. 1. Отношение между подходами *QoE* и *QoS*

И это далеко не все критерии, которые могут быть использованы при внедрении системы *QoE*. Конечно, очевидны сложности, которых не избежать при использовании данного метода. Это и обобщение критериев, их стандартизация, это и аппаратная, и программная реализация оценки этих критериев. Однако, если все сложности при внедрении этого метода будут преодолены, качество оценки ТВ контента выйдет на существенно более высокий уровень.

#### Список используемых источников

1. **ETSI TR 102 643**, Human Factors (HF); Quality of Experience (QoE) requirements for real-time communication services, 2009.
2. **ETSI TR 101 290**, Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems, 2001.
3. **Качество восприятия (Quality of Experience, QoE) мультимедийных потоков** [Электронный ресурс] / А. Забровский. – Режим доступа : <http://itm multimedia.ru/kachestvo-vospriyatiya-quality-of-experience-qoe-multimedijnyx-potokov/> (дата обращения 10.06.2013).
4. **Quality of Experience for Mobile Video Users**, White Paper, Dialogic, 2009. – 9 p.
5. **Troubleshooting Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) issues in Video Service Provider Networks**, Application Note, Tektronix, 2012.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, профессором О. В. Украинским.*

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

УДК 004.312

Ю. А. Копнёв (студент, ТСС-92)

## УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДАМИ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА PIC18F4550

Микроконтроллер (МК) – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств.

Микроконтроллер – это электронное устройство, работой которого управляет программа – последовательность команд, заранее загруженная в память.

*Пример*

Необходимо запрограммировать лабораторный макет, таким образом, чтобы светодиоды включались в соответствии с рисунком 1. Время импульса  $t_1 = 1$  с.

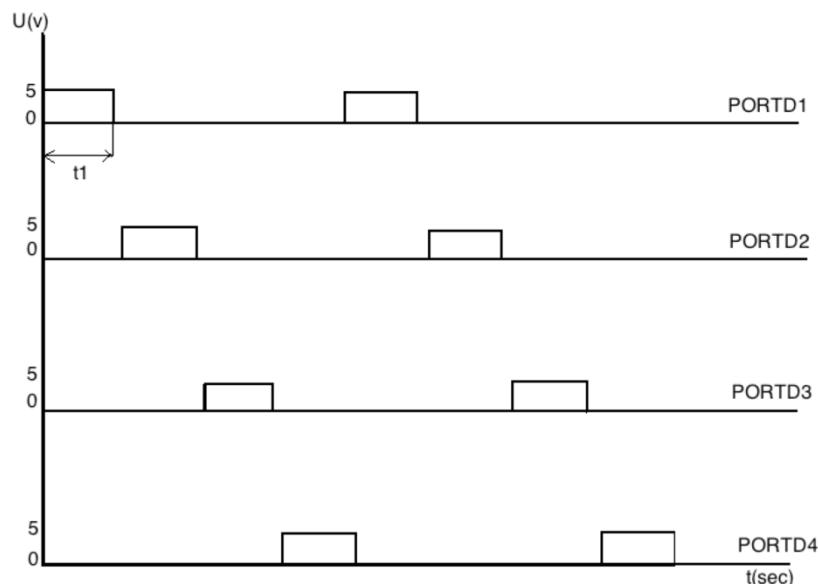


Рис. 1. Временная диаграмма включения светодиодов макета

### *Написание программы*

Общая структура. Любая программа МК должна содержать следующие разделы:

- а) запрет прерываний МК (на время инициализации);
- б) инициализация модулей и портов ввода-вывода МК;
- в) инициализация регистров задачи, выполняемой на МК;
- г) выполнение задачи.

Конфигурация МК. Содержимое регистров CONFIG заполняется при записи программы в ПЗУ и определяет режимы работы генератора, сторожевого таймера и другие настройки модулей МК. Указать значения этих регистров можно указав численные значения в начале программы используя директивы \_\_CONFIG1H, \_\_CONFIG1L для того чтобы настройки работы МК присутствовали в hex-файле.

### *Подключение заголовочных файлов*

Программирование МК требует работы с его регистрами. Ассемблер при составлении команд использует адрес регистра в памяти, но указание адреса регистра в программе усложняет чтение исходного кода и отладку, поэтому принято использовать имена регистров вместо адресов. Файл, в котором указано соответствие адресов и имён, называется заголовочным. Для каждого процессора существует свой файл, имена, описанные в них, соответствуют описанию на МК.

В заголовочном файле описаны регистры МК, предназначенные для управления модулями МК. Регистры, которые располагаются в области общего назначения, разумеется не могут быть описаны заранее производителем. Такой файл необходимо сделать самостоятельно. Формат записи следующий:

```
sum      equ      0x060,
```

где sum – имя которое присваиваемое адресу в соответствии с назначением этого адреса в вашей программе; equ – команда сопоставляющая адрес и имя; 0x060 адрес регистра записанные в 10.

### *Инициализация модулей и портов ввода-вывода МК*

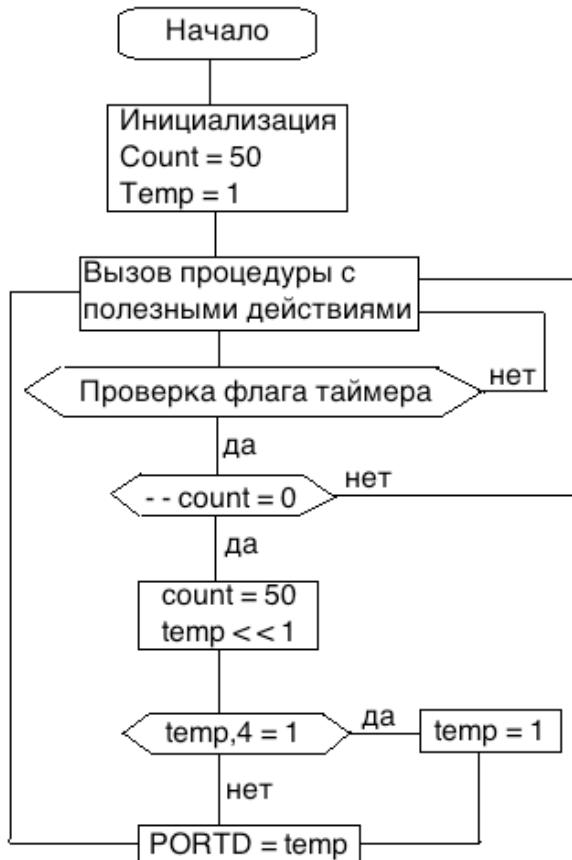
Инициализация регистров специального назначения является обязательной. Прежде всего необходимо запретить прерывания неиспользуемых модулей, такие прерывания приводят к зависаниям МК. Регистры направления TRIS портов ввода-вывода должны быть установлены в правильное значение.

3.4.6. Инициализация регистров задачи, выполняемой на МК. Если рабочие регистры будут иметь неверные начальные значения неизбежны неверные результаты операций задействующих данные регистры.

### Выполнение задачи

Стоит помнить – большинство задач требует вечного цикла, в противном случае МК, выполнив задачу, выйдет за рамки описанной программы, затем счётчик команд переполнится и работа МК начнётся с адреса 0x0000. Это равноценно сбросу МК.

### Блок схема



Для выполнения поставленной задачи необходимо:

- 1) Задать порядок включения/выключения диодов.
- 2) Организовать временную задержку между включением диода и переходом к следующему.

Есть два способа организовать задержку:

- 1) Заполнить стоки между включением и переходом к следующему диоду полезной работой.
- 2) Использовать таймер.

### Расчет времени задержки

$$n = \frac{f_r}{4} / r,$$

где  $n$  – количество тактов за которое таймер увеличивается на единицу;  $f_r$  – частота генератора (в нашем случае 12 МГц);  $r$  – предделитель таймера (1:256)

$(12\text{МГц}/4)/256 = 11718$  тактов [1].

Частота нашего генератора 12 МГц. Для выполнения 1 команды МК необходимо выполнить следующие операции: выборка команды, выполнения команды, запись результата в память и переход к следующей команде. В следствии этого на выполнение 1 команды у МК уходит 4 такта. Делитель таймера делит это число на 256, следовательно для того чтобы диод горел/не горел 1 секунду необходима задержка в  $(12\text{МГц}/4)/256 = 11718$  тактов. Однобайтный таймер переполняется каждые 256 тактов, следовательно для задержки в 1 секунду нужно чтобы он переполнился  $45 \pm 1$  раз).

Пример текста программы:

#include "P18F4550.INC" ; файл в котором адресам регистров присвоены имена

cblock h'60' ; присвоение адресам начиная с 0x60 имен  
temp ; – регистр необходимый нам для работы с PortD  
count ; – регистр, в котором будет считаться количество переполнений таймера

endc

#define outbit temp,4 ; присвоение 4 биту регистра temp имени

#define DELAY .15 ; присвоение значению dec 15 имени

org 0

CONFIG1H \_00001100 ; HS oscillator (ВЧ кварцевый генератор)  
CONFIG2L \_00000001 ; Бит разрешения работы таймера включения питания

soft\_reset:

clrf INTCON ; очистка флаг бита таймера

clrf STATUS

goto main

main: ; инициализация

movlw 0xC7

movwf T0CON ; включение таймера, настройка делителя и выбор 8 разрядного таймера

clrf TRISD ; установка ножек МК на выход

clrf PORTD ; установка нулевых значений на каждой из ножек

clrf TMR0H

clrf TMR0L

movlw DELAY ; запись в регистр WREG значения задержки

movwf count ; перемещение значения из WREG в регистр счетчика

**movlw 1** ; запись константы в регистр WREG  
**movwf temp** ; перемещение константы из WREG в буфер порта

---

;=====;  
;PortD – регистр, биты которого управляют напряжением на ножках  
МК  
;T0con – регистр управления таймера0  
;Intcon – флаг бит переполнения таймера  
;Temp – регистр необходимый нам для работы с PortD  
;count – регистр в котором будет считаться количество переполнений  
таймера

**loop:**

**call usefull\_work** ; вызов подпрограммы выполняющей полезную ра-  
боту  
**call run\_led** ; вызов процедуры, реализующей бегущие огни

**goto loop** ;

;=====;

**run\_led:**

**btfss INTCON,TMR0IF** ; пропускает следующую команду если флаг  
бит установлен  
**return**

**bcf INTCON,TMR0IF** ; очистка флагбита

**decfsz count,f** ; данная команда увеличивает значение нашего счет-  
чика на 1 и пропускает следующую команду если регистр равен 0

Пояснения: регистр count считает количество переполнений timer0. Каждый раз, когда  
регистр достигает числа 255(0xFF, максимально допустимое значение для 1 байтно-  
го регистра) регистр увеличивается на единицу.

**return**

**movlw DELAY** ; перемещение константы в регистр WREG  
**movwf count** ; перемещение константы в счетчик  
**rlncf temp,f** ; смещение байта на 1 символ налево

**btfsc outbit** ; проверка установлен ли 4-й бит

**call ini\_temp**

**movff temp, PORTD** ; перемещение значения из буфера в PORTD

**return**

```
=====
ini_temp: ; подпрограмма переводящая активный бит к первому если
установлен 4
    movlw 0x01
    movwf temp ; установка 1-го бита (в дальнейшем это значение не-
рекомендуется в PORTD)
    return

=====
usefull_work:
; сюда можно добавить код
    return;

end
```

*Пояснения: 2-й бит регистра Intcon устанавливается каждый раз, когда таймер переполняется, данная программа считает количество переполнений таймера, тем самым отсчитывая необходимое время.*

#### **Список используемых источников**

1. **PIC18F2455/2550/4455/4550** Data Sheet (Eng.) 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology, 2009 Microchip Technology Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010300> (дата обращения 8.05.2013).

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом А. Н. Алиповым.*

**УДК 004.946**

**В. М. Кузнецова (студентка, ТСС-21м)**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕМАТЕРИАЛЬНЫМИ АКТИВАМИ**

Социально-экономическое преобразование и научно-технический прогресс приводят к осознанию необходимости повышения эффективности управления предприятием. Изменение роли информации в обществе становится причиной формирования экономики знаний, основной формой которой является общественное накопление информации, представленной в виде нематериальных активов. Стремительный рост информационных

потоков и документооборота требует создание системы, основанной на использовании информационно-вычислительной техники. Актуальность автоматизации процесса управления нематериальными активами на предприятие обуславливается потребностью к повышению эффективности делопроизводства, увеличению точности расчетно-аналитической работы, и необходимостью перехода на инновационные технологии обработки данных. Разрабатываемая система обеспечит решение задач учета, планирования, контроля, обмена информацией, регистрации и хранения данных. Широкие функциональные возможности позволят реализовать многие механизмы для качественного анализа процесса учета и управления интеллектуальной собственностью.

Для того чтобы предприятие оперативно выполняло все необходимые действия по работе с объектами интеллектуальной собственности необходимо внедрение современных способов обработки, хранения, предоставления и управление информацией. Недостаточное использование всего многообразия нематериальных ресурсов, существующих на предприятии и отсутствие единой информационной, учетной и управленческой системы, приводит к снижению коммерческой эффективности, финансовой устойчивости и неосуществимости создания и сохранения конкурентного достижения субъекта деятельности предприятия. Возникает необходимость расширения и усовершенствования принципов управления процедурой формирования объектов интеллектуальной собственности, строящихся на базе естественных методов учета. Необходимо разработать систему, которая бы позволяла не только накапливать результаты исследований сотрудника предприятия, но и управлять их деятельностью, связанную с регистрацией актива, его распределением, планированием исследований, перемещением, отслеживанием жизненного цикла, защитой результатов интеллектуальной собственности и другими описанными видами деятельности по управлению активом. Анализ существующих информационных систем управления поможет сформулировать требования к разрабатываемой информационной модели, что позволит выполнить программную реализацию системы. Разработка новых подходов в управлении нематериальными активами, способов учета различных групп объектов интеллектуальной собственности и их систематизация, является актуальной научной и практической задачей.

Для решения данных проблем была разработана система управления нематериальными активами. В основу системы была положена комплексная модель нематериального актива, теория которых изложена в [1, 2]. Диаграмма вариантов использования системы приведена на рисунке 1, последовательность добавления нематериального актива – на рисунке 2.

Программа автоматизированной системы управления нематериальными активами написана на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 с использовании технологии ASP.NET 4.0.

В роли сервера баз данных выступил MS SQL Server 2008. Разработанная система обладает следующими возможностями:



Рис. 1. Варианты использования системы управления нематериальными активами

- обеспечивает комплексную информационную поддержку нематериального актива предприятия путем концентрации многоаспектной информации о нематериальном активе;
- в основе системы положены многоаспектные информационные модели нематериальных активов, которые концентрируют статические и динамические данные;
- система ориентирована на самообслуживание: каждый пользователь вносит информацию, за которую он отвечает (автор регистрирует актив, руководитель подтверждает, вариация статусов актива), в связи с чем, не происходит двойного ввода информации, что сокращает временные издержки и возникновение ошибок;

**Личный кабинет сотрудника**

Редактирование нематериального актива

Название: Объектно-ориентированное проектирование САПР транзисторных усилителей СВЧ

Тип: Статья

Список авторов:  
Авторы не указаны

Добавить нового автора

Фамилия: Акимов

Имя: Сергей

Отчество: Викторович

Добавить автора

Добавить меня как автора

Сохранить изменения

**Заполнить поля**

**Нажать кнопку**

**Личный кабинет сотрудника**

Ваш логин: 37484224 [Выход]

На главную Профиль Структурные подразделения Должности и обязанности Нематериальные активы Поиск

Фамилия Имя Отчество Привязка

Акимов Сергей Викторович Связь

Назад

**Нажать ссылку**

**Личный кабинет сотрудника**

Ваш логин: 37484224 [Выход]

На главную Профиль Должности и обязанности Нематериальные активы Поиск

Редактирование нематериального актива

Название: Объектно-ориентированное проектирование САПР транзисторных усилителей СВЧ

Тип: Статья

Список авторов:

| № | ФИО автора                    | Ссылка на профиль | Удалить автора |
|---|-------------------------------|-------------------|----------------|
| 1 | Акимов Сергей Викторович      | Профиль           | Удалить        |
| 2 | Кузнецова Вероника Михайловна | Профиль           | Удалить        |

Добавить нового автора

Фамилия: Акимов

Имя: Сергей

Отчество: Викторович

Добавить автора

Добавить меня как автора

Сохранить изменения

**Соавтор добавлен**

Рис. 2. Добавление соавтора нематериального актива

- отличительной чертой системы является учет соавторства, что позволяет пользователям, совершающим коллективную работу над проектом, добавить своего коллегу в соавторы при регистрации нематериального актива;
- система ориентирована на глубокую интеграцию управления профилями пользователей, структурными подразделениями, контекстными правами доступа, что обеспечивает единое информационное пространство в рамках структурного подразделения, кластера предприятия и до глобальных масштабов;
- будучи объединенной с подсистемой управления сотрудниками и структурными подразделениями система обеспечивает автоматический расчёт рейтингов, начиная от отдельных сотрудников за определенный период времени до кластеров предприятий;
- обеспечивает автоматическую генерацию отчётов по заданным шаблонам;
- благодаря специально созданной структуре данных на основе многоаспектных информационных моделей, обеспечивается совместимость с другими системами: документооборота, библиографическими, системами индексирования. Созданный формат представления информации обеспечивает максимальную совместимость с различными стандартами и форматами сторонних систем, что позволяет выполнять экспорт и импорт данных.

Возможные пути развития системы заключаются в языковой локализации, усовершенствование глубокой интеграции в информационные проекты по работе с нематериальными активами, а, в дальнейшем, создание глобальной информационной системы управления интеллектуальными ресурсами.

#### **Список используемых источников**

1. **Многоаспектное** моделирование сложных системных объектов / С. В. Акимов, Г. В. Верхова // V Международный конгресс «Нейробиотелеком 2012» – Инфокоммуникационные технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках: сборник научных трудов. – СПб. : СПбГУТ, 2012. – С. 290–294.
2. **Единое** информационное пространство почтовой связи на основе многоаспектных моделей / С. В. Акимов, Г. В. Верхова // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» № 64: материалы. – СПб. : СПбГУТ, 2012. – С. 62–64.

*Статья представлена научным руководителем д-ром. техн. наук, профессором Г. В. Верховой.*

УДК 004.946

**К. А. Озикова (студентка, ТСС-86)**

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ**

Достижения научно-технического процесса приводит к развитию радиоэлектронных средств, отражающемуся в повышении качества исполнения, миниатюризации, расширению номенклатуры, что требует создания новых методов и технологий проектирования, производства и эксплуатации. В настоящее время не существует универсальных методик, позволяющих с единых позиций осуществлять управление всеми этапами жизненного цикла изделия. Одним из наиболее важных процессов проектирования нового изделия является создание его модели. Данный процесс предполагает анализ множества аспектов в различных областях деятельности: экономической, технической, физической. Существующие системы автоматизированного проектирования (САПР) обычно базируются на моделях, отражающих отдельно взятые аспекты, без учёта их взаимного влияния. Объединение многоаспектных знаний в настоящий момент осуществляется с помощью систем управления данными проекта (PDM-системами). Данные системы позволяют объединить информацию о проектируемом изделии на уровне единой базы данных, однако делают это чисто механически, вследствие чего не может идти речи о многоаспектных моделях. Существует потребность в создании единой автоматизированной системе моделирования стандартных электронных модулей (АСИМ СЭМ), в основу которой будут положены многоаспектные информационные модели [1].

В рамках дипломного проектирования разработан прототип системы моделирования, позволяющей ранжировать радиоэлектронные устройства по магистрально-модульному принципу построения и составлять общие типы и категории РЭС.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение методов автоматизированного проектирования и информационной поддержки жизненного цикла РЭС;
- проектирование системы информационного моделирования стандартных электронных модулей;
- разработка программной среды информационного моделирования стандартных электронных модулей.

При создании системы были использованы следующие технологии: программная платформа Microsoft .NET 4.0, технология ASP.NET 4.0, язык программирования C#, система управления базами данных MS SQL Server

2008, интегрированная среда разработки MS Visual Studio 2010, MicroCAP, Altium Designer.

Научной новизной является применение методологии комплексных моделей для информационного моделирования БЭМ. Практической значимостью системы является информационная поддержка магистрально-модульного принципа построения РЭС.

Основной единицей при построении радиоэлектронных средств с использованием магистрально-модульного принципа построения является электронный модуль (ЭМ), представляющий собой конструктивно и функционально законченное радиоэлектронное устройство или радиоэлектронный функциональный узел, выполненное (выполненный) в модульном или магистрально-модульном исполнении с обеспечением конструктивной, электрической, информационной совместимости и взаимозаменяемости.

По степени стандартизации и унификации электронные модули могут подразделяться на:

- унифицированный электронный модуль (УЭМ) – электронный модуль, соответствующий заданным требованиям для нескольких радиоэлектронных средств;

- стандартный электронный модуль (СЭМ) – электронный модуль, широко применяемый в различных радиоэлектронных средствах, соответствующий наиболее высоким требованиям по внешним воздействующим факторам, установленный стандартом;

- специализированный стандартный электронный модуль (ССЭМ) – стандартный электронный модуль, доработанный для выполнения определенного набора функций для конкретного изделия в целях тесного взаимодействия заказчика, разработчика, изготовителя и потребителя на всех стадиях жизненного цикла этого модуля и радиоэлектронных средств на его основе.

Магистрально-модульное исполнение радиоэлектронного средства [2] (ММИ РЭС) – конструктивно-технологический метод создания радиоэлектронного средства в модульном исполнении с использованием рациональной структуры соединения и коммутации его составных частей, обеспечивающий взаимозаменяемость радиоэлектронных средств и их составных частей (рис. 1), а также техническую совместимость в соответствии с заданными требованиями к их разработке.

