

Министерство образования и науки Российской Федерации
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(ТУСУР)

**VI Международная
научно-практическая конференция**

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Материалы докладов

13–16 октября 2010 г.

**В двух частях
Часть 2**

**В-Спектр
Томск 2011**

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965
Э 45

Э 45 Электронные средства и системы управления: Материалы докладов Международной научно-практической конференции (13–16 октября 2010 г.). – Томск: В-Спектр, 2011: В 2 ч. – Ч. 2. – 178 с.
ISBN 978-5-91191-221-X (в 2 частях)
ISBN 978-5-91191-223-6 (ч. 2)

Книга содержит материалы докладов, представленных на VI Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (Томск, 13–16 октября 2010 г.). Представлены доклады по следующим направлениям: радиотехнические и телекоммуникационные системы; наноэлектроника СВЧ; нанотехнологии в электронике; антенны и микроволновые устройства СВЧ; квантовая электроника, нелинейная оптика; интеллектуальная силовая электроника и преобразовательная техника; физическая и плазменная электроника; биомедицинская электроника; автоматизация и оптимизация систем управления и обработка информации; интеллектуальные системы проектирования, автоматизация проектирования электронных устройств и систем; информационная безопасность; информационные технологии в управлении и принятии решений; информационные технологии в обучении; инновации в сфере электроники и управления; электроника, оптоэлектроника и фотоника; видеоинформационные технологии и цифровое телевидение; измерение параметров ВЧ- и СВЧ-цепей. Также представлены доклады участников Программы фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «У.М.Н.И.К.».

Для студентов, преподавателей и всех интересующихся проблемами систем управления.

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965

Ответственный редактор – Н.Д. Малютин, д.т.н., профессор

*Статьи секций 1, 3, 4, 6 размещены в сборнике статей
«Доклады» ТУСУРа №2 (22), ч. 1, 2; декабрь 2010 г.*

ISBN 978-5-91191-221-X (в 2 частях)
ISBN 978-5-91191-223-6 (ч. 2)

© ТУСУР, 2011
© Коллектив авторов, 2011

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**

*Председатель – Черкашин Михаил Владимирович, декан ФВС, к.т.н.,
доцент каф. КСУП*

**ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ЦЕЛОСТНОСТИ СИГНАЛА
В ALTIUM DESIGNER**

Е.А. Губина

С развитием техники и технологий развивается и программное обеспечение (ПО) для совершенствования процесса разработки и проектирования. Раньше соединительные цепи на принципиальной схеме рассматривались только как соединения. Для трассировки плат вполне было достаточно такого ПО как P-CAD. Однако новейшие семейства логических микросхем и увеличившиеся в связи с этим частоты сигналов стали приводить к искажениям сигналов. На смену P-CAD пришел Altium Designer (AD), в возможности которого входит, кроме всего прочего, анализ целостности сигнала (ЦС) – сохранения параметров сигнала в допустимых пределах в течение прохождения его по проводникам. Очевидно, что возможность анализа ЦС в AD надо использовать. Однако в имеющихся руководствах по AD [1] недостаточно полно раскрыт вопрос по применению на практике данной возможности. Цель данной работы – познакомить проектировщиков с анализом ЦС в AD на основе работы [2].

С проблемой нарушения ЦС сигнала можно бороться на разных этапах разработки, но эффективнее и целесообразнее начинать анализ с самых ранних этапов.

В высокоскоростных цифровых устройствах проводники на плате не могут рассматриваться как простые соединения. Когда время изменения сигнала сравнимо с его задержками при прохождении по соединению, проявляются эффекты, присущие распределенным линиям связи, которые значительно изменяют поведение схемы.

Чтобы помочь разработчикам плат комплексно решить проблему анализа линии передачи, разработчики соответствующего ПО начинают включать расширения в свои стандартные пакеты для разработки плат, которые позволяют производить анализ ЦС. Традиционно сервисные приложения, анализирующие целостность сигнала, разработаны для анализа уже полностью разведенной платы. Пока это дает довольно точные результаты, потому что длина каждого конкретного соединения известна, но это означает, что анализ выполняется на достаточно позднем цикле разработки.

Использование симуляторов для обнаружения проблем сохранения ЦС в уже разведенной плате до изготовления прототипа помогает уменьшить количество итераций прототипов, необходимых для завершения проекта. Однако добавление новых компонентов в схему спроектированной платы может быть большой проблемой, особенно при плотном расположении компонентов. Переработка схемы приведет к лишней трате времени, часть которого можно было бы потратить на тестирование прототипа и готового изделия. Таким образом, в этом случае необ-

ходимо обнаруживать и исправлять потенциальные угрозы ЦС на ранних стадиях разработки.

Возможности AD позволяют анализировать ЦС на всем протяжении процесса разработки. Таким образом, можно проводить предварительный анализ и анализ после завершения создания платы.