Использование разработанной автоматизированной системы информационного моделирования стандартных электронных модулей позволяет создать информационные модели базовых электронных модулей (рис. 2, 3), из которых можно собирать различные радиоэлектронные устройства. Система организовывает единую информационную базу данных обо всех разрабатываемых и типовых модулях РЭС. Применение АСИМ СЭМ сокращает затраты по времени, по количеству рабочего персонала и по финансовым требованиям.

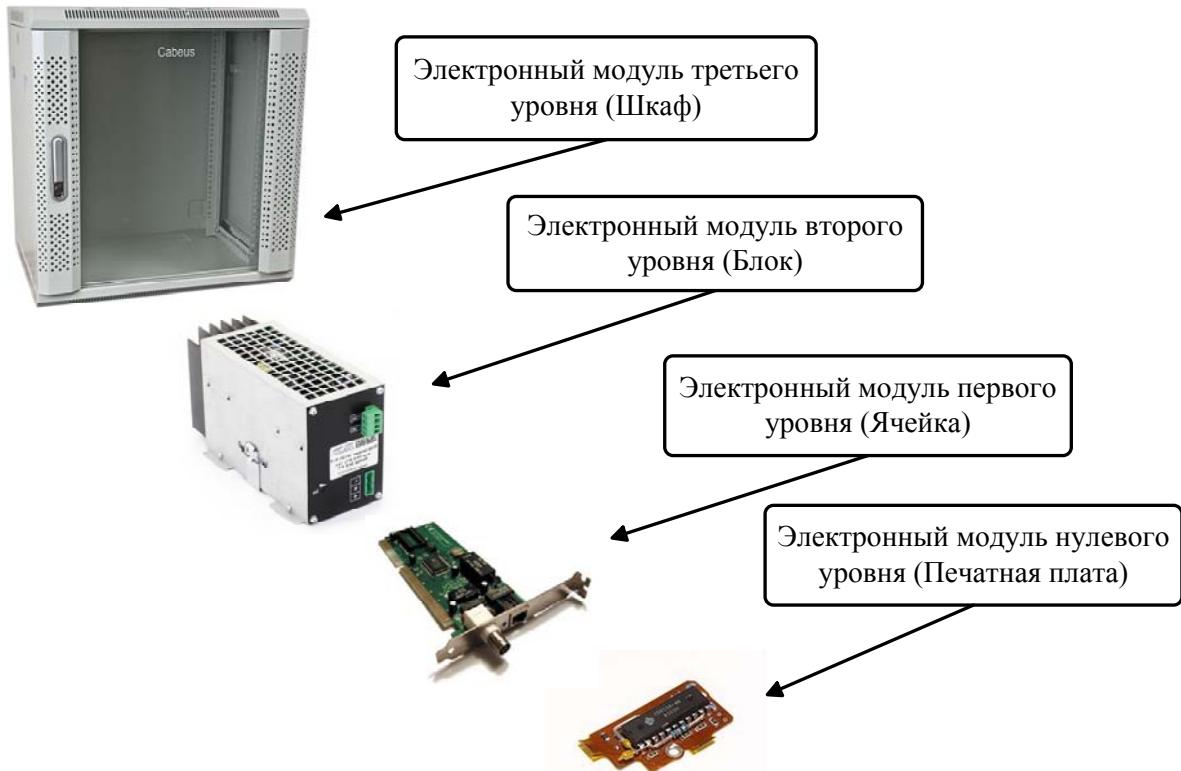


Рис. 1. Уровни разукрупнения по конструктивной сложности

| Название                              | Тип     | Редактировать                 |
|---------------------------------------|---------|-------------------------------|
| Генератор стандартных сигналов DivTpl | DivTpl  | <a href="#">Редактировать</a> |
| Усилитель                             | FuncTpl | <a href="#">Редактировать</a> |
| Осциллограф                           | FuncTpl | <a href="#">Редактировать</a> |
| Генератор импульсов                   | DivTpl  | <a href="#">Редактировать</a> |

**Домашняя    О программе    Модули    Типы Модулей    Вкладки**

**ГЕНЕРАТОР СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ (ШАБЛОН РАЗДЕЛОВ)**

| Изображение | Краткое название | Подробное описание   | Редактировать                 | Удалить                 |
|-------------|------------------|--|-------------------------------|-------------------------|
|             | GSC-6            | Генератор стандартных сигналов типа ГСС-6 представляет собой переносный лабораторный прибор, предназначенный для получения синусоидальных колебаний высокой частоты в диапазоне от 100 кГц до 25 МГц. Прибор типа ГСС-6 изготавливается по техническим условиям ЕЦ-3260000-54 и рассчитан для эксплуатации при температуре от +10 до +35 град. С и относительной влажности до 80%. Прибор типа ГСС-6 применяется для регулировки и испытания высокочастотных ступеней радиоаппаратуры в лабораторной и цеховой практике. | <a href="#">Редактировать</a> | <a href="#">Удалить</a> |

Краткое название:

Описание:

Изображение:  Выберите файл | Файл не выбран [Добавить](#)

Рис. 2. Интерфейс создания нового модуля



Рис. 3. Модификация категорий и типов модулей

На базе автоматизированной системы информационного моделирования в дальнейшем может быть построен САПР модульных систем, инвариантных предметной области, а также существует возможность совершенствования разработанной автоматизированной платформы.

#### Список используемых источников

1. Автоматизированная система комплексирования радиоэлектронных средств на основе комплексных моделей электронных модулей / С. В. Акимов, Н. П. Меткин // Вопросы радиоэлектроники. – 2012. – Вып. 1. – С. 191–199.
2. Магистрально-модульное построение РЭС – стратегическое направление радиоэлектронного приборостроения / В. А. Шубарев, Н. П. Меткин, В. Н. Зверев // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2008. – Спецвыпуск. – С. 20–23.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом С. В. Акимовым.*

**УДК 004.946**

**И. С. Пономарёв (студент, ТСС-86)**

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ САПР MULTISIM**

В настоящее время для разработки электронного устройства на первом этапе производится проектирование принципиальной электрической схемы в системах автоматизированного проектирования (САПР). Для этого разработчик самостоятельно выбирает структуру принципиальной схемы с необходимыми номиналами таким образом, чтобы проектируемо

устройство отвечало условиям технического задания. Разработчик ограничен незначительным числом исследуемых решений, из которых будет выбрано наилучшее. При исследовании разработанной структуры разработчик может найти оптимальное решение только при анализе выходной характеристики путем изменения номиналов электронных компонентов, входящих в структуру. Все это отражает реализацию только параметрической оптимизации, что сужает область поиска оптимального решения.

Задача структурно-параметрического синтеза относится к классу НП-трудных задач, плохо поддающихся формализации. Для решения таких задач можно использовать различные приближенные методы, к которым относятся генетические алгоритмы. Генетические алгоритмы [1] имитируют естественный отбор в природе и обладают высокой скоростью сходимости, причем они хорошо себя зарекомендовали при работе с многоэкстремальными целевыми функциями от большого числа рабочих параметров.

Ввиду сказанного выше в рамках дипломного проектирования был разработан прототип программного модуля, работающего совместно с САПР Multisim и реализующего автоматический поиск оптимальной схемы, отвечающей заданной выходной характеристике, при структурно-параметрической оптимизации, применяемой в работе генетических алгоритмов.

В основу Multisim положен симулятор XSPICE. Симулятор состоит из ядра SPICE3, алгоритма управления событиями, расширение анализатора синтаксиса описания схемы, модуля кода модели устройства (описание схемы netlist), интерфейс стандартных точечных команд SPICE (Nutmeg), и код межпроцессовой связи, используемый для интеграции XSPICE с графическим интерфейсом ATESSE [2]. Подсистема кода модели состоит из инструментария кода, библиотеки кодов моделей, библиотеки типов узлов и интерфейсы для пользовательских моделей и типов узлов.

Программный модуль разрабатывается как отдельное приложение WindowsForms, работающее на платформе .NET Framework. Языком программирования для создания приложения был выбран язык C#.

Данный программный модуль осуществляет тесное взаимодействие с САПР Multisim. Модуль работает с абстрактными объектами, которые содержат информацию для дальнейшей генерации описания электрических схем и передачи их на анализ в Multisim для получения оценочной характеристики. Генерацию описания также осуществляется в данном модуле. Он применяет над объектами, названными хромосомами, генетические алгоритмы для создания новых описаний схем и поиска среди них оптимальной схемы. Объектная модель программного модуля представлена на рисунке 1.

# Проектирование электронных средств связи, автоматизация и информатизация технологических процессов и систем

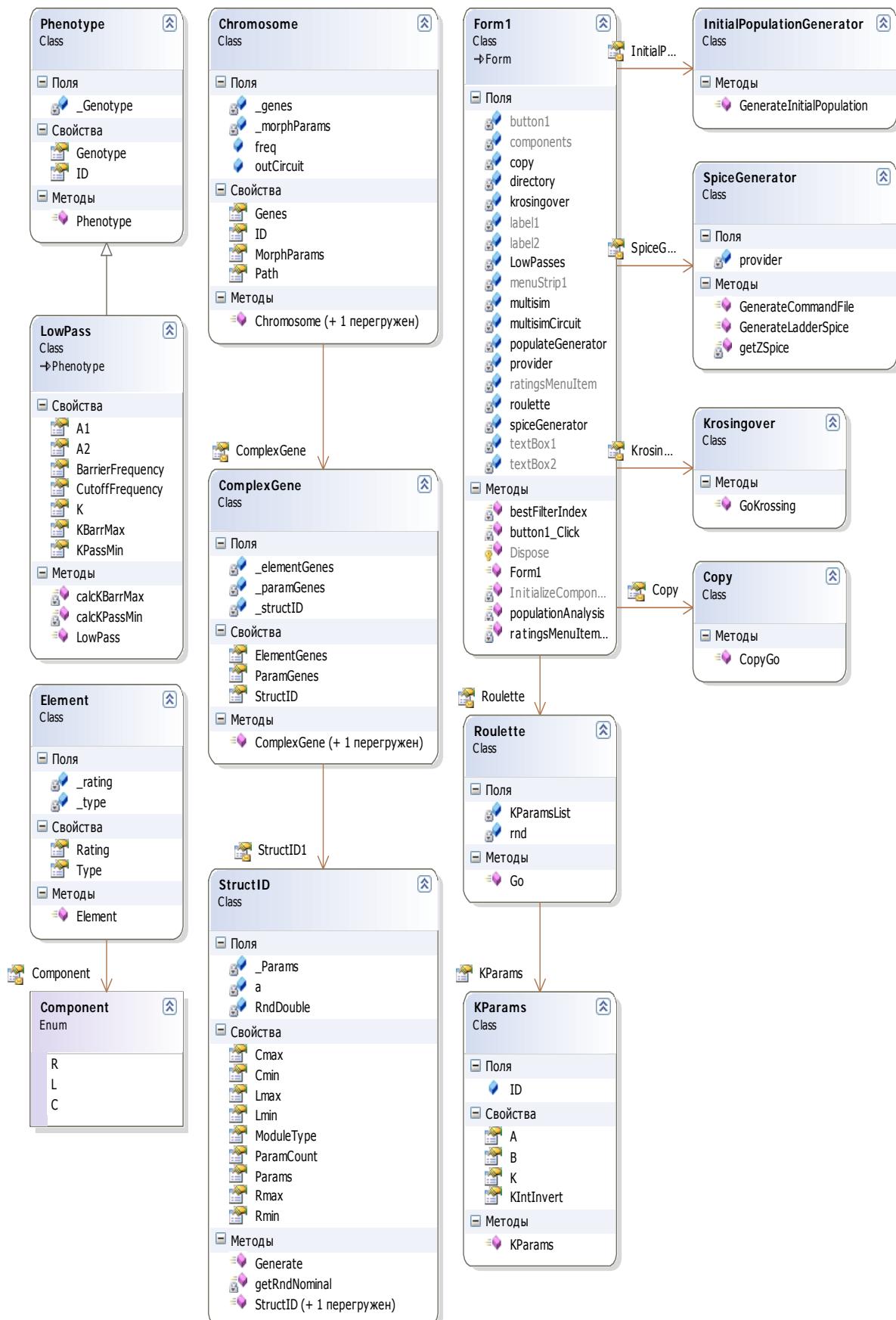


Рис. 1. Объектная модель программного модуля

Главным объектом является объект Form1. Он содержит: объекты анализа и взаимодействия с Multisim, популяции хромосом и фенотипов, генератор начальной популяции, генератор SPICE-кода, объект кроссинговера, объект селекции рулеткой и объект регенерации потомков. InitialPopulationGenerator создает начальную популяцию и возвращает список объектов Chromosome. Полученный список хромосом передается SPICEGenerator для создания описаний схем и передачи их в Multisim для анализа, после которого в каждой хромосоме создаются списки результатов анализа. После этого на основании информации в хромосомах создаются объекты фенотипов для оценки целевой функции (класс LowPass). На основании фенотипов производится селекция объектом Roulette и передача выбранной пары объекту Krossingover для скрещивания и получения потомков. Далее производится регенерация потомков через объект Copy и выбора лучшего экземпляра для добавления в новую популяцию. Из общего для всей эволюции списка объектов LowPass выбирается оптимальное решение.

На рисунке 2 приведена блок-схема разработанного алгоритма генерации начальной популяции, на рисунке 3 – один из результатов синтеза фильтра нижних частот, реализуемого разработанным алгоритмом структурно-параметрического синтеза. Разработанный программный модуль работает совместно с САПР Multisim и реализует автоматический поиск оптимальной схемы, отвечающей заданной выходной характеристике, при структурно-параметрической оптимизации, применяемой в работе генетических алгоритмов.

Были решены следующие задачи:

- разработан способ реализации структурно-параметрического синтеза в генетическом алгоритме;
- изучена и реализована возможность применения симуляторов SPICE для решения задачи структурно-параметрического синтеза с помощью генетических алгоритмов;
- разработан модуль взаимодействия с САПР Multisim;
- выполнена программная реализация генетического алгоритма с помощью платформы .NET Framework и языка программирования C#.

Использование разработанного программного модуля приводит к сокращению времени разработки электрической схемы и повышению ее качества за счет реализации структурно-параметрической оптимизации.

#### Список используемых источников

1. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
2. XSPICE software user's manual / F. L. Cox, W. B. Kuhn, H. W. Li, J. P. Murray, S. D. Tynor, M. J. Willis // Atlanta, Georgia: Georgia Institute of Technology, 10 – 12 may, 1992. – Vol. . – PP. 871-874.

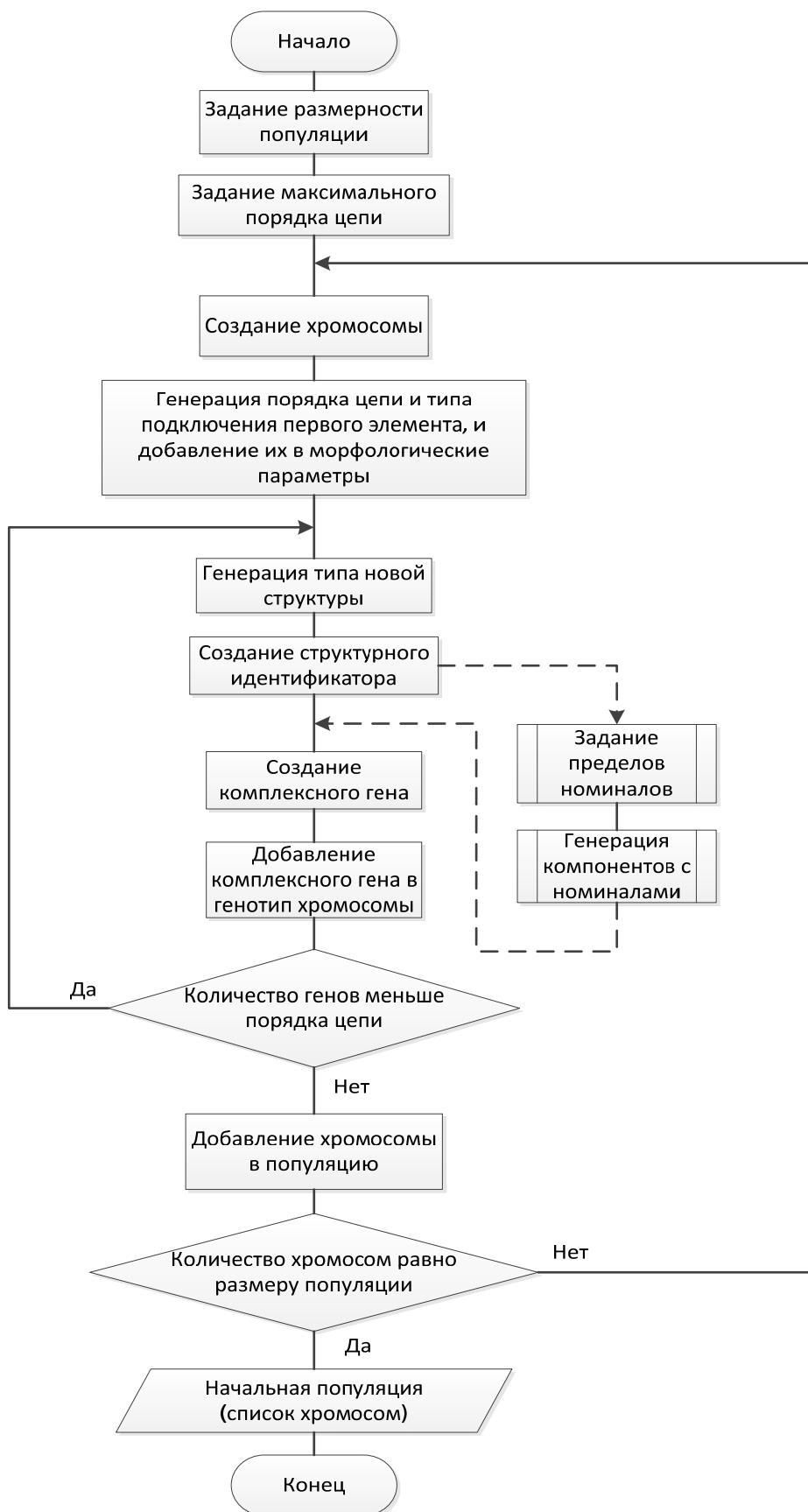


Рис. 2. Алгоритм генерации начальной популяции

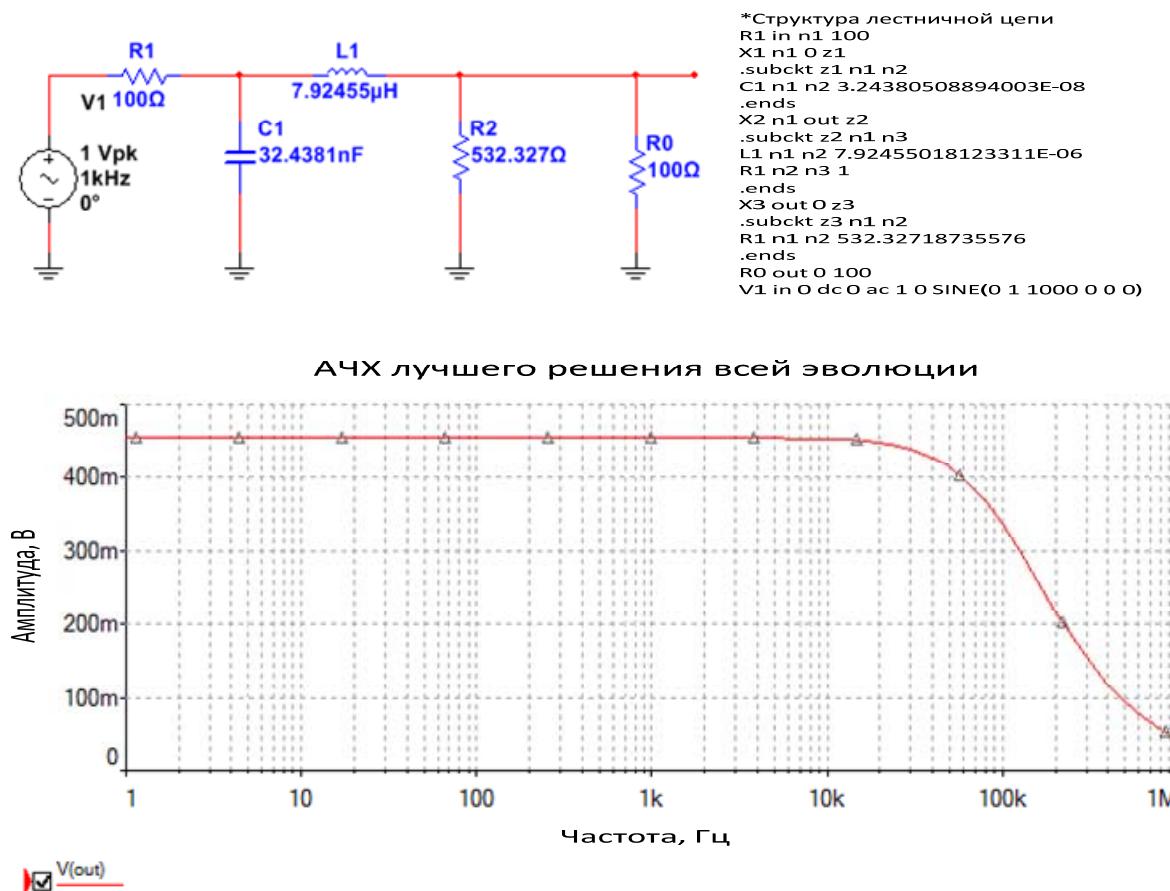


Рис. 3. Результаты синтеза электрической цепи

Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом С. В. Акимовым.

УДК 004.312

О. Б. Филиппович (студент, ТСС-20м)

## РАБОТА С МОДУЛЕМ АЦП МИКРОКОНРОЛЛЕРА PIC18F4550

При разработке микроконтроллерных устройств, которые должны взаимодействовать с персональным компьютером, большое значение имеет правильности выбора протокола обмена данными. В настоящее время наиболее популярным протоколом обмена данными между компьютером и периферийными устройствами является протокол шины *USB*.

В развитие микроконтроллеров следующий логический шаг – интеграция трансивера *USB* в состав микроконтроллеров, аналогично тому, как в них ранее были интегрированы модули АЦП, ШИМ и другие.

В ассортиментной линии Microchip первой модификацией микроконтроллера со встроенной поддержкой *USB* были однократно программируемые *PIC16CXXX*. Сейчас доступна более мощная по всем параметрам модификация *PIC18F4550* с *FLASH*-памятью программ.

### Модуль 10-разрядного АЦП микроконтроллера *PIC18F4550*

Модуль АЦП имеет 13 входов для 40-выводных корпусов. Аналоговый входной сигнал преобразуется в 10-разрядное двоичное значение (рис. 1).

С модулем ассоциировано пять регистров: регистр старшего байта результата (*ADRESH*); регистр младшего байта результата (*ADRESL*); управляющий регистр 0 (*ADCON0*); управляющий регистр 1 (*ADCON1*); управляющий регистр 2 (*ADCON2*) [1].

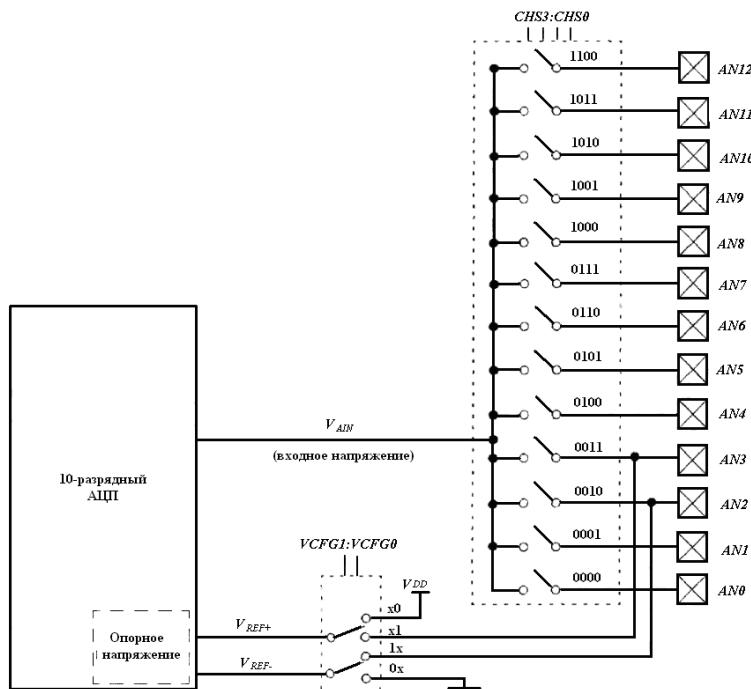


Рис. 1. Структурная схема модуля 10-разрядного АЦП

За управление работой модуля АЦП отвечает регистр *ADCON0*. При конфигурировании выводов портов используются регистры *ADCON1*. Регистры *ADCON2* конфигурируют источник тактирования, программируемого времени захвата и выравнивания результата.

Каждый вывод может быть сконфигурирован либо как аналоговый вход АЦП, либо как цифровой порт ввода/вывода (рис. 2). Регистры *ADRESH* и *ADRESL* сохраняют 10-разрядный результат аналого-цифрового преобразования. После завершения преобразования, результат записывается в регистры *ADRESH* и *ADRESL*.

ся в регистровую пару *ADRESH:ADRESL*, после чего сбрасывается бит *GO/DONE* и устанавливается флаг прерывания *ADIF*.

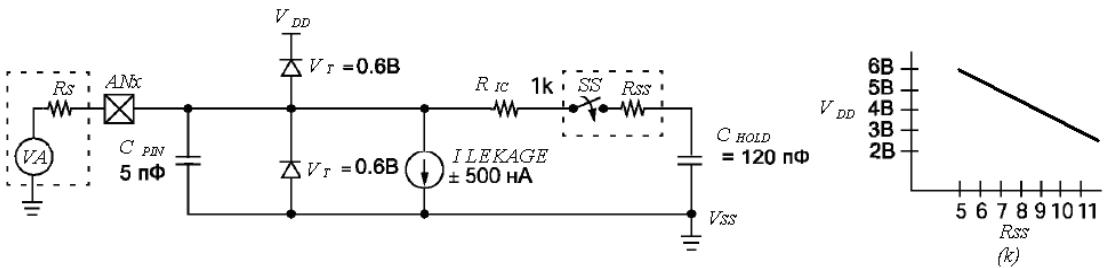


Рис. 2. Схема аналогового входа АЦП, где  $C_{PIN}$  – входная емкость;  $V_T$  – пороговое напряжение;  $I_{LEAKAGE}$  – ток утечки вывода;  $R_{IC}$  – сопротивление соединения;  $SS$  – переключатель защелки;  $C_{HOLD}$  – конденсатор защелки

Опорное напряжение АЦП может быть выбрано из питающих напряжений ( $VDD$  и  $VSS$ ) или из напряжений, приложенных к выводам  $VREF+$  и  $VREF-[2]$ .

Встроенный  $RC$ -генератор модуля АЦП позволяет продолжать работу модуля, пока микроконтроллер находится в режиме *Sleep* [2].

#### *Выбор и настройка времени захвата*

Регистр *ADCON2* позволяет пользователю задавать время захвата, который происходит каждый раз, когда устанавливается бит *GO/DONE*. Так же есть возможность использовать автоматически устанавливаемое время захвата.

Время захвата устанавливается битами *ACQT2:ACQT0* в диапазоне от 2 до 20  $TAD$ . Когда бит *GO/DONE* установлен, ключ дискретизатора удерживается в подключенном состоянии в течение заданного времени захвата, затем автоматически начинается преобразование. Так как время захвата можно программировать, то нет необходимости программно выделять паузу между выборами канала и установкой бита *GO/DONE* [2].

Если *ACQT2:ACQT0=000*, то происходит принудительное управление временем захвата. Как только бит *GO/DONE* установлен, выборка прекращается и начинается преобразование. В этом случае пользователь сам отвечает за то, хватит ли времени для зарядки емкости выборки/хранения до уровня выходного напряжения с момента подключения аналогового входа. Режим принудительного управления устанавливается по умолчанию при сборке и обеспечивает совместимость с микроконтроллерами, не имеющими программного времени захвата.

В обоих случаях, как только преобразование завершено, бит *GO/DONE* сбрасывается, флаг *ADIF* устанавливается и модуль начинает следующий захват напряжения на выбранном входе.

### Выбор частоты преобразования

Время преобразования на один разряд определено, как  $T_{AD}$ . Полное 10-разрядное преобразование занимает  $11 T_{AD}$ . При помощи разрядов  $ADCS2:ADCS0$  программно выбирается источник частоты преобразования [1].

Для корректного преобразования длительность  $T_{AD}$  должна быть как можно короче, но не меньше, чем минимальное значение  $T_{AD}$ , указанное в параметрах микросхемы ([таблица](#)).

ТАБЛИЦА. Значение  $T_{AD}$  при заданных рабочих частотах

| Источник и значение $T_{AD}$ | Max частота, МГц  |       |
|------------------------------|-------------------|-------|
| Длительность $ADCS2:ADCS0$   | <i>PIC18F4550</i> |       |
| 2 $TOSC$                     | 000               | 2,86  |
| 4 $TOSC$                     | 100               | 5,71  |
| 8 $TOSC$                     | 001               | 11,43 |
| 16 $TOSC$                    | 101               | 22,86 |
| 32 $TOSC$                    | 010               | 40,00 |
| 64 $TOSC$                    | 110               | 40,00 |
| $RC$                         | x11               | 1,00  |

### Работа АЦП в энергосберегающих режимах

Если предполагается, что модуль АЦП будет работать, пока устройство находится в энергосберегающем режиме, биты  $ACQT2:ACQT0$  и  $ADCS2:ADCS0$  регистра  $ADCON2$  должны быть обновлены в соответствии с источником тактирования, который будет использован в этом режиме. Захват и преобразование с новыми настройками могут быть начаты после вхождения в энергосберегающий режим. Тактирование от этого источника должно продолжаться, пока не будет закончен процесс преобразования.

Если требуется, контроллер может быть переведен в режим *Idle* во время преобразования. Если при этом частота тактирования контроллера меньше 1 МГц, следует выбрать тактирование АЦП от собственного  $RC$ -генератора.

Работа в режиме *Sleep* подразумевает тактирование АЦП от собственного  $RC$ -генератора. Если биты  $ACQT2:ACQT0$  установлены в «000» и преобразование запущено, то оно начнется с задержкой в один командный цикл, чтобы оставить возможность выполнения команды *SLEEP* и перехода

да в режим *Sleep*. Бит *IDLEN* (*OSCCON<7>*) всегда должен быть сброшен до начала преобразования.

### Конфигурирование аналоговых входов

В конфигурировании аналоговых входов участвуют регистры *ADCON1*, *TRISA*, *TRISB* и *TRISE*. Для работы выводов в режиме аналогового ввода, ассоциированные с ними разряды регистров *TRIS* необходимо установить в «1». Если ассоциированный разряд регистра *TRIS* будет сброшен (настроен, как цифровой выход), то преобразованию подвергнется не внешний аналоговый сигнал, а логический уровень выходной защелки (*V<sub>OH</sub>* или *V<sub>OL</sub>*).

Процесс преобразования не зависит от состояния разрядов *CHS3:CHS0* и регистров *TRIS*.

Если линия настроена, как цифровой ввод, аналоговый сигнал на ней будет правильно преобразован модулем АЦП. Аналоговый сигнал, поданный на цифровой вход, может вывести микроконтроллер из строя по причине превышения допустимого тока, протекающего через вывод.

### Процесс преобразования

Сброс бита *GO/DONE* в процессе преобразования приведет к прекращению преобразования. При этом регистровая пара результата не обновляется. Регистры *ADRESH:ADRESL* будут продолжать хранить результат последнего законченного преобразования. Как только преобразование завершено или прервано, перед началом следующего прерывания выдерживается пауза в течении *2T<sub>AD</sub>* (рис. 3). По истечении паузы новое преобразование начинается автоматически [3].

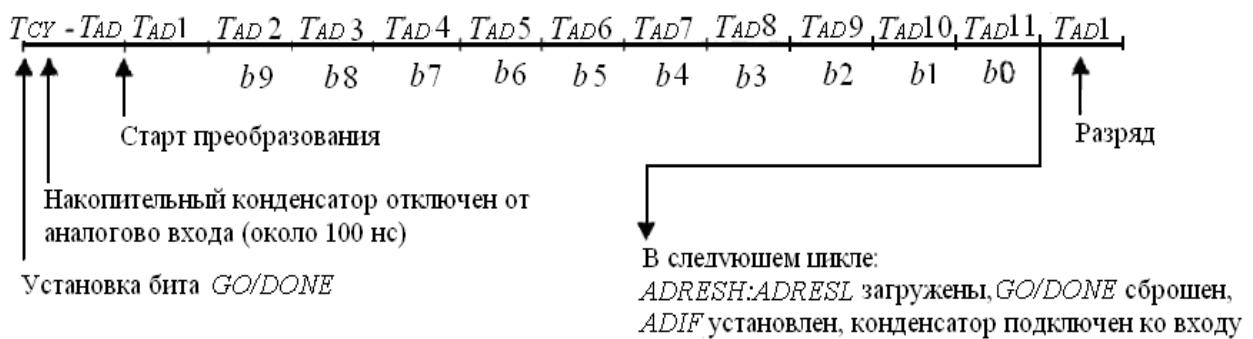


Рис. 3. Цикл преобразования (*ACQT<2:0>* = 000, *TACQ* = 0)

### Разряд накопительного конденсатора

Накопительный конденсатор предназначен для захвата значения входного напряжения и хранения его в процессе преобразования. Когда конденсатор подключен к аналоговому входу, он заряжается до значения входного напряжения. Момент отключения конденсатора от входа счита-

ется моментом захвата текущего аналогового значения. С этого момента изменение входного напряжения не влияет на текущий результат АЦП.

На практике применяется не один конденсатор, а массив емкостей, подключенных к измерительно-преобразовательной линейке. Перед началом следующего захвата/преобразования массив емкостей должен быть принудительно разряжен. Это позволяет упростить схему входного единичного усилителя, так как схема, которая работает только на заряд, гораздо проще, чем схема, работающая на заряд/разряд от входного сигнала.

### Применение триггера CCP2

Преобразование АЦП может быть запущено от триггера специальных событий модуля CCP2 (рис. 4). Для этого необходимо, что бы модуль АЦП был включен (бит *ADON* установлен) и биты *CCP2M3:CCP2M0* (*CCP2CON<3:0>*) были установлены в состояние «1011». Когда происходит событие, которое включает триггер, устанавливается бит *GO/DONE*, стартует выборка и преобразование АЦП и счетчик *Timer1* или *Timer3* обнуляется.

Выбрать нужный аналоговый канал и время выборки/захвата необходимо до того, как триггер установит бит *GO/DONE*. Если модуль АЦП выключен, событие триггера не включит модуль, но все равно сбросит счетчик *Timer1* или *Timer3* [3].



Рис. 4. Цикл преобразования ( $ACQT<2:0> = 010$ ,  $TACQ = 4 T_{AD}$ )

### Список используемых источников

1. **PIC18FXX2.** Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры с 10 – разрядным АЦП компании Microchip Technology Incorporated. – М. : ООО «Микрочип», 2003. – 296 с.
2. **Справочник** по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro. – М. : ООО «Микро-чип», 2002. – 600 с.
3. **Проектирование** интеллектуальных датчиков с помощью Microchip dsPIC / К. Хадлстон. – Киев : «МК-Пресс», 2008. – 320 с.

Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом А. Н. Алиповым.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.93

И. А. Васильев (соискатель СПбГУТ)

## МЕЖКАДРОВАЯ РАЗНОСТЬ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

Возрастает актуальность создания эффективных средств взаимодействия между устройством и человеком, когда компьютер предстает в роли активного помощника, виртуального агента.

Эти средства должны учитывать процесс эмоциональной адаптации человека, иметь возможность распознавания эмоций, определения адекватных способов реагирования на них и формирования эмоциональных реакций, направленных на снижение уровня негативных влияний.

Эмоции – это уникальный механизм управления поведением человека, который обеспечивает ему адаптацию к условиям внешней среды.

Процесс адаптации осуществляется через формирование новых шаблонов поведения.

Система эмоций позволяет отобрать и закрепить шаблоны поведения, которые в определенной ситуации сулят наибольшую выгоду для организма. Можно сказать, что система эмоций обеспечивает эволюцию форм поведения.

Еще одной важной функцией, которую связывают с эмоциональной активностью, является контроль над расходом ресурсов организма. В момент опасности, или неопределенной ситуации повышенный расход энергии позволяет подготовить организм для выполнения действий направленных на выживание.

Обозначенные функции эмоций лучшим образом представляются через когнитивную теорию эмоций. Здесь следует отметить несколько ключевых моментов. Как отмечает М. Б. Арнольд: для эмоции характерны интуитивные отношения пользы/вреда [1]. Р. Лазарус выделяет в составе эмоции первичную и вторичную оценку.

Первичная – это оценка ситуации, вторичная – оценка субъектом своего собственного отношения к этой ситуации [2]. С. Л. Рубинштейн указывал на то, что эмоции выражают состояние субъекта и его отношение к окружающему [3].

Процесс формирования шаблонов поведения может быть представлен в следующем виде ([рис.](#)).

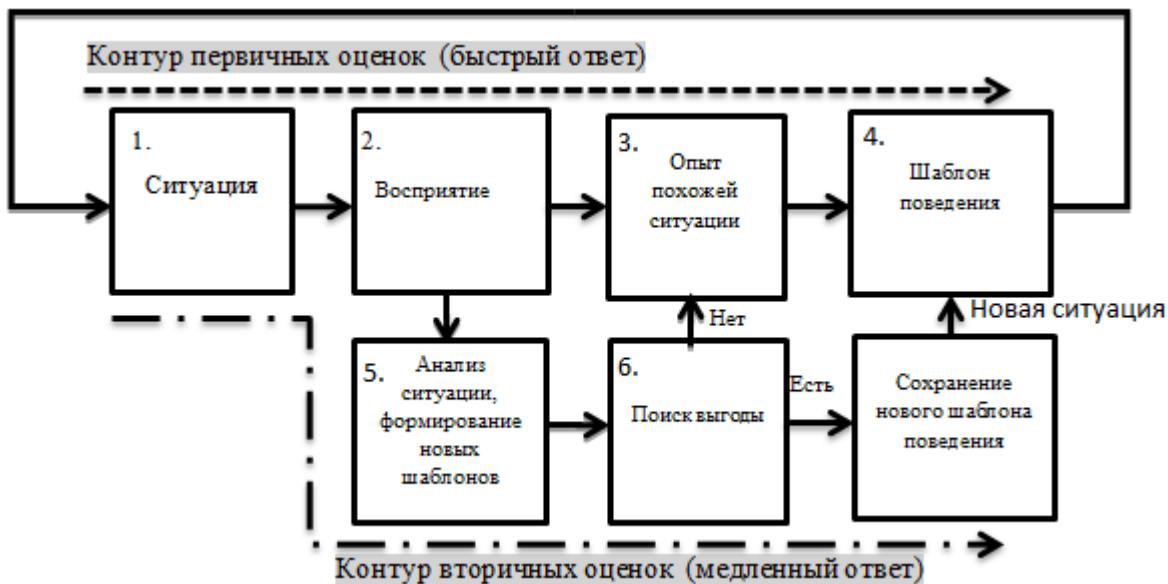


Рисунок. Формирования шаблонов поведения

Выделим основные моменты для представленной схемы.

Ситуация определяется через набор воспринимаемых ощущений. Сочетание различных ощущений есть чувственный образ ситуации.

С каждым образом может быть связан некоторый шаблон поведения, а также эмоциональный оттенок, характеризующий выгоду от реализации шаблона в данной ситуации.

Выгода выражается в положительных и отрицательных эмоциях, которые сопутствовали, в прошлом опыте, выбранной модели поведения в момент разрешения события.

Задачей организма в общем виде является получение положительных эмоций и уменьшение отрицательных. В механизме эмоциональной оценки можно выделить два этапа.

Первый этап определяет быстрые реакции, которые проявляются, когда закрепленный в памяти образ на должном уровне соответствует текущему образу события. Результатом первичной оценки является спонтанная реакция, например реакция на громкий звук. Первичная оценка позволяет организму подготовиться к некоторой ситуации, запуская базовые физиологические процессы.

Среди подобных процессов можно выделить изменение артериального давления, дыхания, реакция зрачков, изменения в координации движений и многие другие управление которыми осуществляет гипоталамус и мицдалина.

Подобные реакции позволяют оценить уровень эмоционального напряжения, который определяет степень сознательного контроля.

Для опознания базовых реакций в основном используют контактные датчики; оптические системы для этого практически не применяются.

Контур вторичных оценок определяет осознанные реакции. Он позволяет сформировать шаблоны действий, основываясь на прошлом опыте. В качестве примера подобных реакций можно привести знаковые жесты, мимику, позы.

Существующие системы строят предположения, относительно эмоционального состояния человека, опираясь лишь на базовые мимические реакции. На самом деле, мимические реакции красноречиво выражают эмоции и обладают универсальными выразительными чертами, характерными для всех людей, что показал в своих исследованиях Пол Экман [4].

Изначально мимические реакции в большей степени являются следствием первичных оценок, однако, в процессе социализации начинают преобладать вторичные оценки. Другими словами мимические реакции становятся подконтрольны воле человека и направлены на достижение определенных целей.

Системы, использующие вторичные оценки, ненадежны и зачастую определяют недостоверные эмоции.

Человек при опознании эмоций опирается не только на выразительные реакции, основанные на вторичных оценках, но, в большей мере, бессознательно опирается на реакции, вызванные первичными оценками.

Поэтому становится очевидной необходимость дополнения текущих систем возможностью анализа первичных оценок.

Способность эмоциональной оценки у каждого человека разная и зависит от социального опыта и физиологических особенностей. Это означает наличие расхождения и в спектре эмоциональных реакций для каждого отдельного человека.

Анализ эмоциональных реакций в этом ключе представляет собой сложную многокритериальную задачу. Необходимо сделать допущения, которые позволяют ограничить изначальный спектр движений и определить оптимальную обучающую выборку.

Поскольку лицо представляет собой наиболее изученную область в плане выражений эмоций, а также несет в себе набор универсальных шаблонов реакций, необходимо: во-первых ограничить область рассмотрения областью лица; во-вторых условиться о том, что все движения отражают эмоции.

В рамках представленных ограничений и выбранной модели оптимальным методом распознавания эмоциональных характеристик будет комплексная система, основанная на определении реакции первичных и вторичных оценок.

В качестве системы распознавания реакций вторичной оценки предлагается подход, основанный на построении геометрической модели лица. Определим основные этапы реализации построения модели.

На первом этапе определяется набор ключевых точек и вычисление в них значения банка фильтров Габора.

$$G_t = \frac{k_t^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_t^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[ \exp(ik_t x) - \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right) \right],$$

где  $G_t$  – ядро фильтра,  $k_t = (k_v \cos \varphi_\mu, k_v \sin \varphi_\mu)$ ,

где  $k_v = 2^{-\frac{v+2}{2}}$  ( $0 \leq v \leq 4$ ),  $\varphi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}$  ( $0 \leq \mu \leq 7$ ).