Симулятор ЦС моделирует поведение разведенной платы при помощи рассчитанных характеристических волновых сопротивлений проводников совместно с информацией макромоделей буфера ввода-вывода. Симулятор создан на базе Fast Reflection and Crosstalk Simulator, производящей очень точное моделирование, используя промышленно опробованные алгоритмы.

Так как среды разработки проекта на уровне схемы и проекта на уровне платы используют единую систему библиотек элементов, которые объединяют изображения элементов на принципиальной схеме с соответствующими им посадочными местами на плате, программу моделирования SPICE и макромоделей целостности сигнала, анализ прохождения сигнала через цепи может быть проведен уже на уровне рисуемой принципиальной схемы, перед разводкой платы. Пока проекта платы нет, система позволяет настраивать его физические характеристики, такие, например, как желаемые волновые сопротивления проводников.

На стадии процесса проектирования симулятор ЦС не может определить необходимую длину конкретного соединения, поэтому используется средняя длина соединения, определяемая пользователем, чтобы рассчитать линию передачи. Тщательно выбирая, исходя из планируемого размера платы, значение этой длины по умолчанию, можно добиться довольно точной картины вероятного искажения сигнала в проекте. Возможные проблемы с отражением могут быть идентифицированы и исправлены добавлением согласующих компонентов в принципиальную схему, прежде чем перейти к разводке платы.

Когда наиболее уязвимые места в проекте платы выявлены, появляется возможность предупредить возникающие проблемы и скорректировать схему, прежде чем переходить к ее разводке. Это позволяет существенно уменьшить время на переделывание и выпускать на рынок продукт гораздо быстрее.

Фиксирование потенциальных проблем ЦС перед разводкой важно для минимизации затрачиваемого времени на проект, но также очень важен анализ уже разведенной платы, чтобы быть уверенными, что она готова к производству. Должна быть проведена всесторонняя проверка на законченной плате, чтобы убедиться, что обнаруженные проблемы не проявились. Так как точные длины проводников известны и соединения, включая сквозные отверстия и смену направлений проводников, могут быть детально проанализированы, то на разведенной плате могут быть исследованы не только отражения, вызванные отсутствием согласования, но и взаимные наводки между соседними проводниками.

Чтобы симулятор ЦС разведенной платы был действительно полезен, он должен быть интегрирован в среду проектирования печатной платы. Анализ ЦС, соответствующий топологии платы, интегрирован непосредственно в PCB редактор, как одно из стандартных свойств проекта. Проект платы также может быть рассмотрен и проанализирован в процессе разводки платы. Разработчик может задать пороговые значения для таких параметров, как отрицательный и положительный выбросы напряжений, крутизна нарастания напряжений, уровни сигнала и значения волновых сопротивлений. Потенциально проблемные цепи после анализа будут выделены. И тогда разработчик может легко найти все неточности в

проекте, провести более тщательное и всестороннее тестирование проблемных цепей.

В этом случае параметры анализа ЦС просто задаются в свойствах проекта, как, например, ширина проводника или минимальное расстояние между проводящими линиями. Такой уровень интеграции анализа проекта на всех стадиях проектирования позволяет получить максимум преимуществ анализа ЦС.

В проектах, которые содержат высокоскоростные логические элементы, посредством внедрения программного модуля моделирования ЦС можно обеспечить экономию достаточно большого количества времени и денег на всех циклах проектирования. Имеется два преимущества. Во-первых, проведение тщательного расчета эффектов длинных линий в сигнальных проводниках при составлении схемы и ее разводке увеличивает надежность схемы и уменьшает искажения, вносимые цепями. Отслеживание таких проблем на реальной плате-прототипе может быть достаточно сложным и затратным по времени процессом, и при этом сокращает скорость конструирования. Во-вторых, выбор правильных согласующих цепей для линий передачи высокочастотных сигналов позволяет не только быть уверенными в корректной работе схемы, но также уменьшить электромагнитные излучения устройства. В отличие от стоимости проверки на ЭМС и сертификации, время и стоимость на переработку продуктов, которые не прошли начальные испытания, могут быть разорительны, особенно если разработку делала небольшая фирма. Для анализа целостности сигнала существует большое количество всевозможных программных пакетов с гораздо большей точностью моделирования, но и более высокой стоимостью. Однако для проектирования устройств, работающих на более низких частотах, использование AD будет оптимальным решением.

Литература

1. Суходольский В.Ю. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах в САПР Altium Designer 6. Ч. 1: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. 148 с.
2. www.wiki.altium.com Article ARO127 (v1.1). 2005. May 27.