Точки задают пространственные отношения для определения положения лица в пространстве. Для создания обучающей выборки составим трехмерную модель лица с заранее подготовленными базовыми мимическими выражениями.

Для хорошего сопоставления виртуальной модели лицу пользователя определим текстурную развертку по данным ключевым точкам. Для различных углов обзора и экспрессивных выражений составляем обучающую выборку.

В качестве классификатора воспользуемся нейронной сетью с двумя скрытыми слоями и сигмоидальной функцией активации.

Для определения реакций вторичной оценки необходимо определить количество движений человека в кадре и сопоставить эту величину с мимическим выражением.

Наиболее быстрый способ оценки движения выполняется с применением межкадровой разности (1).

$$I(x, y, t) - I(x, y, t - 1) = M(x, y, t), \quad (1)$$

где  $M$  – маска движения в момент  $t$ ,  $I(x, y, t)$  – изображение в текущий момент времени,  $I(x, y, t - 1)$  – изображение в предыдущий момент.

Суммируя межкадровую разность группы кадров, определяем значение в окрестности ключевой точки. Сущность суммы межкадровой разности определяется в эмоциональном напряжении (2).

$$\mathcal{E}_w = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N M(x, y, t), \quad (2)$$

где  $N$  – заданное количество кадров; базовые эмоции обладают начальным уровнем  $\mathcal{E}_w$ . Процесс выбора шаблона реакции может быть описан Марковской моделью управляемой  $\mathcal{E}_w$ .

Далее для каждой базовой мимической реакции определяем среднее эмоциональное напряжение.

В момент проявления экспрессии вычисляем разность между текущим уровнем и средним уровнями эмоционального напряжения, что позволит говорить о степени несоответствии текущей мимической реакции базовой.

Предлагаемый комбинированный метод, в котором используются мимические реакции и межкадровая разность как средство первичной оценки базовых эмоциональных реакций, позволяет повысить степень достоверности результатов работы систем распознавания эмоций.

#### **Список используемых источников**

1. **Emotion and Personality** / M. B. Arnold. – New York: Columbia University Press, 1960.
2. **Emotion and Adaptation** / R. S. Lazarus; In : J. Jenkins, K. Oatley, N. Stein (Eds.). Human Emotions. A Reader. – Malden, MA : Blackwell Publishers, 1998. – P. 38–44.
3. **Основы общей психологии** / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2000. – 712 с.
4. **Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь** / П. Экман ; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 334 с.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором В. М. Дегтярёвым.*

**УДК 004.716**

**С. В. Данилин (искатель СПбГУТ)**

## **ПРОБЛЕМА ВЛИЯНИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПЕРЕДАЧУ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

Решения на основе беспроводных сетей, в принципе, отвечают требованиям, предъявляемым со стороны потенциальных потребителей: масштабируемость; отказоустойчивость; адаптируемость к внешним условиям; энергетическая эффективность; учет специфики решаемой задачи; экономическая рентабельность и т. п. [1, 2].

Однако это относится к несколько идеализированной ситуации, когда устройства могут свободно взаимодействовать в пределах своей сети.

В реальных условиях существует множество естественных и технологических источников помех, воздействие которых на сеть может привести к существенному искажению передаваемой информации или ее уничтожению.

Основными проблемами, связанными с устройствами беспроводной связи, являются:

– проблемы функционирования беспроводных сенсорных сетей в условиях слабых помех;

- проблемы сосуществования различных типов беспроводных сенсорных сетей;
- интерференция сигналов от беспроводных устройств в пределах одной подсети;
- проблема устойчивой передачи данных в беспроводных сенсорных сетях в условиях преднамеренных электромагнитных воздействий.

В настоящей статье рассматриваются последствия влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на передачу данных в беспроводных сенсорных сетях.

Проблема влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на передачу данных в беспроводных сенсорных сетях до настоящего времени не была подробно освещена в литературе, как, например, проблема влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на процессы передачи данных в сетях Ethernet [3].

На практике преднамеренные электромагнитные воздействия наводятся, как правило, дистанционным путём с использованием излучателя: специального генератора, снабженного передающей антенной.

Следует отметить, что в последние годы технологии создания таких излучателей стремительно развиваются, что обусловило постоянное повышение интереса к проблеме угрозы электромагнитных нападений и защиты объектов информатизации от преднамеренных электромагнитных воздействий [4].

С одной стороны, функционирование беспроводных сенсорных сетей в условиях преднамеренных электромагнитных воздействий не сводится к задаче о слабых помехах или к задаче об интерференции.

С другой стороны, преднамеренные электромагнитные воздействия включают в себя черты как задачи о слабых помехах, так и задачи об интерференции.

Для эффективного подавления информационной составляющей беспроводной сенсорной сети требуется некоторое совпадение центральных частот полезного сигнала и сигнала воздействующего излучателя (рис. 1).

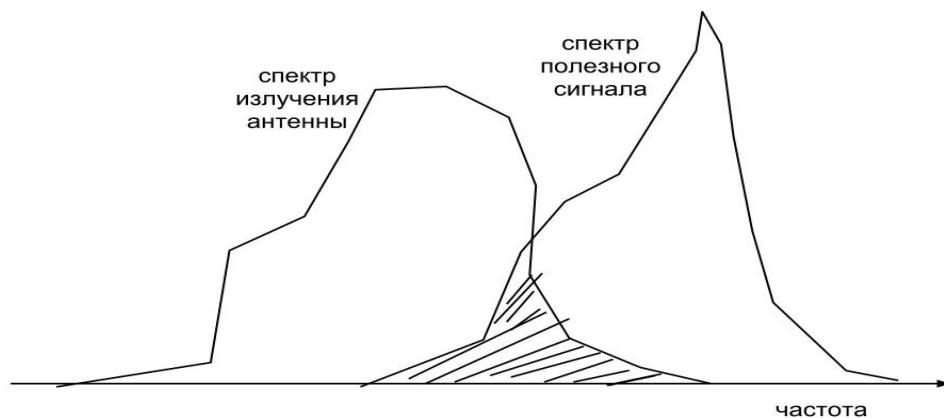


Рис. 1. Наложение спектра ПД ЭМВ на спектр полезного сигнала

Ширина спектра воздействия (в отличие от интерферирующего сигнала) должна быть больше ширины спектра полезного сигнала.

Что касается мощности воздействия, то она должна быть настолько большой, чтобы вызвать потери пакетов, но при слишком высокой мощности воздействие уже будет определяться современными средствами электромагнитной совместимости (например, портативными анализаторами спектра Anritsu MS2712E, MS2713E).

Последствия влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на передачу данных в беспроводных сенсорных сетях могут быть разными.

Если говорить о физическом уровне, то при совпадении уровня полезного сигнала с уровнем воздействия может произойти уничтожение полезной информации.

На канальном уровне возможен единичный сбой превращение логической единицы данных в логический ноль или наоборот ([рис. 2](#)).

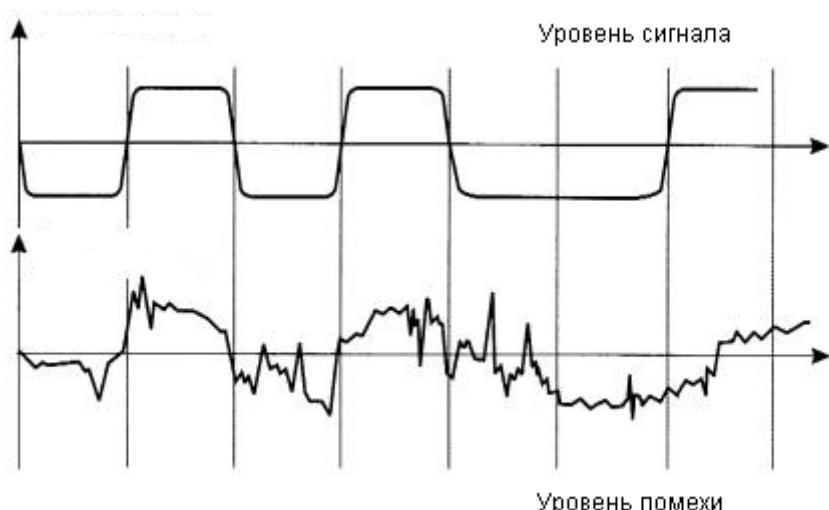


Рис. 2. Пример совпадения уровня полезного сигнала с уровнем помехи

На сетевом уровне последствиями воздействий будут являться изменения параметров адресации, т. е. можно будет сказать, что воздействие на блок адресации в пакете и его искажение приведут к потере пакета в сети, т. к. адрес не будет соответствовать информации в маршрутно-адресной таблице.

В качестве защиты передаваемых данных можно использовать следующие методы:

- перезапрос передачи пакета при обнаружении ошибки;
- многократное дублирование передаваемых пакетов;
- помехозащищенное кодирование;
- скачкообразную перестройку частот передачи полезного сигнала [[5](#)].

Из изложенного следует, что в настоящее время преднамеренные электромагнитные воздействия являются новой серьезной угрозой для беспроводных сенсорных сетей.

Существующие тенденции быстрого развития генераторов электромагнитных полей обуславливают необходимость проведения широких исследований, направленных на обеспечение стойкости современных информационных систем, к такого рода, электромагнитным воздействиям.

Существование электромагнитной угрозы, как потенциально опасного фактора обсуждалось на конференциях, слушаниях, в сообщениях средств массовой информации и научных публикациях.

Необходимо вести работу по созданию и актуальности технических стандартов для защиты беспроводных сенсорных сетей и повышения эффективности передачи данных в условиях преднамеренных электромагнитных воздействий.

Работа со стандартами должна идти с поддержкой общества для всех используемых беспроводных сенсорных сетей.

Актуальность этой работы должна широко пропагандироваться. Однако многие детали электромагнитного взаимодействия с конкретными беспроводными сенсорными сетями не должны являться открытыми, и конкретные показатели уязвимости не должны становиться общедоступными. Есть опасение, что открытое обсуждение и работа по обсуждению проблем спровоцируют дальнейший электромагнитный терроризм. Тот факт, что эти проблемы обсуждаются открыто говорит о том, что контрмеры должны разрабатываться.

Следовательно, задача исследования влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на беспроводные сенсорные сети является в настоящее время актуальной.

Реализация общих требований и основных мероприятий, направленных на повышение стойкости передачи данных в беспроводных сенсорных сетей к преднамеренным электромагнитным воздействиям, должна быть непосредственно связана с достоверной (экспериментальной, расчетной или экспериментально-расчетной) оценкой уровней напряжений и токов, наведенных в устройствах сбора и передачи данных и определением оптимальных методов технических средств их эффективной защиты и подключенных к ним элементов.

### **Список используемых источников**

1. IEEE Standards 802.15.4. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). – IEEE Computer Society, 2006.
2. *TinyOS: An operating system for wireless sensor networks* / W. Weber, J. M. Rabaey, E. Aarts (Eds.) In Ambient Intelligence. – New York, NY : Springer-Verlag, 2005. – 374 p.

3. **Механизмы** и последствия преднамеренных электромагнитных воздействий на передачу данных / Л. А. Баталов, М. И. Жуковский, Р. В. Киричек, Б. Н. Лазарев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – Вып. № 2 (78). – С. 103.

4. **Защита** объектов информационной инфраструктуры от преднамеренных электромагнитных / В. А. Головко, Р. В. Киричек, С. М. Ларионов, В. П. Чванов. – СПб. : ФГУП «ЦентрИнформ», 2011. – 109 с.

5. **Помехозащищенность** систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты / В. И. Борисов, В. М. Зинчук, А. Е. Лимарев и др. – М. : Радио и связь, 2000. – 384 с.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором С. В. Бачевским.*

**УДК 004.912**

**О. Ю. Ильяшенко (к. п. н., доцент кафедры БИС)**

## **СТРУКТУРНАЯ ОСНОВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Понятие технологий в научном плане, прежде всего в философии имеет значительную историю. Вначале использовалось понятие техники, которое в философии эволюционировало с конца XVIII века в понятие технологии. Несмотря на огромную роль, которую техника играет практически во всех сферах нашей жизни, состояние философии техники и технологии по сравнению с другими философскими дисциплинами в настоящее время можно назвать лишь периферийным [1].

Кроме того, базовые понятия технологии являются вполне устоявшимися, на практике эти понятия являются фактически неприемлемыми вследствие отсутствия системности. Как известно основой любой системы является некая структура. Мы считаем, что отсутствие структурной основы в понятии информационных технологий является существенной проблемой в области создания и использования информационных технологий. В результате некоторые важные аспекты информационных технологий являются непроработанными, что сдерживает их развитие.

Предлагается следующая трёхуровневая структурная основа описания информационных технологий:

1. Уровень *Техники*. Содержит описание инструментария, набора функционально элементарных действий или команд, ориентированных на информационные преобразования.

2. Уровень *Методики*. Представляет алгоритмы, правила и методики использования конкретных техник для достижения заданных параметров

информационного преобразования в рамках ограничений предметной области.

3. Уровень *Оценок*. Определяет параметры и модели расчёта абсолютных или относительных оценок эффективности информационных технологий.

Предлагаемая структурная основа описания информационных технологий в основном ориентирована на технологии обработки информации, являющейся одной из составляющих технологий информационных систем.

Действительно, в представленных составляющих технологий Техники являются важнейшей технологической основой. Аргументировано выбрав Техники, мы существенно влияем на рациональность, например, проектируемой информационной технологии. Более простые Техники, возможно, обеспечат более рациональные технологии информационных преобразований. Также задача оптимизации Техники позволяет систематизировать проектирование информационной технологии в рамках двух уровней – Техники и Методики. Такой подход становится определяющим не только в деятельности ИТ-специалистов, но и при организации их обучения. Совершенно нелогично, например, осуществлять обучение методикам информационных технологий учащихся, которые не владеют Техниками – инструментарием MS Word, некоторым достаточным набором команд обработки текстовой информации и прочее.

*Методики*, представленные на уровне правил либо конкретных алгоритмов информационных преобразований, разрабатываются с целью:

1. Реализации требуемых параметров информационных объектов.
2. Обеспечения ограничений предметной области.

В завершении, для разрабатываемой технологии должны быть проведены Оценки, либо абсолютные, если отсутствуют конкурентные варианты технологий, либо относительные, позволяющие выбрать наиболее эффективную технологию [2].

Приведём пример описания двух структурированных технологий форматирования простых документов в MS Word, содержащих характеристики всех трех уровней – *Техники*, *Методики* и *Оценок*.

*Традиционная технология (ТТ)*. Технология основана на технике изменения параметров форматирования с помощью минимального набора *визуализированных команд*. Наиболее востребованными командами, достаточными для форматирования простых документов, являются: шрифтовые (Шрифт, Размер шрифта, Начертание), абзацные (Первая строка, Выравнивание абзаца, Междустрочный интервал, Левый и Правый отступы, Интервалы перед и после абзаца), и табуляция. Перечисленные команды визуализированы в текстовом процессоре. Техник форматирования в традиционной технологии реализует удобный способ выполнения команд с использованием манипулятора «мышь».

Один из вариантов рациональной Методики традиционной технологии предусматривает следующий порядок действий: ввод неформатированного текста (черновика документа), поабзацное форматирование текста с использованием Техники выполнения визуализированных команд.

Оценка трудоёмкости традиционной технологии основана на подсчёте числа выполненных визуализированных команд. Очевидно, что для простых документов, содержащих приблизительно одинаковое число абзацев, общая трудоемкость пропорциональна числу обработанных документов.

*Форматирование на основе стилей (ФОС).* Технология основана на Технике выполнения двух команд: Применить стиль и Изменить стиль, в диалоговом окне которой задаются необходимые параметры форматирования (шрифтовые, абзацные и табуляция).

Методика технологии ФОС также вначале предусматривает ввод неформатированного текста, а затем выполнение команд Применить стиль и Изменить стиль к каждому абзацу. Для других абзацев, имеющих одинаковое форматирование, достаточно выполнение единственной команды Применить стиль.

Учитывая то, что кроме фактического форматирования, мы имеем затраты на настройку параметров стилей, трудоёмкость форматирования единичных простых документов в целом выше, чем трудоёмкость традиционной технологии. Однако, для относительно большого числа документов возможность быстрого форматирования за счет применения предопределённых стилей более рациональна. Сравнительная оценка эффективности технологий ТТ и ФОС приведена на [рисунке](#).

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

1. Структурированное описание технологий позволяет выделить три задачи, решаемые специалистами в любой деятельности, связанной с информационными технологиями, начиная от обучения информационным технологиям и кончая использованием и проектированием.

2. Важным является разграничение в технологиях уровней Техники и Методики. Вначале осуществляется рациональных Техник, например, минимального подмножества команд форматирования текстовой информации MS Word, а затем осуществляется проектирование Методик на их основе.

3. На любом этапе деятельности, связанной с информационными технологиями (обучение, использование, проектирование) обязательно должен присутствовать уровень Оценок, позволяющих аргументировано решать задачи определения областей эффективности разных технологий.

4. Приведено краткое описание двух технологий форматирования простых документов – ТТ и ФОС. Показана сравнительная оценка эффективности данных технологий в зависимости от числа обрабатываемых документов. Так, при небольшом количестве обрабатываемых документов (менее 10) эффективной является традиционная технология. При значительном количестве документов более рациональна технология ФОС.

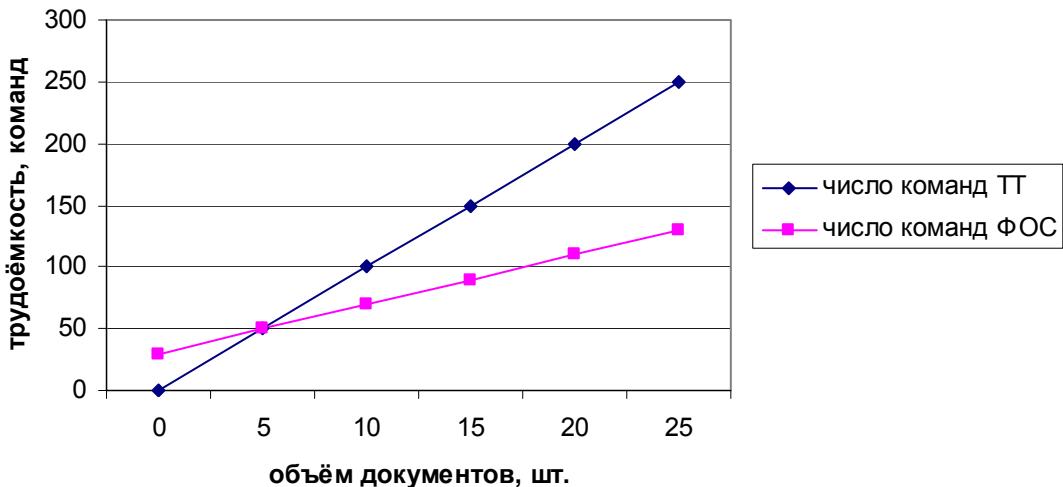


Рисунок. Сравнительная оценка эффективности технологий ТТ и ФОС

#### Список используемых источников

1. **Философия техники: трудности одной философской дисциплины / Э. Штрёке // Философия техники в ФРГ. – М. : Прогресс, 1989. – С. 54–68.**
2. **Сравнительная оценка технологий обработки текстовой информации / С. Д. Бороненко, О. Ю. Ильяшенко //Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. – 2009. – №2. – С. 21–26.**

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, доцентом С. Д. Бороненко.*

**УДК 681.5**

**О. А. Козлова (ассистент кафедры ИУС)**

#### **НЕЧЕТКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ В ЗАДАЧЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

В настоящее время робототехника демонстрирует все более и более сложные разработки в области интеллектуальных систем. Различные охранные системы, производственные механизмы, роботы могут слышать, видеть, ходить, говорить, даже танцевать.

Человек воспринимает внешний мир с помощью органов чувств: зрения, слуха, осязания, обоняния и т. д. Поэтому, чтобы система могла воспроизводить необходимую функцию, ее тоже снабжают органами чувств, сделанными, на сколько это возможно, по принципу человеческих.

Одним из самых важных источников данных, конечно, зрение.

Систему считывание зрительных образов с реального мира можно условно разделить на:

1. Поступление изображения. Обеспечивает последовательное считывание кадров, получаемое из сигнала с видео/фото камер («глаз» системы).

2. Предварительная обработка изображения. Полученное изображение может быть, в силу разных причин, искажено помехами. И чем менее чувствительная камера будет снимать информацию, тем больше может возникнуть посторонних шумов или помех [1].

3. Обнаружение препятствий. Имеется в виду обнаружение посторонних предметов, находящихся перед искомым объектом.

Тут необходимой процедурой является сегментация, т. е. разбиение общего объекта на части. При этом, каждая часть должна содержать один объект [2].

4. Распознавание образа. Последний этап, заключается в окончательной обработке изображения, выявление объекта и принятии решения: продолжать ли наблюдать за ним [2].

Распознавание образов можно охарактеризовать отнесением исходного набора данных к определенному классу с помощью выделения существенных свойств, характеризующих эти данные из общей массы поступившей информации. В связи с этим на передний план выходит понятие кластеризации данных.

Для обычной кластеризации характерно отнесение каждого объекта только к одному классу. Однако в настоящее время все больше получают развитие нечеткие (fuzzy) системы. Такие системы не навязывают определенный класс, но дают степень принадлежности входного объекта к каждому из классов. Эта отличительная особенность нечетких систем оказывается весьма полезна для систем технического зрения, поскольку последнее слово в принятие решения остается не за машиной, а за человеком.