УДК 658.512.011.56:004.42

МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ INDESYS

Е.П. Каратаев, С.Ю. Дорофеев, М.А. Песков, А.О. Абрамов, А.А. Самуилов

Приводится описание модуля визуализации данных в системе автоматизированного проектирования СВЧ-устройств INDESYS. Модуль позволяет отображать данные на прямоугольных диаграммах (в декартовой системе координат), полярных диаграммах, диаграммах Вольперта–Смита и в форме таблиц. Для реализации модуля визуализации данных использовался язык C# и платформа .NET.

Ключевые слова: программный модуль, визуализация, графика, прямоугольная диаграмма, полярная диаграмма, диаграмма Вольперта–Смита.

В настоящей статье описывается модуль визуализации данных в составе системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств INDESYS [1]. Гра-

фическое представление данных необходимо для отображения результатов моделирования, а также для реализации интерактивных методик «визуального» проектирования СВЧ-устройств.

Наиболее распространёнными в САПР СВЧ-устройств являются следующие виды отображения информации:

- прямоугольный график;
- полярная диаграмма;
- диаграмма Вольперта–Смита;
- таблица.

Основные объекты, необходимые при отображении графика конкретной функции, – это область отображения, система координат, графики и так называемые «легенды» – области для подписей отображаемых функций. Каждый из этих объектов характеризуется набором собственных свойств.

На данный момент не существует готовых модулей отображения графиков функций, удовлетворяющих всем требованиям системы INDESYS. В связи с этим было решено разработать специальный модуль визуализации данных.

Структура и описание модуля. Программный модуль реализован в среде Visual Studio на языке программирования .NET C# с использованием графической библиотеки GDI+ [2]. На рис. 1 представлена общая схема модуля.

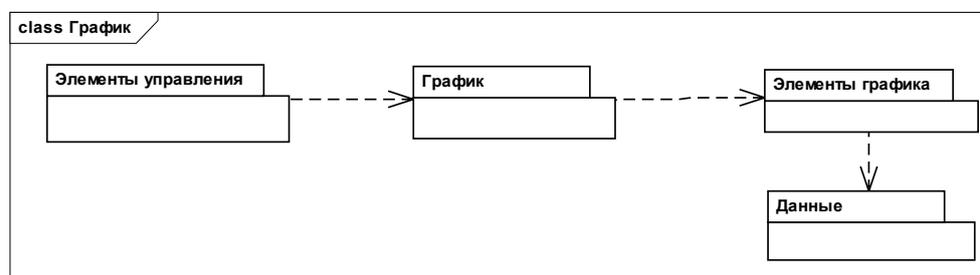


Рис. 1. Общая схема модуля

Пакет классов «Данные» содержит классы, отвечающие за хранение результатов вычислений. С помощью классов из этого пакета можно хранить как простые, так и сложные структуры входных данных. Пакет классов «Элементы графика» – это пакет, хранящий основные классы для отображения и описания отображенных данных: системы координат, оси. Пакет классов «График» включает в себя классы для отображения системы координат, легенды плавающего маркера и текстовых подписей. Пакет классов «Элементы управления» включает в себя классы, описывающие диалоги настроек и пользовательского интерфейса.

На рис. 2 представлен результат отображения графика функции в прямоугольной системе координат, на котором отображены основные элементы графика.

Единый программный интерфейс задания данных позволяет абстрагироваться от способа их визуализации.

Основные возможности модуля:

- возможность отображения нескольких графиков на одной координатной плоскости;
- возможность добавления нескольких осей абсцисс и ординат для прямоугольных графиков и привязки функций к ним;
- настройка режима отображения сетки для диаграммы Вольперта–Смита (обычный/расширенный);