Когда класс характеризуется перечнем входящих в него элементов, построение системы, распознавания образов может быть основано на принципе принадлежности к этому перечню. Когда класс характеризуется некоторыми общими свойствами, присущими всем его членам, построение системы распознавания может основываться на принципе общности свойств. Когда при рассмотрении класса обнаруживается тенденция к образованию кластеров в пространстве образов, построение системы распознавания основываться на принципе кластеризации.

Кластеризацию в случае использования методов нечеткого управления можно представить в виде задачи выявления функций принадлежности для лингвистических координат технологического процесса (ТП).

Кластеризация это процесс объединения в группы схожих объектов. Группы подбираются таким образом, чтобы внутри каждой из них объек-

ты обладали максимально схожими свойствами, тогда как свойства разных групп максимально отличались друг от друга.

Удобнее всего понять суть нечеткой кластеризации на примере алгоритма эталонной Fuzzy-кластеризации.

В качестве исходных данных пространство состояний  $X$  моделируемого ТП

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

где  $x_j \in R^d$  –  $d$ -мерный вектор состояния, элементами которого являются значения координат ТП, полученные на этапе сбора технологической информации.

Постановка задачи: пусть  $X$  – пространство состояний моделируемого объекта;  $c$  – количество кластеров, причем  $2 \leq c \leq n$ ;  $n$  – количество векторов, входящих в пространство состояния. Необходимо разбить  $X$  на  $c$  кластеров.

Однако независимо от вида кластеризации должно выполняться условие:

$$\sum_j u_{kj} > 0,$$

где  $u_{kj}$  – степень принадлежности  $x_j$  к  $k$ -му кластеру. При привычной кластеризации  $u_{kj}$  может принимать значение 0, в случае, если объект не принадлежит кластеру, либо 1, если принадлежит. В нечеткой кластеризации  $u_{kj}$  может принять любое значение в диапазоне  $0 \div 1$ . В математической форме можем записать это так:

$$\begin{aligned} u_{kj} &\in \{0, 1\} \text{ – при жесткой кластеризации,} \\ u_{kj} &\in [0, 1] \text{ – при нечеткой кластеризации.} \end{aligned}$$

Т. е. несмотря на то, что нечеткая кластеризация допускает принадлежность данных к двум или более кластерам, но сумма степеней принадлежности составляет 1, и в этом случае  $u$  является весом принадлежности к кластеру. Степень принадлежности  $u$  определяется с помощью применения нечеткой логики.

Обозначим  $M_{fc}$  – множество матриц разделения  $U$  размерностью  $(c \times n)$ . Элементами матриц разделения являются степени принадлежности вектора  $x_j$  к  $k$ -ому кластеру  $u_{kj}$ . В таком случае, классификация принимает вид процедуру объединения матриц  $X$  и матрицы разделения  $U$ .

Для нахождения оптимального результата такого соединения в процедуре нечеткой кластеризации за целевую функцию, определяющую качество размытого разбиения, принимается сумма квадратичных ошибок в обобщенной группе:

$$J_m(U, v) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^c \left( u_{kj} \right)^m \|x_j - v_k\|^2, \quad 1 \leq m < \infty, \quad (1)$$

где  $x_j$  –  $d$ -мерные измеренные данные,  $v_k$  –  $d$ -мерный вектор, центр  $k$ -го кластера,  $\|\cdot\|$  – произвольная норма, отражающая подобие измеренных данных и центра кластера.

Нормы выбираются в зависимости от поставленной задачи. В нашем случае лучше всего применить наиболее универсальное евклидово расстояние.

Для  $m=1$  и  $u_{kj} = \{0,1\}$  процедура минимизации критерия выполняется по обычному методу  $k$ -средних. При увеличении  $m$ , возрастает и нечеткость кластеризации. Из этого следует, что, особенностью алгоритма эталонной *fuzzy* кластеризации является возможность произвольным образом адаптироваться к нечеткостям. Т. е. чем меньше уверенность в точности данных, снимаемых датчиками с исследуемого технологического процесса, тем большее значение задается для коэффициента нечеткости.

Параметр  $J_m(U, v)$  выполняет роль оценки взвешенной дисперсии точек из  $X$  относительно оптимального расположения центров кластеров  $v_1, \dots, v_k$ .

Значения  $u_{kj}$  и  $v_k$ , при которых формула минимальна (обозначается, как  $\underline{u}_{kj}$  и  $\underline{v}_k$ ), при  $m > 1$  удовлетворяют следующим условиям:

$$\text{Условие 1: } \underline{u}_{kj} = \left( \sum_{g=1}^c \frac{\|x_j - v_g\|^2}{\|x_j - v_g\|^{2/m-1}} \right)^{-1}, \quad \forall j, k. \quad (2)$$

$$\text{Условие 2: } \underline{v}_k = \frac{\sum_{j=1}^n (\underline{u}_{kj})^m x_j}{\sum_{j=1}^n (\underline{u}_{kj})^m}, \quad \forall k. \quad (3)$$

Значение  $\underline{u}_{kj}$ , обеспечивающее минимум выражения (1), можно найти с помощью следующей итеративной процедуры.

Шаг 1. Выбор значения коэффициента нечеткости  $m$ , число кластеров  $c$  и определение соответствующим образом норму в выражении (2). Для матрицы степеней принадлежности векторов к кластерам  $U$  задать начальное значение  $U^{(0)} \in M_{fc}(U^{(0)})$  целесообразно выбрать случайным образом независимо от  $u_{kj}$ .

Шаг 2. Вычислить вектора центров кластеров  $\{\underline{v}_k^{(0)}\}$ , используя  $U^{(0)}$ , по формуле (3).

Шаг 3. Определить новые значения элементов матрицы степеней принадлежности  $U^{(1)}$ , используя  $\{\underline{v}_k^{(0)}\}$ , используя (2).

Шаг 4. Задать подходящую норму и граничное значение  $\varepsilon$  для определения момента завершения алгоритма и выполнять предыдущие шаги до тех пор, пока  $\|U^{(p)} - U^{(p-1)}\| \leq \varepsilon$ .

Полученные таким образом элементы  $u_{kj}$  матрицы  $U$  характеризуют степень принадлежности  $x_j$  кластеру  $k$ .

В различных литературных источниках указывается, что процедура нечеткой кластеризации, всегда сходится.

Чтобы выбрать число кластеров  $c$  проводится предварительная оценка исследуемого ТП. В последствии это число варьируется как в меньшую, так и в большую сторону, чтобы проверить, какое будет наилучшим образом представлять физические процессы, протекающие в моделируемом ТП.

Для оценки качества полученного разбиения был выбран критерий на основе энтропийного, экспоненциального распределения, так называемый коэффициент матрицы разбиения:

$$F(\tilde{U}; c) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^c \frac{u_{kj}^2}{n}, \quad (4)$$

где  $\tilde{U}$  – полученная матрица степеней принадлежности для выбранного коэффициента нечеткости и числа кластеров.

Значения критерия (4) вычисляются для одного значения коэффициента размытости и различного числа кластеров и лежат в интервале  $[0,1]$ . Чем меньше размытость данных, тем большие значения принимает коэффициент. Максимальное его значение соответствует оптимальному числу кластеров. Варьируя коэффициент нечеткости и число кластеров, можно построить поверхность в трехмерном пространстве для помощи в выборе оптимального числа кластеров.

Из того, что формулы (2) и (3) определяют минимум функционала качества  $J_m$ , следует, что, изменяя начальное значение матрицы степеней принадлежности  $U$ , можно изменять и результаты кластеризации. Отсюда следует, что для достижения высоких результатов необходимо очень внимательно подходить к выбору начального значения. Кроме того, в любом случае трудно распознать небольшую изолированную область, т. е. вместо глобального минимума можно достичь локальный, что приведет к получению неадекватных результатов. Поэтому рекомендуется выполнить процедуру эталонной кластеризации несколько раз с различными начальными значениями матрицы разделения.

На выходе работы алгоритма эталонной кластеризации получается алфавит классов, на основе которого формируется нечеткая кластерная модель ТП, для чего предусмотрено задание лингвистического соответствия полученным эталонам. Оператор, использующий исследуемый объект и обладающий знаниями в данной области, должен сформулировать лингвистические термы, соответствующие полученным нечетким множествам [3–5].

В результате прохождение всех вышеперечисленных этапов система должна получать результат приближенный к естественному, человеческому, зрению. Нечеткая кластеризация позволяет упростить разработку системы и делает ее более гибкой к полученным результатам.

#### **Список используемых источников**

1. **Интеллектуальный** мобильный робот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robot-rad.narod.ru/> (дата обращения 07.05.2013).
2. **Распознавание** образов мобильным роботом [Электронный ресурс] / Н. Письменный. – Режим доступа: <http://www.ampersant.ru/glaz/> (дата обращения 07.05.2013).
3. **Методы** сегментации изображений: автоматическая сегментация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/fvti/telezhkin/library/autosegment.htm> (дата обращения 07.05.2013).
4. **Распознавание** образов. Общие сведения [Электронный ресурс] / С. Колесников. – Режим доступа: [http://www.ci.ru/inform03\\_06/p\\_24.htm](http://www.ci.ru/inform03_06/p_24.htm) (дата обращения 07.05.2013).
5. **Системы** управления с нечеткой логикой / Ю. А. Кораблев, М. Ю. Шестопалов. – СПб. : СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 2008. – 188 с.

*Статья представлена научным руководителем канд. техн. наук, профессором О. И. Золотовым.*

**УДК 004.94**

**A. В. Хижняк (аспирантка СПбГУТ)**

#### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ**

Интерес к процессу горения берет начало в глубокой древности. Вначале получение, затем и контроль становятся объектами для изучения. В наши дни требования к обеспечению пожаробезопасности, экологичности, экономичности становятся все более актуальными и создают обширную область для исследований. Классификации процессов горения, описанию их особенностей, изложению теоретических основ этой области науки посвящены труды большого числа ученых.

Научно-технический прогресс в развитии вычислительной техники в конце прошлого века позволил моделировать процессы возгорания, горения и взрыва. Это дало возможность перейти от экспериментальных исследований этих весьма сложных, быстротечных и опасных для жизни процессов, которые могут быть выполнены с использованием аппаратуры

высокой стоимости с возможностью записи большого объема информации: температуры, давления, скорости и направления движения продуктов горения, к теоретическим исследованиям. Компьютерное моделирование позволяет снизить опасные исходы экспериментов, и может подтвердить при проведении экспериментов положительные результаты теоретических исследований.

В связи с этим роль компьютерного моделирования, визуализации процессов возгорания, горения и взрыва в момент проектирования различных систем, использующих эти процессы, становится все более значимой и позволяет более качественно оценить и сравнить результаты экспериментальных и теоретических исследований.

Здесь возникает логичный вопрос оптимального использования современных технологий при компьютерном моделировании. Становится необходимым создание общедоступных форм из постоянно появляющихся и целесообразных для широкого использования моделей и программ процессов горения и детонации – библиотек широкого спектра моделей, алгоритмов и программ. При этом остается необходимость возможности исследования конкретных случаев со специфическими особенностями процесса, а также постоянное обновление и пополнение пакетов [1].

В настоящее время распространение в мире получили ряд программных комплексов, позволяющих решать одномерные, двумерные и трехмерные задачи [1]. Так, примером трехмерной математической модели является модель обогревательного простенка коксовой печи, реализованная посредством программного комплекса *Fluent*, позволяет повысить равномерность обогрева, изменять геометрические характеристики печи и использовать их для определения оптимальной конструкции. Данная модель решается с использованием системы уравнений параболического вида (уравнение сохранения массы и момента, уравнение сохранения энергии, уравнение турбулентности, уравнение транспорта излучения, уравнение неразрывности химический компоненты). Соответствие теоретических расчетов экспериментальным данным позволило найти применение в теплоэнергетике [2].

В исследовании процесса горения в промышленности большое внимание уделяется методам вычислительной гидродинамики, которые позволяют ускорить этап проектирования изделия и снизить затраты. Зачастую определяющее влияние на условия воспламенения и полноту сгорания оказывают именно физические факторы. Компания *ANSYS* предлагает ряд решений по разработке и совершенствованию моделей турбулентности. Сейчас в *ANSYS CFX* их более 16, включая уникальную переходную модель турбулентности на основе *SST*-модели (*Shear-Stress Transport*). Модель *EDM* (*Eddy-Dissipation Model*) показала хорошие результаты при проектировании камер сгорания газовых турбин для прогнозирования распределения температуры внутри объема жаровой трубы и связанных с ней тепло-

вых нагрузок. Её использование вместе с моделью лангранжевых частиц позволяет моделировать процессы, происходящие в топках энергетических котлов, в том числе оценивать оптимальную степень измельчения угля. Компания *ANSYS CFX* предлагает и вторую стратегию моделирования горения, которая построена на предположении адекватного описания турбулентного потока статистическими методами. Так, средние значения локальных свойств потока легко вычисляются при знании функции распределения вероятности (*Probability Density Function*) в некоторой точке пространства для какого-либо параметра реагирующего потока (скорости, температуры, массовых долей отдельных компонентов). Рассмотренные выше стратегии моделирования горения и их составные части постоянно совершенствуются. Например, в последней версии CFX появилась возможность использовать при расчетах процессов горения новые модели турбулентности: *Large Eddy Simulation (LES)* — модель больших вихревых структур, *Detached Eddy Simulation (DES)* — модель свободного вихря [3].

Разработаны и другие физические схемы, математические модели, алгоритмы для решения задач исследования процесса горения. Программа FRONT предназначена для расчета ламинарного фронта пламени при высоких давлениях. Программный комплекс *ERD* позволяет прогнозировать эмиссионные характеристики в камере сгорания с учетом неравновесного изменения состава рабочего тела в условиях образования конденсированной фазы, изменение параметров рабочего тела во фронте пламени, переменность геометрии канала и возможность подвода произвольного компонента в произвольных сечениях канала [4].

В рамках моделей фильтрационного горения конденсированных составов, фильтрационного горения газов, горения малогазовых составов, моделей конвективного горения пористых составов и горения газовзвесей интенсивно ведутся углубленные исследования математических моделей, характеризующих взаимодействие конденсированной и газовой фазы. В относительно простых гомогенных газовых средах моделирование позволяет адекватно изучать динамику многомерной неустойчивости детонационного фронта и его распространение в условиях сложной геометрии. В многокомпонентных конденсированных средах существенное продвижение исследований методами математического моделирования наблюдается пропорционально «сложности среды». В частности исследования математических моделей летучих конденсированных составов стали важными для оборонных целей [1].

Рассматривая конкретные процессы необходимо учитывать геометрию исследуемой области взаимодействия, многомерности модели, начальных и внешних условий [1]. Очевидна сложность теоретических исследований процессов горения в замкнутом пространстве. Она заключается в необходимости моделирования этих процессов на нано уровне (мелких по размеру частиц материалов горения и молекул газа). Объемы запи-

си таких моделей для теоретических исследований реальных конструкций весьма большие даже для суперкомпьютеров.

Сложность моделирования также заключается в геометрическом описании замкнутого пространства и внутренних оболочек реальных изделий, форма которых на нано уровне значительно отличается от простых форм (прямоугольных форм, сфер, цилиндров, конусов и т. п.). В настоящее время используют геометрические модели при записи и обработке в компьютере на основе трехмерных растровых или векторных методов, что при увеличении размеров и геометрической точности описания объемов приводит к резкому возрастанию объемов записи и увеличению времени преобразования модели и ее визуализации и, как следствие, неоптимальному использованию технологий.

Предлагается алгебраическая пятимерная модель (1) замкнутого пространства, включающая геометрическую информацию о замкнутом пространстве и функцию распространения температуры процесса горения от внутренней заданной точки до оболочки замкнутого пространства позволяет исследовать процесс горения в замкнутом пространстве сложной формы с любой задаваемой точностью в динамическом режиме с началом возгорания в любой точке замкнутого пространства и в тысячи раз уменьшить требуемый для записи объем памяти [5]:

$$\begin{aligned} A_m x^n + A_{m-1} y^n + A_{m-2} z^n + \dots + A_3 x + A_2 y + A_1 z + A_0 + \\ + B_k c(t)^p + \dots + B_1 c(t) + B_0 + B(x_t \times y_t \times z_t) + C = 0. \end{aligned}$$

Данная модель позволяет визуализировать цветом температуру горения в замкнутом пространстве в каждой точке в определенный момент времени.

Следующими этапами в развитии алгебраических моделей процессов горения могут быть увеличение параметров горения (давление в точках замкнутого пространства, скорость и направление движения газов и жидкостей) и их комплексная или поочередная визуализация в пространстве.

Благодаря моделям процесса горения реализуется переход от оценок, описаний и рассуждений к строгому математическому описанию закономерностей динамики горения и взрыва [1].

#### Список используемых источников

1. **Математическая** модель спинового горения / Т. П. Ивлева, А. Г. Мержанов, К. Г. Шкадинский // Докл. АН СССР. – 1978. – Т. 239. – № 5. – С. 1086–1088.
2. **Численное** моделирование процессов горения в промышленной теплоэнергетике [Электронный ресурс] / М. В. Исаев, И. А. Султангузин // Наука. – 1985. – Режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2362](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2362) (дата обращения 08.05.2013).
3. **Информационное** обеспечение для программ расчета характеристик процессов горения / А. Л. Абдуллин, С. Д. Решедько. – Казань : КАИ. – 1992. – 24 с.

4. Численное исследование процессов во фронте ламинарного пламени однородной смеси / А. Л. Абдуллин // Препринт/КГТУ; 03П7. – Казань. – 2003. – 43 с.

5. Моделирование процессов горения в замкнутых объемах сложной формы [Электронный ресурс] / В. М. Дегтярев, А. В. Хижняк // Материалы II-й Международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». – Режим доступа: [http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic\\_confsut\\_2013\\_no\\_copy.pdf](http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_copy.pdf) (дата обращения 08.05.2013). – С. 585–590.

*Статья представлена научным руководителем д-ром техн. наук, профессором  
В. М. Дегтярёв.*

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СВЯЗИ

УДК 338.462

М. А. Альниченков (инженер), Ю. В. Бобрик (студентка, МТО-92),  
Ю. А. Кравцова (студентка, Э-81)

### СОЗДАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОЖОГОВЫХ БОЛЬНЫХ

Предлагается идея создания прибора для лечения ожоговых больных из инновационного материала графена с использованием трех технологий: УЗИ, криовоздействие, технология лазерной резки и сварки биологических тканей.

На данный момент из графена корпорация IBM создала интегральные микросхемы, и в скором будущем создаст на основе данных микросхем электронику, которая по прогнозам некоторых экспертов вытеснит кремниевую электронику с рынка к 2020 г. Другие эксперты считают, что нужно 20 лет, чтобы графеновая электроника стала повседневным предметом использования. На данный момент на рынке предложений графеновой электроники нет.

Графен был получен при помощи отрыва скотча контактирующего с графитом от графита. Представляет собой инновационный материал графитный слой толщиной в один атом, обладающий уникальными свойствами. Обладая более высокой проводимостью, высокой прочностью, стабильностью, чем классические материалы, сохраняет без изменения присущие ему свойства при механических воздействиях. Атомы в инновационном материале перемещаются в сто раз быстрее, чем в кремнии, что позволяет сделать транзисторы, управляемые отдельными электронами. При этом микросхемы из графена греются намного меньше кремниевых.

Теплопроводность графена может варьироваться в пределах от 1000 до 5000 Ватт/(метр\*Кельвин), тогда как соответствующий параметр для меди – 382–392 Ватт/(метр\*Кельвин).

Технология создания микросхем, описанная IBM, может быть представлена следующим образом:

1) Графеновые контактные дорожки были выращены на кремниевой подложке которая затем была нагрета до 1400°C. После этого на схему были нанесены графеновые полевые транзисторы и индукторы. После этого схема была покрыта тонким слоем полимера, а затем слоем под названием

HSQ (hydrogen silsequioxane). Затем в схеме были прорезаны каналы методом электронно-лучевой литографии. Наконец, излишки графена были удалены лазером, а вся схема очищена ацетоном. В результате получилась микросхема размерами менее одного  $\text{мм}^2$ .

2) Для обработки информации в новых схемах будут использоваться электроны, но не в качестве частиц (электрический ток в кремниевой электронике), а ипостаси волн (поверхностные волны плотности, дифракция и т. д.) [1].

На данный момент современные микросхемы способны поддерживать рабочие частоты до 4 ГГц. Графеновые микросхемы смогут работать с частотой 10 ГГц, что позволит увеличить способности электронных устройств. Графеновые транзисторы можно использовать для производства мощных и дешевых беспроводных телекоммуникационных решений, а также возможно встроить слои графена в стеклянные панели формируя основу для нового поколения дисплеев.

В нашем случае можно при помощи инновационного материала создать портативный прибор, который будет стоить довольно дешево, по сравнению с аппаратурой из классических материалов, которым можно будет снабдить каждую бригаду скорой помощи.

С экономической точки зрения использование графена для производства прибора более эффективно в связи с использованием дешевых материалов.

Планируется создание трех моноблоков, каждый из которых будет реализовывать конкретную технологию.

При помощи первого моноблока будет производиться УЗИ для диагностирования глубины повреждения кожи и степень ожога. При создании прибора УЗИ будут применяться классические чертежи, но реализованные с использованием графена, что позволит увеличить частоту и качество исследования УЗИ и разрешение изображения на экране.

Второй моноблок позволит при помощи использования криовоздействия обезболивать и замораживать поврежденный участок тела. Сущность метода заключается в воздействии на ткань низкой температурой, вследствие чего происходит крионекроз ткани с последующим бескровным отторжением ее. Воздействие будет оказываться точно на ту глубину, которая была определена при помощи УЗИ. При этом есть выбор – удалить (безболезненно) повреждение, или просто обеззаразить и обезболить. Моноблок будет заправляться жидким азотом.

Третий моноблок позволит после удаления омертвевшей ткани сделать крайне тонкий срез и пересадить ткань с неповрежденного места в поврежденное. Планируется использование технологии Института электросварки им. Е. О. Патона Национальной академии наук Украины (сварка и резка биологических тканей лазером), предварительно усовершенствовав ее.

Прибор будет иметь вид небольшой портативной коробки, с отходящей ручкой и дисплей. Возможно, коробка не понадобится, и мы сможем уместить все в ручке.

Данное оборудование позволит снизить смертность, снизить общественный ущерб от данных травм. (После ожоговых травм люди чаще всего становятся инвалидами, на государство ложится бремя выплаты социальных пособий нетрудоспособным, люди не могут вести полноценную жизнь, часто травма сопровождается тяжелыми психическими расстройствами).

Каждый год в России с ожогами разной степени тяжести в больницы обращаются около 400 тыс. чел. Одна треть из них находится в крайне тяжелом состоянии. В среднем на лечение одного ожогового больного тратится от 50 тыс. руб. до 2 млн руб. Срок лечения от трех недель до шести месяцев [2].

Расходы на лечение ожоговых больных очень велики (на третьем месте по количеству выделенных Минздравом России средств), и средства лечения не всегда бывают эффективны.

В России всего 82 ожоговых центра. Тяжелых ожоговых больных часто транспортируют вертолетом в ближайший ожоговый центр. Но учитывая размер нашей страны, доставить пациента вовремя часто не удается, а один вылет вертолета стоит не дешево.

Основные преимущества использования прибора для лечения больных:

- 1) Портативность прибора, оказание помощи на месте.
- 2) Диагностика пациента на месте.
- 3) Обезболивание и лечение на месте.
- 4) Аутодермия (пересадка кожи) на месте.
- 5) Возможность распространить прибор по всей стране.

Предлагается не использовать обезболивающие наркотические препараты для лечения ожоговых больных потому, что они вызывают привыкание, ослабляют поврежденный организм и не дают ему регенерировать, а также дорого стоят и часто использование наркотических препаратов приводит к возникновению подпольных рынков и схем сбыта наркотиков. Для обезболивания можно использовать метод криовоздействия.

На данный момент подобрана теоретическая база для разработки прибора, что позволяет в короткий срок составить чертежи оборудования. В работе примут участие студенты Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ).

По предварительным расчетам стоимость прибора составит около 10 тыс. руб. за единицу, т. к. стоимость расходных материалов низка. Потребуется более 10 образцов каждого компонента, составляющего оборудование, и 10 конечных образцов.

Первые испытания прибора пройдут в СПбГУТ на мышах для регулировки мощности. Далее испытания будут проводиться в Военно-медицинской Академии им. С. М. Кирова, т. к. военные медики заинтересованы в изучении такого оборудования и его реализации. Данное оборудование позволит сократить сроки лечения больных, и как следствие, улучшить боеспособность армии в случае ведения боевых действий.

Возможны модификации данного оборудования для лечения любых механических травм тела человека.

Применение графена позволит улучшить технические характеристики телекоммуникационного оборудования, и значительно снизить его стоимость, и как следствие, установить большее число базовых станций [3]. Таким образом, появляется решение проблемы развития сетей мобильной связи 4–5 поколения, используя инновационные подходы для производства оборудования базовых станций.

Использование данного инновационного материала выгодно не только в разработке оборудования для лечения ожоговых больных, но и в производстве телекоммуникационного оборудования и радиоэлектроники. Разработка данного прибора в СПбГУТ даст новый толчок развитию науки в университете и может привести к созданию предприятия на базе Университета.

#### **Список используемых источников**

1. **IBM** удалось создать работающие микросхемы с графеном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nauca.com.ua/offtop/ibm-udalos-sozdat-rabotayushchie-mikrosxemy-s-grafenom/> (дата обращения 10.06.2013).
2. **Медико-экономическая оценка затрат и качества стационарной помощи при ожоговой травме** [Электронный ресурс] / А. Ю. Унижаева, С. А. Мартынчик. – Режим доступа: [http://vestnik.mednet.ru/content/view/447/30/lang\\_ru](http://vestnik.mednet.ru/content/view/447/30/lang_ru) (дата обращения 10.06.2013).
3. **Управление инновациями и обеспечение качества в отрасли ИКТ** : [монография] / В. В. Макаров. – СПб. : Издательство СПбГУТ, 2012. – 164 с.

*Статья представлена научным руководителем д-ром экон. наук, профессором В. В. Макаровым.*

УДК 338.246

**Т. А. Блатова (соискатель СПбГУТ)**

## **РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРАНЫ**

Трактовка понятия «международная конкурентоспособность» претерпела значительные изменения со временем классиков политической экономики. Так, Адам Смит и Давид Рикардо под международной конкурентоспособностью, прежде всего, понимали преимущества страны в торговле с другими странами, основанные на меньших издержках на факторы производства: труд, землю и капитал.

В XX веке Йозеф Шумпетер и Роберт Солоу расширили перечень факторов производства, лежащих в основе международной конкурентоспособности, добавив в них предпринимательскую активность (человеческий фактор) и технологические инновации. Однако, наиболее подробная система международных конкурентных преимуществ, основанная на анализе реальной статистики конкурентоспособности, была изложена Майклом Портером, который разработал теорию конкурентных преимуществ стран. Одна из идей М. Портера состоит в том, что конкурентоспособность страны определяется как ее положением в системе мирового хозяйства, так и успехами в отдельных отраслях производства и в разных регионах этой страны [1].

В настоящее время наиболее часто используется определение международной конкурентоспособности, предложенное Всемирным Экономическим Форумом (ВЭФ). В соответствии с этим определением конкурентоспособность страны рассматривается как совокупность степени развития и взаимодействия социальных и государственных институтов и прочих факторов, касающихся бизнес-среды и различных аспектов ее организации (например, уровень развития и исполнение законодательства, состояние и развитие рыночной инфраструктуры, здравоохранение и др.). По мнению ВЭФ, чем выше степень развития и взаимодействия упомянутых институтов и факторов в стране, тем выше производительность труда, что ведет к росту национального богатства и благосостояния граждан. Кроме того, производительность труда определяет скорость возврата инвестиций. По этому показателю в определенной степени можно судить о потенциале развития страны, считая, что страны с более высоким показателем производительности труда обладают значительно более реальными возможностями для стабильного и динамичного развития в средне- и долгосрочной перспективе [2].

Для оценки международной конкурентоспособности ВЭФ разработал методологию расчета индекса глобальной конкурентоспособности (*The Global Competitiveness Index GCI*), рассчитываемый по методологии Всемирного Экономического Форума. С помощью *GCI* можно оценить потенциал роста стран в средне- и долгосрочной перспективе с учётом текущего уровня развития, определить конкурентные преимущества и барьеры экономического развития страны, а также разработать стратегию повышения международной конкурентоспособности экономики.

Индекс глобальной конкурентоспособности составлен из 113-ти переменных, которые детально характеризуют конкурентоспособность стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития. Совокупность переменных на две трети состоит из результатов глобального опроса руководителей компаний (для охвата широкого круга факторов, влияющих на бизнес-климат в исследуемых странах), а на одну треть из общедоступных источников (статистические данные и результаты исследований, осуществляемых на регулярной основе международными организациями). Все переменные объединены в двенадцать контрольных показателей, определяющих национальную конкурентоспособность:

- 1) Качество институтов.
- 2) Инфраструктура.
- 3) Макроэкономическая стабильность.
- 4) Здоровье и начальное образование.
- 5) Высшее образование и профессиональная подготовка.
- 6) Эффективность рынка товаров и услуг.
- 7) Эффективность рынка труда.
- 8) Развитость финансового рынка.
- 9) Уровень технологического развития.
- 10) Размер внутреннего рынка.
- 11) Конкурентоспособность компаний.
- 12) Инновационный потенциал.

Четыре переменные, характеризующие развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в течение последних двенадцати месяцев, входят в состав показателя «Уровень технологического развития»:

- количество пользователей сети Интернет (выход в сеть с любых устройств, включая мобильные телефоны);
- количество абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения (на скорости равной или большей, чем 256 Кбит/с);
- полоса пропускания международного интернет-трафика на одного пользователя;
- количество абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения (доступ в Интернет на скоростях более

512 Кбит/с, в том числе, включая смартфоны, *USB*-модемы и другие мобильные широкополосные устройства).

Две переменные, характеризующие развитие информационно-коммуникационных технологий за последние 3 месяца, входят в состав показателя «Инфраструктура»:

- количество абонентов мобильной телефонной связи на 100 человек населения;
- количество активных фиксированных телефонных линий на 100 человек населения.

На повышение международной конкурентоспособности оказывает большое влияние развитый ИКТ сектор – основа информационной экономики. Уровень развития ИКТ влияет на повышение конкурентных преимуществ отраслей национальной экономики, ее инвестиционную привлекательность и международную конкурентоспособность в целом. Исследование конкурентоспособности ИКТ страны играет важную роль не только для анализа, мониторинга тенденций и выявления проблемных областей, но и для разработки действенных национальных стратегий и политики в области ИКТ.

Сегодня в мире существует свыше 20 разных индексов для оценки международной конкурентоспособности ИКТ, наиболее известными из которых является индекс сетевой готовности (*Networked Readiness Index, NRI*), комплексный показатель, разработанный ВЭФ. Он используется для мониторинга развития ИКТ и анализа проблемных моментов в области внедрения новых информационно-коммуникационных технологий. *NRI* оценивает готовность экономики страны в полной мере использовать ИКТ с точки зрения:

- внедрения и использования ИКТ правительствами, деловыми кругами и частными лицами;
- инновационной среды, а также политической и нормативно-правовой базы;
- ИКТ-инфраструктуры, стоимости доступа и наличия необходимых навыков для оптимального использования;
- экономических и социальных последствий, получаемых от ИКТ.

Так, по данным, приведенным в отчете ВЭФ в 2013 году (*The Global Information Technology Report 2013*), по оценке индекса сетевой готовности Россия заняла 54-е место из 144 стран мира, обойдя на четыре позиции Китай. По сравнению с прошлым годом Россия поднялась на две позиции благодаря более высоким темпам общего внедрения ИКТ: с растущим числом пользователей сети Интернет (57-е место) и, особенно, впечатляющим ростом числа пользователей мобильной широкополосной связи (20-е место). Несмотря на этот прогресс, страна продолжает страдать от недостаточного развития электронного бизнеса (107-е место), слабой нормативно-правовой базой (108-е). А недостаточное развитие инновационной среды

(90-е место), соответственно, влияет на получение дохода от инновационных продуктов (123-е место).

Для оценки международной конкурентоспособности ИКТ используются так же другие индексы, например:

- индекс конкурентоспособности в отрасли ИТ (*The IT Industry Competitiveness Index*), рейтинг составляет *Economist Intelligence Unit* по запросу *Business Software Alliance (BSA)*;

- индекс развития ИКТ (*ICT Development Index, IDI*) – рейтинг Международного Союза Электросвязи (*ITU*).

Следует отметить, что для получения объективного рейтинга необходимо формирование единой методологии государственного статистического наблюдения за производством и использованием ИКТ в различных отраслях экономики. В России в рамках Федеральной целевой программы «Реформирование статистики в 1997–2000 гг.» были разработаны и утверждены Госкомстатаом России формы статистического наблюдения за использованием ИКТ на предприятиях и для предприятий – производителей ИКТ (компьютерная техника и программное обеспечение). В 1999 г. с использованием этих форм было проведено единовременное выборочное обследование, результаты которого были опубликованы только в 2001 г. В 2002 году Госкомстат России впервые провел выборочное обследование 160 тыс. предприятий и организаций по использованию глобальных сетей. Для этого исследования была разработана форма № 1-ГЛОБ. Первые результаты обследования стали доступны в 2003 г. и были опубликованы в 2004 г. В 2003 году Госкомстат России также впервые осуществил обследование по годовой форме статистики № 3-ИНФОРМ «Сведения об использовании информационных технологий и производства связанной с ними продукции». Следует отметить, что постепенно система показателей государственной статистики, связанная с ИКТ начинает приводиться к международным стандартам. Это связано с процессом принятия России во Всемирную торговую организацию (ВТО). С 2003 г. в России введен новый общеотраслевой классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД), который составлен с учетом требований Международной стандартной отраслевой классификации видов экономической деятельности (*ISIC*). Введение этого классификатора позволяет использовать определения и группировки классов *ISIC*, разработанные в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) для статистического анализа сектора ИКТ и обеспечения международных сопоставлений [3].

Развитие ИКТ является важным фактором для оценки перспектив развития электронной коммерции, интернет-бизнеса и мобильной коммерции. Поэтому участие в международных рейтингах для России становится важным инструментом повышения ее инвестиционной привлекательности.

В Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации определены контрольные показатели, определяющие места Рос-

сии в международных рейтингах оценки конкурентоспособности ИКТ к 2015 году. Для решения этих задач необходимо как развитие инфраструктуры широкополосного доступа и повышение готовности использования ИКТ гражданами, бизнесом и государством, так и предоставление полных и объективных данных международным институтам, составляющим рейтинги. Российские эксперты должны не только знать и применять международные стандарты сбора и анализа статистических данных, но и разрабатывать собственные методологии для оценки развития ИКТ в разрезе международной конкурентоспособности.

#### **Список используемых источников**

1. **Мировая** экономика: учебное пособие / Е. Г. Гужва, М. И. Лесная, А. В. Кондратьев, А. Н. Егоров. – СПб. : СПбГАСУ, 2009. – 116 с.
2. **Диагностика** развития инфокоммуникаций как составляющей международной конкурентоспособности информационной экономики / Л. А. Захарченко // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. пр. – Вип. 13. – Одеса: ОНМУ, 2010. – С. 206–221.
3. **Системы** индикаторов и мониторинг развития информационного общества и экономики знаний / А. В. Чугунов // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2006. – № 7. – С. 13–31.

*Статья представлена научным руководителем д-ром экон. наук, профессором В. В. Макаровым.*

**УДК 33**

**Я. В. Медведев (аспирант СПбГУТ)**

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПО ВЫХОДУ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНОК LAN-КАБЕЛЯ В РОССИИ**

LAN-кабели (Local Area Network – кабели для локальных сетей) и даже их отдалённые аналоги и прототипы в СССР не разрабатывались и соответственно не производились [1].

Первоначально потребности народного хозяйства в LAN-кабелях удовлетворялись за счёт импорта. Само собой разумеется, что при объёмах потребления, исчисляемых в закупочных ценах в десятки миллионов долларов, и наличии в стране хорошо развитой кабельной промышленности ориентация только на зарубежные поставки не могла продолжаться вечно.

Увеличение рынка LAN-кабелей до 2015 года на постсоветском пространстве, составит не менее 14 %. Это связано с тем, что Интернет-трафик растет на 45 % в год. Скорость передачи данных выросла в 6 раз.

Под LAN-кабелями обычно понимается довольно многочисленная группа изделий. В её состав включаются оптические и симметричные кабели, которые дополнительно делятся на шнуровые и линейные. Последние, могут быть горизонтальными и магистральными (многопарными).

Все те изделия, которые можно отнести к LAN-кабелям в широком смысле этого термина, находят использование в очень большом количестве самых разнообразных областей за пределами собственно локальных вычислительных сетей и СКС.

Таковыми являются:

- центры обработки данных;
- системы пожарной и охранной сигнализации;
- многочисленные системы управления инженерным обеспечением современного здания;
- оконечные участки сетей доступа (последний метр последней мили);
- разнообразные системы промышленной автоматизации.

На современном этапе развития технической мысли наиболее востребованными являются LAN-кабели категорий 5е, 6 и 6а.

Категория 5е (полоса частот 100 МГц) – 4-парный кабель, усовершенствованная категория 5. Скорость передач данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 Мбит/с при использовании 4 пар. Кабель категории 5е является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей.

Категория 6 (полоса частот 250 МГц) – применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 55 метров. Данная продукция востребована в системах управления и автоматизации технологических процессов на предприятиях.

Категория 6а (полоса частот 500 МГц) – применяется в сетях Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 100 метров. Наиболее сильным спросом эти кабели пользуются в производстве центров обработки данных (ЦОД). Объемы потребления медножильного LAN – кабеля в России составляют 500 000 км/год в пересчете на 4-х парный кабель, а оптический LAN – кабель 100 000 км/год. Распределение спроса на данную продукцию выглядит следующим образом: категория 6 составляет 10–15 %, а категория 6а 5–7 % от категории 5е.

Итак, исходя из современной рыночной конъюнктуры видно, что специализация кабельного промышленного предприятия на производстве LAN – кабеля может быть перспективной. Вышеуказанные данные марке-

тингового анализа показывают, какую конкретно продукцию целесообразно производить и на какой объем продаж предприятие сможет рассчитывать, согласно занимаемой доле рынка. Основываясь на этих исходных данных, руководство предприятия выбирает направление (или направления) специализации производства и разрабатывает варианты проектов по реконструкции производственной системы, после чего эти варианты должны быть оценены и сравнены с точки зрения их экономической привлекательности. Но, прежде чем приступить к разработке вариантов переоснащения производства, следует обратить внимание на базовые принципы построения системы основных производственных фондов, что невозможно без знания специфики технической стороны предмета.

Кабельное производственное предприятие является классическим представителем легкой промышленности. Производство кабеля классифицируется как материоемкое (75–85 % себестоимости приходится на материалы), система основных производственных фондов (ОПФ), как правило, полуавтоматическая. Технология производства кабеля представляет собой последовательность законченных технологических этапов, что определяет характер оборудования: каждый технологический этап сопровождается целостным комплектом производственного оборудования. На функциональном уровне технологические процессы классифицируются как основные и вспомогательные. Основные процессы ориентированы на последовательное формирование конечного продукта, а вспомогательные на обеспечение лучшего качества функционирования основных процессов и на снижение недостатков работы оборудования, что в конечном итоге выражается в повышении качества и снижении материальной себестоимости продукции.

Соответственно, каждый технологический процесс сопровождается конкретным устройством, связанной группой устройств или целой системой оборудования.

Основной корень проблем в стратегическом управлении предприятием происходит из преждевременного вмешательства экономического залога в технологию производства: к сожалению, многие предприятия совершают классическую ошибку – снижают стоимость инвестиционного проекта за счет сокращения затрат на оборудование, предназначенного обеспечить вспомогательные процессы. В первом приближении, это выражается в уменьшении срока окупаемости капиталовложений и такие проекты выглядят наиболее интересными с тактической точки зрения. Но нельзя забывать, что эта более высокая доходность на коротком этапе достается ценой снижения качества продукции и повышения ее материальной себестоимости, что в перспективе приведет к уменьшению доли рынка по отношению к более технически оснащенным конкурентам, которые не жертвуют технологией, экономя на оборудовании.

С другой стороны, ничто не мешает предприятию вводить оборудование в эксплуатацию последовательно, и начать получать отдачу еще до завершения комплектации производственной системы, при условии, что техническое оснащение в итоге будет полностью сопровождать полноценную технологию. Иными словами, вместо классического алгоритма: проектирование – закупка оборудования – ввод в эксплуатацию, предлагается разделение закупки оборудования на несколько частей с соответствующим поэтапным вводом оборудования в эксплуатацию.

В поддержку второго варианта будет сказано, что опытные технологии всерьез относятся к сравнению и сопоставлению плановых и фактических технических параметров продукции, с целью создания дополнительных вспомогательных процессов, нацеленных на совершенствование качества выпускаемой продукции. Что ведет к дополнительным капиталовложениям в ОПФ.

После разработки вариантов переоснащения предприятия с технической стороны, следует выбрать из них наиболее экономически целесообразные. Без этого шага предприятие подвергается сильным финансовым рискам, так как безрассудное привлечение заемных средств в итоге обойдется крупными денежными потерями, или, что еще хуже, поставит под угрозу функционирование предприятия в целом.

Для оценки инвестиционных проектов предлагается следующий алгоритм действий [2]:

- 1) Формирование исходных данных.
- 2) Определение точечной оценки (чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности (ИД), срок окупаемости (СО), внутренняя норма доходности (ВНД), рентабельность инвестиций (РИ)).
- 3) Оценка чувствительности проектов.
- 4) Ранжирование проектов с учетом чувствительности по правилам Парето и Борда.
- 5) Оценка условий технической совместимости проекта с существующими производственными условиями.
- 6) Принятие решения по выбору проекта.

В первом пункте формируются показатели оценки эффективности конкурирующих проектов. К ним относятся: доля рынка, прогнозируемый объем продаж, конкурентные преимущества оборудования, прирост прибыли, себестоимость и т. д.

Затем рассчитываются: чистый дисконтированный доход, индексы доходности, внутренняя норма доходности, рентабельность инвестиций, срок окупаемости, по каждому проекту.

Третий пункт предназначен для оценки чувствительности анализируемых проектов с учетом факторов риска и инфляции. Из выбранного портфеля выбираются проекты с наибольшей устойчивостью к внешним воздействиям.

Далее осуществляется ранжирование проектов по их значимости по методам Парето и Борда.

Затем проводится проверка условий и ограничений технической совместимости с уже установленным оборудованием и экономической целесообразности проектов (неотрицательных значений ЧДД) с учетом финансовых возможностей инвестора.

В последнем пункте анализируются оценки эффективности всех проектов, и принимается решение о финансировании оптимального проекта, т. е. удовлетворяющего критериям технологической совместимости и экономической эффективности.

Предложенный алгоритм затрагивает все принципиальные вопросы, связанные с экономическим содержанием проекта, и его соблюдение позволяет совершить разностороннюю оценку каждого варианта, с целью выявить наиболее подходящий.

#### **Список используемых источников**

1. LAN-кабели – что нужно потребителю? / А. Семёнов // КАБЕЛЬ-news. – 2011. – № 6. – С. 1–7.
2. Экономика предприятия: учебник для вузов. 2-е изд. / Под ред. Е. Кантора. – СПб. : Питер, 2007. – 400с.

*Статья представлена научным руководителем д-ром экон. наук, профессором Б. А. Колтынюком.*

**УДК 654.739**

**М. Г. Слуцкий (доцент кафедры ЭиУС)**

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ**

В мае Санкт-Петербург отчитался перед Минэкономразвития России за экономический рост в течение четырех месяцев 2013 года. Согласно подсчетам Петростата, ситуация с прошлого года не слишком изменилась. «План» по инвестициям, строительству и производству в Северной столице по-прежнему не выполняется. Темпы строительства упали на 6 % по сравнению с прошлогодними. В апреле стройка шла почти на 20 % медленнее, чем в четвертом месяце 2012 года. В Ленинградской области апрельские темпы снизились по сравнению с прошлогодними на 30 % [1].

Эти цифры показывают наличие проблем в строительной отрасли, которые усиливаются с каждым годом и мешают наращивать темпы производства строительной продукции. Одной из проблемных областей является механизм ценообразования. Вопрос определения «справедливой» цены строительства особенно обострился в последнее время.

За последнее десятилетие в строительной отрасли нашей страны произошли ощутимые структурные изменения. Они привели к появлению большого количества строительно-монтажных организаций, которые хотят получать заказы от государственных, частных и, в том числе, иностранных инвесторов. Это привело к возникновению жесткой конкурентной борьбы между этими организациями, что дает возможность инвесторам выбрать организации, удовлетворяющие его требования по качеству и стоимости строительства [2].

Можно выделить три основных параметра, характеризующие строительные проекты, в том числе и в отрасли связи. А именно: цена, сроки и качество. Эти факторы жестко связаны и изменение одного влечет изменение двух других. Краеугольным камнем в современном мире является цена продукции или услуг. Именно она, зачастую, более всего определяет величину спроса на товары. Поэтому вопрос ценообразования в строительстве необходимо рассматривать в первую очередь.

Можно выделить следующие особенности ценообразования в строительстве:

1. Объекты строительства различаются по габаритам, площади, материалам конструктивных элементов. Это относится и к объектам, строящимся по типовым проектам, поскольку каждый из них зависит от местных условий, к которым они привязаны, не говоря уже об объектах, возводимых по индивидуальным проектам. Следовательно, практически каждое сооружение имеет свою индивидуальную цену.

2. В строительстве (в отличие от промышленности), как правило, устанавливаются цены не на законченный объект или отдельное сооружение, а в основном на отдельные единичные виды строительно-монтажных работ (СМР) или законченные элементы конструкции. Это обуславливается тем, что в процессе строительства объекта может принимать участие большое количество подрядных и субподрядных узкоспециализированных организаций, продукцией которых является не готовый к продаже объект, а выполняемые ими отдельные виды СМР или ПНР (пуско-наладочные работы). Цена за законченный объект, складывающаяся из стоимостей выполненных работ или стоимостей отдельных сооружений, имеет значение в основном для заказчика, инвестора или застройщика.

3. На цену строительных или монтажных работ значительное влияние оказывают применяемые строительные технологии и оборудование. Поэтому цена на один и тот же вид строительно-монтажной работы может быть различной у разных строительных организаций. На начальных этапах

проектирования объекта при определении его стоимости закладываются усреднённые (чаще всего нормативные) расценки, учитывающие сложившийся уровень цен на строительные материалы, действующий уровень заработной платы и наиболее распространённые строительные технологии.

4. Строительство отличается большой длительностью производственного цикла. Следовательно, проектная цена может не совпадать с фактической (особенно в условиях инфляции), что вызывает необходимость учитывать фактор времени при формировании цены в строительстве.

5. Строительная продукция отличается высокой материалоёмкостью и значительными трудозатратами. В связи с тем, что цена в строительстве формируется не от реальной себестоимости, а от сметной стоимости, составляющие элементы цены могут и не отражать фактического уровня затрат на приобретение материалов и других ресурсов. Это обуславливает необходимость систематически отслеживать цены на строительные материалы и трудовые ресурсы и определять, как их изменение влияет на себестоимость строительной продукции.

6. Формирование цены в строительстве осуществляется проектировщиком, заказчиком и подрядчиком, каждый из которых преследует собственные коммерческие цели. Поэтому окончательная цена на строительную продукцию является, по сути, компромиссной ценой между всеми субъектами строительного производства [3].

На сегодняшний день, одной из основных проблем в ценообразовании является демпинг (продажа товаров по искусственно заниженным ценам) подрядных компаний. Зачастую, такие компании предлагают цены в два раза ниже сметных. И как следствие, при выполнении работ такие компании обычно пренебрегают качеством, либо срывают сроки строительства. Также, в таких, обычно небольших компаниях, процветают различные схемы ухода от налогов. Это приводит к ряду негативных последствий, в том числе, банкротству крупных компаний, увеличению безработицы, снижению налоговых отчислений, снижению качества работ и прочим негативным факторам. Данное явление, принимая системный характер, препятствует развитию строительной отрасли.

Выходом из сложившейся ситуации может стать закон об ограничении понижения цены при выполнении конкурсных и тендерных процедур, например, на максимальную величину 20 % от сметной. В этом случае подразумевается, что при понижении цены на большую величину, не возможно легально выполнить работы с надлежащим качеством. Дальнейшая конкурентная борьба может продолжаться методами неценовой конкуренции. Например, можно оценивать сроки выполнения работ, гарантийные обязательства, профессионализм и опыт организации. Еще одним преимуществом данного закона является ликвидация «ценового шантажа» со стороны заказчиков работ. Это происходит, когда заказчик диктует рынку цену СМР и ПНР, вынуждая строительные компании подстраиваться

под нее, что непременно приводит ко всем вышеперечисленным негативным последствиям.

Другой проблемой является несоответствие сметных нормативов на строительные работы (ГЭСН, ФЕР, ТЕР и проч.) реалиям сегодняшнего дня. Это произошло из-за того, что была нарушена работа отраслевых институтов, которые перестали выпускать стандарты и технологические карты на новые виды строительных работ. А государство перестало размещать заказы на их разработку. Только сейчас силами некоторых саморегулируемых организаций (СРО) происходит проработка этих документов, но она носит скорее разовый, чем системный характер.

Для решения этой задачи необходимо, чтобы профильные комитеты Министерства регионального развития и Министерство связи и массовых коммуникаций РФ возглавили эти процессы, организовали рабочую группу, в которую должны войти представители крупных строительно-монтажных организаций России для обсуждения перечня возможных видов работ и их стоимость. В противном случае сметные цены будут все дальше отдаляться от действительности, а заказчики, в том числе и государственные, с легкостью манипулировать ими, нанося вред экономике страны.

Эти меры позволяют строительным организациям нормально функционировать и развиваться на долгосрочной перспективе, платить достойную заработную плату работникам, участвовать в развитии и внедрении новых технологий и выполнять работу в срок, с надлежащим качеством. Также, данные мероприятия существенно продвинут решение еще одной проблемы строительной отрасли – фирм «посредников», которые занимаются реализацией различных коррупционных схем. Чем прозрачнее механизм ценообразования, тем сложнее таким предприятиям завышать цену на строительную продукцию или вводить не существующие виды работ.

Определенные шаги для улучшения ситуации предпринимаются в Правительстве РФ. Так на совещании 9 апреля 2013 года под председательством Министра регионального развития Игоря Слюняева обсуждены вопросы применения сметных нормативов для определения и уточнения стоимости строительства на различных стадиях инвестиционно-строительного процесса и меры по снижению стоимости строительства объектов, финансируемых за счет бюджетных средств.

На совещании выступил начальник Федерального автономного учреждения «Федеральный центр ценообразования в строительстве и промышленности строительных материалов» Евгений Ермолаев.

По его словам, проблемы существуют на различных стадиях инвестиционно-строительного процесса. Погрешности при определении стоимости строительства начинаются на стадии бюджетного планирования. Внесено предложение об организации ежегодного уточнения нормативной цены строительства (НЦС), чтобы сократить степень свободы тех, кто составля-

ет паспорт инвестиционного проекта. Это существенно уменьшит возможность просчета при определении бюджета проекта.

На стадии проектирования основной проблемой является то, что состав исходных данных, имеющихся в проектной документации, зачастую не соответствует по своей структуре и содержанию существующим нормативам. Предложенная мера – разработать и актуализировать нормативы цены конструктивных решений (НЦКР). Федеральным центром ценообразования в строительстве уже проведена классификация всех основных конструктивных решений, предложено ввести их в действие до сентября текущего года.

Евгений Ермолаев отметил, что для исключения возможности завышения стоимости проектных и изыскательских работ необходимо разработать соответствующие нормативы стоимости работ на объекты капитального строительства непроизводственной сферы и инженерной инфраструктуры.

Во избежание завышения стоимости путем завышения объемов работ, учитываемых при составлении сметной документации, было предложено внести изменения в постановление Правительства РФ № 87 «О составе разделов проектной документации», предусматрев обязательное наличие ведомости объемов работ, что повысит ответственность за их учетом.

На сегодня выпущено 11 дополнений к государственным сметным нормативам, учитывающих введение новых энергоэффективных технологий и исключающих устаревшие механизмы и материалы. В большинстве субъектов Российской Федерации эти изменения не учтены в составе действующей редакции территориальной базы. Задача на 2013 год – привести все территориальные базы сметных нормативов в соответствие с государственной системой ценообразования [4].

### **Список используемых источников**

1. **Петербургу нездоровится.** [Электронный ресурс] / М. Могилевская. – Режим доступа : <http://www.fontanka.ru/2013/05/27/115/> (дата обращения 27.05.2013).
2. **Рекомендации** по созданию систем менеджмента качества в строительно-монтажных организациях (на базе стандартов ИСО 9000) [Электронный ресурс] / Г. Д. Костина, А. Д. Цареградский, Л. С. Экселер. – Режим доступа : [http://www.standartov.ru/norma\\_doc/6/6550/index.htm/](http://www.standartov.ru/norma_doc/6/6550/index.htm/) (дата обращения 27.05.2013).
3. **Ценообразование** в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Ценообразование\\_в\\_строительстве/](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ценообразование_в_строительстве/) (дата обращения 27.05.2013).
4. **В Минрегионе** России рассмотрены первоочередные меры, направленные на снижение цен в строительной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kccs.ru/cgi-bin/main.pl?type=news&subtype=news&fname=130410/> (дата обращения 27.05.2013).

*Статья представлена научным руководителем д-ром экон. наук, профессором  
В. В. Макаровым.*

УДК 006.07

**В. В. Смирнова (аспирантка СПбГУТ)**

## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ**

В связи с вступлением России во Всемирную торговую организацию (ВТО) российские предприниматели стали обращать все больше внимания на функционирование европейского рынка и внутрифирменную организацию западных фирм. Перенимая европейский опыт руководство предприятий РФ стало все чаще задумываться о необходимости изменения подхода к управлению, переводу его на новый, качественный, уровень.

Но если системный подход к управлению может быть реализован начиная практически с основания предприятия, то далеко не каждой фирме, существующей на рынке, необходимо и целесообразно внедрять систему менеджмента качества. Только зрелое предприятие, находящееся на высокой ступени организационного развития, готово к управлению качеством, что еще раз подтверждает тот факт, что жизненный цикл фирмы играет значительную роль в формировании принципов управления предприятием.

Для анализа функционирования предприятия на различных этапах жизненного цикла была выбрана крупная компания, занимающаяся розничной торговлей. Временной интервал исследования – 1999–2011 гг. – сначала деятельности компании и до 2011 г., когда предприятие, успешно преодолев трудности, связанные с мировым экономическим кризисом 2008 г., продолжило свое успешное развитие (см. рис.).

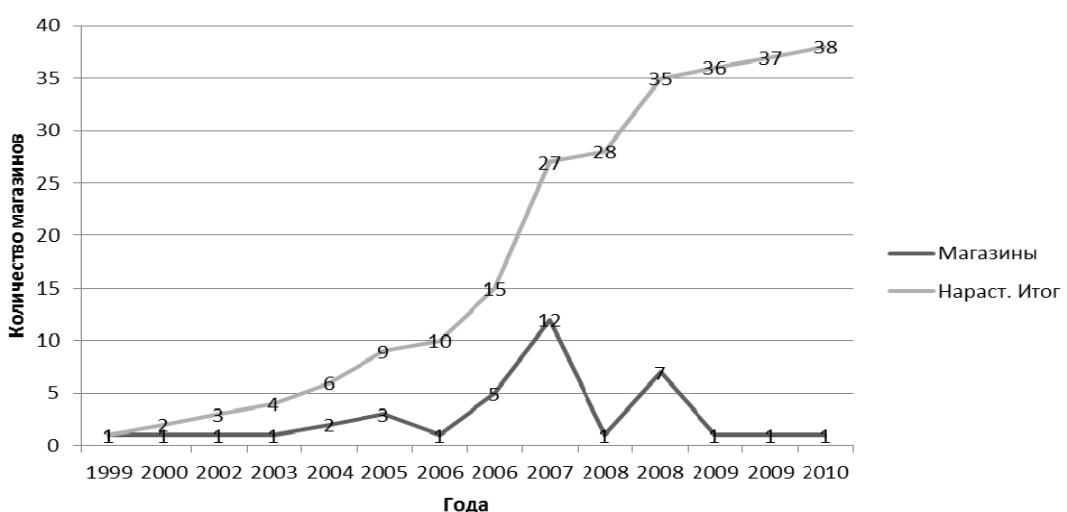


Рисунок. Ежегодный прирост магазинов с учетом нарастающего итога

За этот временной промежуток предприятие прошло следующие фазы жизненного цикла: становление (1999–2004 гг.); рост – бурное развитие и осознание необходимости в системном подходе к управлению (2004–2007 гг.); зрелость (2007–2011 гг.) – период внедрения и успешного функционирования системы менеджмента качества; спад – период переоценки, поиска новых возможностей и способов удержания рынка (2011 г. – настоящее время).

Для существования фирмы на этапе становления были характерны следующие моменты: доминирование мнения руководителя-создателя фирмы при принятии решений, отсутствие четкой структуры управления и разграничения должностных обязанностей, движение фирмы вперед осуществлялось в основном за счет энтузиазма сотрудников-единомышленников и неформальных коммуникаций между людьми, радиющими за общее дело. Но уже на стадии роста руководством фирмы была отмечена необходимость фиксации распределения полномочий между сотрудниками, установления и записи основных правил и стандартов ведения бизнеса. Основной причиной, обусловившей необходимость разработки системы для анализа и регламентации бизнес-процессов, стала потребность трансляции накопленного опыта на новые объекты (магазины) для обеспечения максимально быстрого и успешного развития. Также были выявлены многочисленные сложности, связанные с отсутствием формализованных технологий работы и единой для всего предприятия регламентирующей документации (существовали лишь разрозненные, слабо связанные друг с другом положения и инструкции, написанные в разных стилях и частично устаревшие) приводило к проблемам с: адаптацией новых сотрудников (проблема особенно актуальна ввиду такой особенности предприятия розничной торговли, как текучесть кадров); тиражированием технологий работы при открытии новых магазинов; действиями при нештатных ситуациях и проч.

В связи с высокой заинтересованностью руководства в изменении сложившейся ситуации в 2004 . было принято решение о необходимости внедрения системы менеджмента качества и сформированная проектная команда начала работу по оптимизации существующих бизнес-процессов и разработке регламентирующей документации в рамках проекта «Система». К 2005 г. были достигнуты первые результаты – 40 нормативных документов по различным функциональным областям (логистика, торговый зал, внутренний распорядок, управление товарами, строительство и т. д.). Также проектной группой были зафиксированы требования к системе нормативных документов предприятия, чтобы обеспечить непрерывность ее совершенствования (процедуры инициации, утверждения и внедрения стандартов, регулярная процедура пересмотра и корректировки документов) и обязательность исполнения стандартов (закреплена ответственность за выполнение документов, система мотивации за соблюдение и т. д.).

Ввиду положительного эффекта от работы проектной группы, было решено продолжить проект. Но вскоре стали проявляться следующие проблемы в функционировании проекта: хотя работы по проекту переросли в регулярную деятельность, объем действующих нормативных документов не достиг желаемого уровня (было разработано примерно 35 % из необходимого количества документов), а на местах достаточно часто можно было наблюдать неисполнение процедур.

Поэтому в 2007 . руководство фирмы оказалось перед выбором: оставить акцент на разработке нормативных документов; сместить акцент на исполнение требований существующих нормативных документов или же внедрить общепризнанный международный стандарт (например, по методологии *ISO*). Так как вопрос дальнейшего существования «Системы» носил стратегический характер – предприятию были необходимы дополнительные факторы обеспечения конкурентного преимущества в условиях усиленной конкурентной борьбы на рынке [1], руководство приняло решение о необходимости внедрения корпоративной системы менеджмента качества.

Главной целью при принятии решения о необходимости стандарта являлась не столько разработка, внедрение, мониторинг, анализ функционирования и постоянное улучшение системы на основе методологии «процессного подхода», сколько сертификация на соответствие требованиям международного стандарта *ISO 9001:2000* для привлечения новых клиентов при выходе на региональные рынки. При разработке и внедрении системы принимались в расчет следующие преимущества: экономические (повышение производительности труда и эффективности использования ресурсов, преемственность знаний и опыта); стратегические (увеличение рыночной стоимости – капитализации компаний, возможность тиражирования бизнеса, трансформация знаний и опыта сотрудников в интеллектуальный капитал [2]); организационные (согласованное взаимодействие процессов); репутационные (улучшение репутации, повышение лояльности сотрудников, покупателей, улучшение взаимоотношений с поставщиками).

В результате длительной подготовки (2007–2008 гг.) компанией был успешно пройден сертификационный аудит и в 2008 г. получен сертификат по стандарту *ISO 9001:2000*. Система менеджмента качества фирмы, построенная на основе процессного подхода представляла собой совокупность процессов (процессы менеджмента, основные процессы, поддерживающие процессы), правил и ресурсов, необходимых для достижения стратегических и операционных целей, зарегламентированных в документах. На основе разработанных в рамках проекта «Система» инструкций были созданы необходимые стандартом регламентирующие документы, описывающие бизнес-процессы компании (так, в 2007 г. было разработано 49 документов, в 2008 г. – уже 310 документов). Преимуществом процессного

подхода, внедренного на предприятии, стала непрерывность управления изменениями, что было особенно важно для крупной организации (наличие торговых точек в разных городах РФ).

В последующие годы работа по совершенствованию системы менеджмента качества продолжалась: разрабатывались новые и проходили актуализацию существующие документы, измерялись установленные бизнес-процессам показатели результативности. Но при этом зачастую наблюдалось расхождение критериев результативности, установленных в подразделениях и регламентирующих документах, количество инструкций по внедренным в компании процессам не спешевало за динамично развивающейся фирмой, а увеличивающееся с каждым годом количество документов зачастую приводило к излишней бюрократизации и непониманию необходимости дополнительно что-либо регламентировать.

После прохождения трех сертификационных аудитов (2009–2011 гг.), а также успешного выхода из кризиса 2008 года, руководство компании приняло решение о необходимости пересмотра практики функционирования системы менеджмента качества предприятия. В преддверии вступления России в ВТО, а также ввиду усиливающейся конкуренции на рынке розничной торговли [3], стала отчетливо ощущаться необходимость в движения компании в направлении стандартизации процессов управления пищевой безопасностью.

Новый вектор, выбранный компанией – разработка собственного стандарта по пищевой безопасности, был продиктован исключительно прагматическими соображениями, так как внедрение стандарта по безопасности пищевой продукции позволило бы обеспечить стабильное качество реализуемых предприятием товаров. Еще одной причиной для смены приоритетов стало внимание конкурентов к стандартам в области пищевой безопасности. Преимуществами управления пищевой безопасностью являются: повышение доверия потребителей к предприятию (уверенность в безопасности и стабильности качества продукции), а значит усиление конкурентных преимуществ фирмы, укрепление авторитета торговой марки и имиджа; экономия средств за счет снижения доли расходов на списание несоответствующей продукции. На данный момент проект по разработке и реализации собственного стандарта по пищевой безопасности еще продолжается, поэтому говорить о его результатах еще рано.

Итак, подводя итоги исследования, необходимо отметить, что стадия жизненного цикла, на которой находится предприятие, играет важную роль при принятии руководством решения о необходимости внедрения фирмой системного подхода к менеджменту качества. Так, предприятие, находящееся на стадии становления, еще не сможет оценить преимущества внедрения единых стандартов и правил работы, но уже со стадии роста необходимость динамичного движения вперед сразу на нескольких площадках обуславливает потребность в выработке единых стандартов для

работы. После вступления предприятия в фазу зрелости в процессе поиска способов обеспечения дополнительного конкурентного преимущества целесообразно переходить к внедрению общего стандарта по менеджменту (например, *ISO 9001*). На следующем этапе жизненного цикла – руководство фирмы оказывается перед выбором: либо довольствоваться достигнутыми успехами или же в погоне за конкурентным преимуществом переходить к разработке и внедрению узкоспециализированного стандарта, например, как в случае с предприятием розничной торговли – по пищевой безопасности.

#### **Список используемых источников**

1. **Захват** российских территорий: новая конкурентная ситуация в розничной торговле / В. В. Радаев. Гос. Ун-т – Высшая школа экономики. – 2-е изд. – М. : Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2007. – 220 с.
2. **Интеллектуальный** капитал. Материализация интеллектуальных ресурсов в глобальной экономике / В. В. Макаров, М. В. Семенова, А. С. Ястребов; под. ред. В. В. Макарова – СПб. : Политехника, 2012. – 688 с.
3. **Рынок** гипермаркетов FMCG России. Итоги 2012 г. Прогноз до 2015 г. : Демо-версия (расширенная версия) [Электронный ресурс] / М. Бурмистров. – Режим доступа : <http://www.advis.ru/gotovye-issledovaniya/page.php?ID=49840#tab-tg-link> (дата обращения 16.04.2013).

*Статья представлена научным руководителем д-ром экон. наук, профессором  
В. В. Макаровым.*

## АННОТАЦИИ

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

**Эволюция и изучение электронных систем на кристалле** / А. А. Прасолов // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 5–14.

*В работе анализируется развитие и текущее состояние систем на кристалле (SoC). Показаны, преимущества и недостатки различных типов SoC, а также их применение в различных приложениях. Рассмотрен учебный лабораторный макет EASY8051B позволяющий получить начальное представление о структуре, работе и программировании систем на кристалле.*

**Ключевые слова:** система на кристалле, ПЛИС, system-on-chip, ASIC, учебный лабораторный макет.

### СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

**Анализ современного подхода к построению сетей связи с применением концепции SDN** / С. А. Бакин // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 15–17.

*Статья посвящена новому походу к управлению потоками трафика в сетях IP. В ней рассматриваются недостатки существующего подхода в условиях развития современных сетей, описывается подход SDN и проводится анализ его влияния на сети передачи данных.*

**Ключевые слова:** IP, SDN, OpenFlow, Управление трафиком.

**Оценка размерности сети следующего поколения** / А. Гамиль // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 18–22.

*Возможность оценки размера сети позволяет отслеживать ее рост и строить прогнозы развития. Разработка эффективных методов оценки размера сети NGN имеет значение, например, для задач планирования сетей нового поколения, формирования статистической отчетности.*

**Ключевые слова:** NGN, структура, размер сети, выборки IP-адресов.

**Анализ реализации процедур типизации и экстраполяции ситуации в алгоритме классификации ситуации** / И. Г. Ковалёв // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 22–27.

*В статье рассмотрено рекурсивное применение метода ситуационного управления к задаче классификации ситуаций в инфокоммуникационных системах, предложен алгоритм классификации ситуаций и проведен анализ реализаций ключевых шагов алгоритма.*

**Ключевые слова:** алгоритм классификации, ситуационное управление, типизация, частные показатели эффективности.

**Программная модель двухступенчатого сжатия графической информации на основе полевой модели** / И. Н. Костык // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 27–32.

*Программный комплекс будет полезен организациям и конкретным пользователям для качественного и гибкого сжатия изображений, а, следовательно, экономии свободного пространства на запоминающих устройствах. Так же стоит обратить внимание на пользу этого комплекса в изучении полевой модели на практике.*

*В статье описаны теоретические подходы и практические результаты введения второй ступени сжатия в полевую модель.*

**Ключевые слова:** сжатие, полевая модель, функция Грина, сглаживание, предикативное поле, остаточное поле, коды Хаффмана, кромка, PCB, JPEG, BMP.

**Кооперативные сети** / А. Футахи // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 33–36.

*Системы мобильной связи второго, третьего и четвертого поколений (GSM, UMTS, LTE) в настоящее время требуют прямого соединения между базовой станцией (BS) и мобильными терминалами. Таким образом, трудно в любое время обеспечить необходимое качество связи для терминалов, находящихся в домах, на границе зоны обслуживания базовой станции, в ущельях и т.д. Ретрансляция слабого сигнала посредством другого узла может улучшить качество связи и общую пропускную способность сети. Кроме того, группа узлов может совместно образовать виртуальное множество входов и множество выходов системы антенн MIMO, которые позволяют направлять радиосигнал в пространстве в нужное направление. Кооперативные технологии коммуникаций могут стать перспективной основой для будущих систем связи.*

*Существует большой интерес к идее использования кооперативной связи, чтобы повысить производительность беспроводных сетей с изменяющимися во времени каналами. Мотивация исходит из длительной работы над MIMO-системами, которые показывают, что применение нескольких антенн в беспроводном узле может принести существенные преимущества. В тоже время, это может быть достаточно сложно для малогабаритных устройств из-за некоторых пространственных ограничений. Кооперативная коммуникация была предложена для достижения лучших показателей для традиционных систем MIMO. Большинство последних работ в этой области предполагает значительные успехи в таких показателях как, например, емкость сети, энергетическая эффективность и т. д.*

**Ключевые слова:** интернет вещей IoT, кооперативные сети, всепроникающие сенсорные сети USN, LTE.

### РАДИОТЕХНИКА, В ТОМ ЧИСЛЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

**Разработка и моделирование алгоритма биометрической технологии идентификации личности** / М. В. Болонкин // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 37–41.

*Статья посвящена современным методам биометрической идентификации личности и проблемам, существующим в данной сфере. Показано, что современные методы идентификации не имеют сильного распространения в обыденной жизни человека, не используются для упрощения его жизни. Представлена новая методика идентификации личности, приближенная к естественному способу идентификации. Главное достоинство новой модели – простота исполнения открытость архитектуры.*

**Ключевые слова:** биометрическая характеристика человека, идентификация, верификация, геометрия лица, квази трехмерное изображение.

**Разработка лабораторного макета системы абонентского радиодоступа AIRSPAN4020** / А. О. Емельянов // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 41–44.

*Для обучения будущих инженеров связи принципам работы радиосистемы абонентского доступа был создан лабораторный макет оборудования на базе Airspan 4020. С помощью развернутого макета планируется проводить исследования функционирования системы абонентского радиодоступа на примере передачи цифровых данных. При осуществлении возможности получения первичных цифровых потоков E1 от локальной АТС с интерфейсом V5.2, исследования планируется расширить, включив в рассмотрение режим цифровой телефонии.*

**Ключевые слова:** абонентский доступ, Airspan 4020, цифровые данные, цифровая телефония.

**Алгоритмы определения движущихся объектов для системы аэровидеосъемки беспилотных летательных аппаратов** / К. Р. Мудрак // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 44–48.

*В данной статье представлены два новых алгоритма определения движущихся объектов для системы аэровидеосъемки БЛА. Эти алгоритмы также применимы для любой другой системы, где камера находится в постоянном движении. Ключевые достоинства системы – независимость от времени между кадрами и от перемещения плана съемки.*

**Ключевые слова:** БЛА, алгоритмы, движущиеся объекты, аэровидеосъемка, координаты, автоматическая регистрация.

**Исследование алгоритмов эталонного сравнения изображений** / Д. С. Юсупова // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 48–53.

*Статья посвящена исследованию методов эталонного сравнения изображений, экспериментальной проверке результатов работы выбранных методов, применительно к задачам поиска идентичного кадра в схожих последовательностях. Так же предложен способ улучшения полученного алгоритма.*

**Ключевые слова:** методы эталонной оценки изображений, средняя яркость, среднеквадратическое отклонение, SSIM, гистограммы, эталонная видеопоследовательность, погрешность определения номера кадра.

**Использование понятий QoS и QoE при оценке качества системы телевизионного вещания** / А. А. Янин // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 53–56.

*С появления телевизионного (ТВ) вещания до наших дней существует потребность оценивать качество изображения и звука, доставленного пользователю. Очевидно, что гигантское количество методов оценки качества доставляемого контента не повышает объективность оценки. Однако в настоящее время предпринимаются попытки унифицировать подход к оценке качества мультимедийного контента. В данной статье будут рассмотрены две основные тенденции, применяемые при оценке качества ТВ продукта в наши дни – Quality of Service (QoS) и Quality of Experience (QoE).*

**Ключевые слова:** цифровое телевидение, оценка качества, Quality of Service, Quality of Experience.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

**Управление светодиодами на базе микроконтроллера PIC18F4550** / Ю. А. Копнёв // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 57–62.

*Микроконтроллер – однокристальный компьютер, предназначенный для управления электронными устройствами и их отдельными блоками. Используются в вычислительной технике, разнообразных устройствах бытовой техники, системах управления станками.*

**Ключевые слова:** Ассемблер, микроконтроллер, программирование.

**Исследование и разработка системы управления нематериальными активами /** В. М. Кузнецова // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 62–66.

*Предложена концепция системы управления нематериальными активами, учитывающая комплексный характер проблемы. Приведены результаты разработки и реализации прототипа системы.*

**Ключевые слова:** нематериальный актив, управление, информационная модель, жизненный цикл.

**Разработка системы информационного моделирования стандартных электронных модулей /** К. А. Озикова // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 67–70.

*Предложена концепция информационного моделирования стандартных радиоэлектронных модулей на основе комплексных моделей. Приведена архитектура и объектная модель системы.*

**Ключевые слова:** стандартный электронный модуль, магистрально-модульный принцип, радиоэлектронные средства, комплексная модель, система автоматизированного проектирования, комплексирование, система информационного моделирования.

**Разработка программного модуля генетических алгоритмов для САПР Multisim /** И. С. Пономарёв // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 70–75.

*Приведены результаты создания программного модуля структурно-параметрического синтеза электрических фильтров на базе лестничных цепей с помощью генетических алгоритмов. В качестве системы компьютерного моделирования использована САПР электрических схем Multisim. Модуль написан на языке C#.*

**Ключевые слова:** структурно-параметрический синтез, электрические цепи, фильтры, лестничная цель, генетический алгоритм, система автоматизированного проектирования, Multisim.

**Работа с модулем АЦП микроконтроллера PIC18F4550 /** О. Б. Филиппович // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 75–80.

*Подробно рассмотрены управление АЦП, выбор режима АЦП, выбор порта ввода, метрологические и временные характеристики подключения канала АЦП.*

**Ключевые слова:** входная емкость, пороговое напряжение, токи утечки вывода, переключатель защелки, конденсатор защелки.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**Межкадровая разность в системах распознавания эмоций** / И. А. Васильев // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 81–85.

*Современные оптические системы распознавания эмоции не используют всего спектра проявлений эмоциональных реакций, что делает их уязвимыми к сфальсифицированным эмоциям. Поэтому целесообразно ввести дополнительные критерии оценки эмоциональных реакций. В качестве такого критерия может служить оценка базовых физиологических процессов. В статье предлагается комбинированный метод, использующий мимические реакции и межкадровую разность как средство оценки базовых эмоциональных процессов.*

**Ключевые слова:** эмоции, эмоциональные реакции, система распознавания эмоций.

**Проблема влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на передачу данных в беспроводных сенсорных сетях** / С. В. Данилин // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 85–89.

*Беспроводные сенсорные сети (БСС), предназначенные для сбора и передачи информации, выгодно отличаются от других типов сетей способностью к самоорганизации, гибкости и универсальности программного обеспечения. БСС содержат достаточно большое количество потенциальных элементов – сенсоров с автономным энергообеспечением в различных частотных диапазонах.*

*На БСС действуют разнообразные естественные и техногенные помехи, что может привести к существенному искажению передаваемой информации или даже полному сбою системы. В данной работе рассматривается воздействие на БСС преднамеренных электромагнитных помех.*

**Ключевые слова:** Беспроводные сенсорные сети, преднамеренные электромагнитные воздействия.

**Структурная основа информационных технологий** / О. Ю. Ильяшенко // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 89–92.

*Предлагается структурная основа описания информационных технологий, позволяющая систематизировать деятельность специалиста в области информационных технологий на всех уровнях деятельности: обучении, проектировании и реализации технологий.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, техники, методики, оценки информационных технологий.

**Нечеткая кластеризация в задаче технического зрения** / О. А. Козлова // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 92–97.

*В современном мире техническое зрение одно из самых важных направлений для интеллектуальных систем. Но многообразие функций, для которых оно проектируется,*

*подчас сложно реализуемо. В таких случаях нечеткая кластеризация может значительно упростить разработку и улучшить конечные показатели.*

**Ключевые слова:** техническое зрение, нечеткая кластеризация, распознавание образов, степень принадлежности

**Анализ состояния систем моделирования процессов горения / А. В. Хижняк //** 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 97–101.

*Рассматриваются существующие системы моделирования процессов горения в различных областях человеческой деятельности. Особый интерес проявлен к трехмерным представлениям процесса горения и современным компьютерным технологиям моделирования многомерного процесса. Анализируются математические модели и алгоритмы. Отмечается неэффективность использования для геометрического моделирования процессов горения векторных моделей. Предлагается пятимерная алгебраическая модель горения, которая позволит снизить объемы вычислений, повысить точность производимых вычислений и пятимерную визуализацию любой точки горения в замкнутом пространстве.*

**Ключевые слова:** процесс горения, моделирование, визуализация.

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СВЯЗИ

**Создание прибора для лечения ожоговых больных / М. А. Альниченков, Ю. В. Бобрик, Ю. А. Кравцова //** 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 102–105.

*Улучшение лечения ожоговых больных с помощью применения разрабатываемого прибора является актуальным, так как позволяет существенно снизить затраты на восстановление здоровья пострадавшего человека в условиях большинстве случаев.*

**Ключевые слова:** инновационный материал, ожоговые травмы, эффективность прибора для лечения ожоговых больных.

**Развитие информационно-коммуникационных технологий – ключевой фактор международной конкурентоспособности страны / Т. А. Блатова //** 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 106–110.

*Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий и проникновение их в другие отрасли экономики позволяет рассматривать их как технологии широкого применения и как один из важнейших источников роста международной конкурентоспособности стран. Обладая инновационной активностью и инвестиционной привлекательностью, информационно-коммуникационные технологии вносят весомый вклад в экономический рост всех развитых стран.*

**Ключевые слова:** международная конкурентоспособность, информационно-коммуникационные технологии, индекс конкурентоспособности, индекс развития.

**Экономическая оценка инвестиционных проектов по выходу производственного предприятия на рынок LAN-кабеля в России / Я. В. Медведев // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 110–114.**

*Вопрос актуален для предприятий по производству кабеля, намеренных выходить на новые рынки, инженерных и проектировочных организаций, инвесторов.*

**Ключевые слова:** экономическая оценка инвестиций, LAN-кабель, вычислительные сети, стратегическое управление предприятием.

**Актуальные вопросы ценообразования в строительстве сетей связи / М. Г. Слуцкий // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 114–119.**

*На сегодняшний день в строительной отрасли существует множество проблем, которые мешают нарастить объемы выпуска строительной продукции. Одной из проблемных областей является механизм ценообразования.*

**Ключевые слова:** ценообразование, строительство.

**Особенности внедрения системы менеджмента качества на предприятии розничной торговли: оценка эффективности / В. В. Смирнова // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – Т. 1. – С. 119–123.**

*Жизненный цикл организации играет значительную роль при принятии решения руководством о необходимости разработки и внедрения системного подхода к управлению бизнес-процессами. Особенно отчетливо данную тенденцию можно проследить анализируя потребность предприятия розничной торговли в процессном подходе на различных стадиях жизненного цикла.*

**Ключевые слова:** жизненный цикл фирмы, процессный подход, система менеджмента качества, стандартизация предприятия.

## АВТОРЫ СТАТЕЙ

АЛЬНИЧЕНКОВ  
Максим Андреевич

инженер,  
Almaxandr@ya.ru

БАКИН  
Сергей Анатольевич

студент группы СК-92 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», s.bakin@argustelecom.ru

БЛАТОВА  
Татьяна Александровна

начальник Технопарка Санкт-Петербургского филиала «Ленинградское отделение центрального научно-исследовательского института связи», nsnlon@gmail.com

БОБРИК  
Юлия Владимировна

студентка группы МТО-92 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», julia.vl.mil@gmail.com

БОЛОНКИН  
Максим Владимирович

студент группы Р-82 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», Maxim.bolonkin@gmail.com

ВАСИЛЬЕВ  
Иван Андреевич

соискатель кафедры «Инженерная машинная графика» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ad.anat@hotmail.com

ГАМИЛЬ  
Абдуллах

аспирант кафедры «Системы коммутации и распределение информации» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», obad-85a@mail.ru

ДАНИЛИН  
Станислав Валерьевич

соискатель ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», danilinstanislav@gmail.com

ЕМЕЛЬЯНОВ  
Антон Олегович

студент группы РТ-81 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», Anton.emelianoff@gmail.com

ИЛЬЯШЕНКО  
Оксана Юрьевна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Безопасность информационных систем» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ioy12@yandex.ru

КОВАЛЕВ  
Илья Гавриилович

ассистент кафедры «Обработка и передача дискретных сообщений» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», mail.kovalev@gmail.com

**КОЗЛОВА  
Ольга Александровна** ассистент кафедры «Информационные управляющие системы» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», K\_Olga\_A@mail.ru

**КОПНЕВ  
Юрий Алексеевич** студент группы ТСС-92 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», wakfuqwe@mail.ru

**КОСТЫК  
Иван Николаевич** студент группы СП-81 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», inkostyk@gmail.com

**КРАВЦОВА  
Юлия Александровна** студентка группы Э-81 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ariadnna91@gmail.com

**КУЗНЕЦОВА  
Вероника Михайловна** студентка группы ТСС-21м ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», snoozeintheday@gmail.com

**МЕДВЕДЕВ  
Ярослав Васильевич** аспирант кафедры «Экономическая теория и основы предпринимательства» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ritterbruder@mail.ru

**МУДРАК  
Константин Русланович** студент группы Р-85 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», zzzmurdoczzz@bk.ru

**ОЗИКОВА  
Ксения Алексеевна** студентка группы ТСС-86 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ksu13021991@gmail.com

**ПОНОМАРЕВ  
Иван Сергеевич** студент группы ТСС-86 ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», ivan15-91@mail.ru

**ПРАСОЛОВ  
Александр Александрович** инженер кафедры «Радиоприем, вещание и электромагнитная совместимость», ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», prasolov.alex@gmail.com

**СЛУЦКИЙ  
Михаил Григорьевич** кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление в связи» ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», toero@yandex.ru

**СМИРНОВА** аспирант кафедры «Экономика и управление связи»  
Виктория Владимировна ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича», for\_vika@bk.ru

**ФИЛИППОВИЧ** студентка группы ТСС-20м ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский  
Ольга Борисовна государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», filippovich.ob@gmail.com

**ФУТАХИ** аспирант кафедры «Сети связи» ФГОБУ ВПО «Санкт-  
Абдо Ахмед Хасан Петербургский государственный университет телекомму-  
нидакий им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», aahf\_84@mail.ru

**ХИЖНЯК** аспирант кафедры «Инженерная машинная графика»  
Александра Владимировна ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича», alexandrakhizhnyak@gmail.com

**ЮСУПОВА** аспирант кафедры «Телевидение и видеотехника» ФГОБУ  
Динара Сакеновна ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», usupovadina@mail.ru

**ЯНИН** аспирант кафедры «Телевидение и видеотехника» ФГОБУ  
Александр Александрович ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», oleg.ukrainskiy@gmail.com

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Альниченков М. А. <b>102</b> | Кравцова Ю. А. <b>102</b>  |
| Бакин С. А. <b>15</b>        | Кузнецова В. М. <b>62</b>  |
| Блатова Т. А. <b>106</b>     | Медведев Я. В. <b>110</b>  |
| Бобрик Ю. В. <b>102</b>      | Мудрак К. Р. <b>44</b>     |
| Болонкин М. В. <b>37</b>     | Озикова К. А. <b>67</b>    |
| Васильев И. А. <b>81</b>     | Пономарёв И. С. <b>70</b>  |
| Гамиль А. <b>18</b>          | Прасолов А. А. <b>5</b>    |
| Данилин С. В. <b>85</b>      | Слуцкий М. Г. <b>114</b>   |
| Емельянов А. О. <b>41</b>    | Смирнова В. В. <b>119</b>  |
| Ильяшенко О. Ю. <b>89</b>    | Филиппович О. Б. <b>75</b> |
| Ковалёв И. Г. <b>22</b>      | Футахи А. А. Х. <b>33</b>  |
| Козлова О. А. <b>92</b>      | Хижняк А. В. <b>97</b>     |
| Копнёв Ю. А. <b>57</b>       | Юсупова Д. С. <b>48</b>    |
| Костык И. Н. <b>27</b>       | Янин А. А. <b>53</b>       |

## НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

67-я научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов  
и молодых специалистов СПбГУТ.

Сборник научных статей конференции  
Том I

Под редакцией  
Заслуженного деятеля науки РФ,  
доктора технических наук, профессора С. М. Доценко

Составители А. Г. Владыко, Е. А. Аникеевич, Л. М. Минаков  
Корректура, верстка Е. А. Аникеевич  
Оформление Л. М. Минаков

Неисключительные права на все материалы, опубликованные в данном издании принадлежат СПбГУТ.  
Все материалы, авторские права на которые принадлежат СПбГУТ, могут быть воспроизведены  
при наличии письменного разрешения от СПбГУТ.

Ссылка на первоисточник обязательна.  
По вопросам приобретения неисключительных прав и использования сборника обращайтесь  
по тел. (812) 312-83-79, e-mail: telecomsut@gmail.com

Тип компьютера, процессор, сопроцессор, частота: Pentium IV и выше / аналогичное; оперативная память (RAM):  
256 Мб и выше; необходимо на винчестере: не менее 64 Мб; ОС MacOS, Windows (XP, Vista, 7) / аналогичное; видеосистема:  
встроенная; дополнительное ПО: Adobe Reader версия от 7.X или аналогичное. Защита от незаконного распространения:  
реализуется встроенными средствами Adobe Acrobat.

Подписано в печать 30.06.2013&  
Уст. объем 17,0 печ. л. Заказ № 003ИТТ-2013  
191186, СПб., наб. реки Мойки, 61