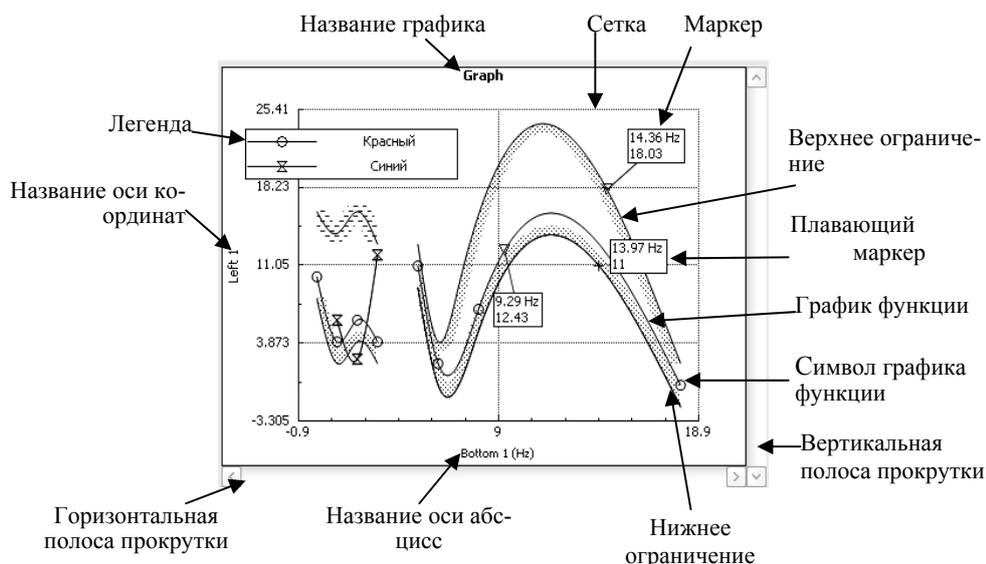


Рис. 2. Результат отображения графика в прямоугольной системе координат

- отображение ограничений в виде линий со штриховкой;
- изменение формата числовых меток на осях;
- учёт системы измерений физических величин, в которой отображаются данные (числовые данные в модуль графики вводятся в стандартной системе СИ, но могут отображаться в любых единицах измерения);
- использование интерполяции при выводе графиков;
- дополнительные настройки графика (цвет, тип и толщина линий, тип маркеров);
- установка шрифтов текста;
- масштабирование;
- плавающий маркер с отображением значений координат;
- копирование графиков в векторном и в растровом форматах в буфер обмена.

Модуль для отображения графиков в системе INDESYS позволяет представить численные данные в наглядной и удобочитаемой форме. Гибкая структура модуля разрешает дальнейшее расширение его функциональных возможностей, а большое количество настроек дает возможность пользователю самому настроить вид отображения графиков.

Работа поддержана грантами РФФИ (№08-07-99034-р_офи и №09-07-99020-р_офи), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (госконтракты П1418, П1492, П2188, П669, П499, 16.740.11.0092 и 14.740.11.0135), «Бизнес-старт с Microsoft», «У.М.Н.И.К.» и «Ползуновскими» грантами.

Литература

1. Бабак Л.И., Дорофеев С.Ю., Песков М.А., и др. Разработка интеллектуальной системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств INDESYS // В наст. сб.
2. Петцольд Ч. Программирование для Windows на C#. В 2 т. Т. 2 / Пер. с англ. М.: Изд.-торг. дом «Русская редакция», 2002. 624 с.

РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ NI DIGITAL ELECTRONICS FPGA BOARD

Ю.А. Маслюк, А.В. Холстинина, С.М. Салих

Рассматриваются технические характеристики и функциональные возможности комплекса разработки средств измерений физических величин на основе программной среды LabVIEW и отладочной платы NI DIGITAL ELECTRONICS FPGA BOARD.

Ключевые слова: средства измерений, отладочная плата.

Для совершенствования учебного процесса в вузах сегодня стали использоваться аппаратно-программные комплексы для быстрой и эффективной разработки и исследования средств измерений (СИ), контроля и испытаний. Компания National Instruments разработала новое устройство – NI DIGITAL ELECTRONICS FPGA BOARD [1], которое может применяться для этой цели, т. к. может подключаться к уже широко известным образовательным платформам NI ELVIS II и NI ELVIS II+. Устройство предназначено для использования в цикле лабораторных работ при изучении студентами таких дисциплин, как «Методы и средства измерений, испытаний и контроля», «Автоматизация измерений» и др. Это устройство может использоваться и разработчиками СИ, т. к. является единой удобной платформой, в которой объединены возможности по созданию цифровых и аналоговых схем. Новая плата является результатом совместного сотрудничества National Instruments и Xilinx – компаний, являющихся крупнейшими в мире производителями программного обеспечения измерительных систем и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Применённая при создании платы технология уже утверждена американской национальной образовательной корпорацией Project Lead The Way в качестве основной технологии обучения студентов и разработки СИ.

Базовым компонентом платы NI Digital Electronics FPGA Board является ПЛИС Xilinx Spartan-3E, которая может программироваться средствами графического программирования NI LabVIEW или в специализированной среде разработки Xilinx ISE webPACK [2].

ПЛИС – электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых схем логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задаётся посредством программирования. Для программирования используются программаторы и отладочные среды, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры Verilog, VHDL, AHDL и др. [2].

Внешний вид платы NI Digital Electronics FPGA Board представлен на рис. 1.

Основа платы – FPGA чип семейства Xilinx Spartan3E, отличительной особенностью семейства является встроенная конфигурационная память XC3S50E:

- емкость – 50 тысяч эквивалентных вентилей;
- содержит 3 блока двухпортовой высокопроизводительной памяти, общей емкостью 54 кбит;
- 128 кБайт энергонезависимой Flash памяти (для хранения конфигурации), 80 кбайт из них свободны и могут быть направлены пользователем для собственных нужд;
- содержит 3 блока умножителей.

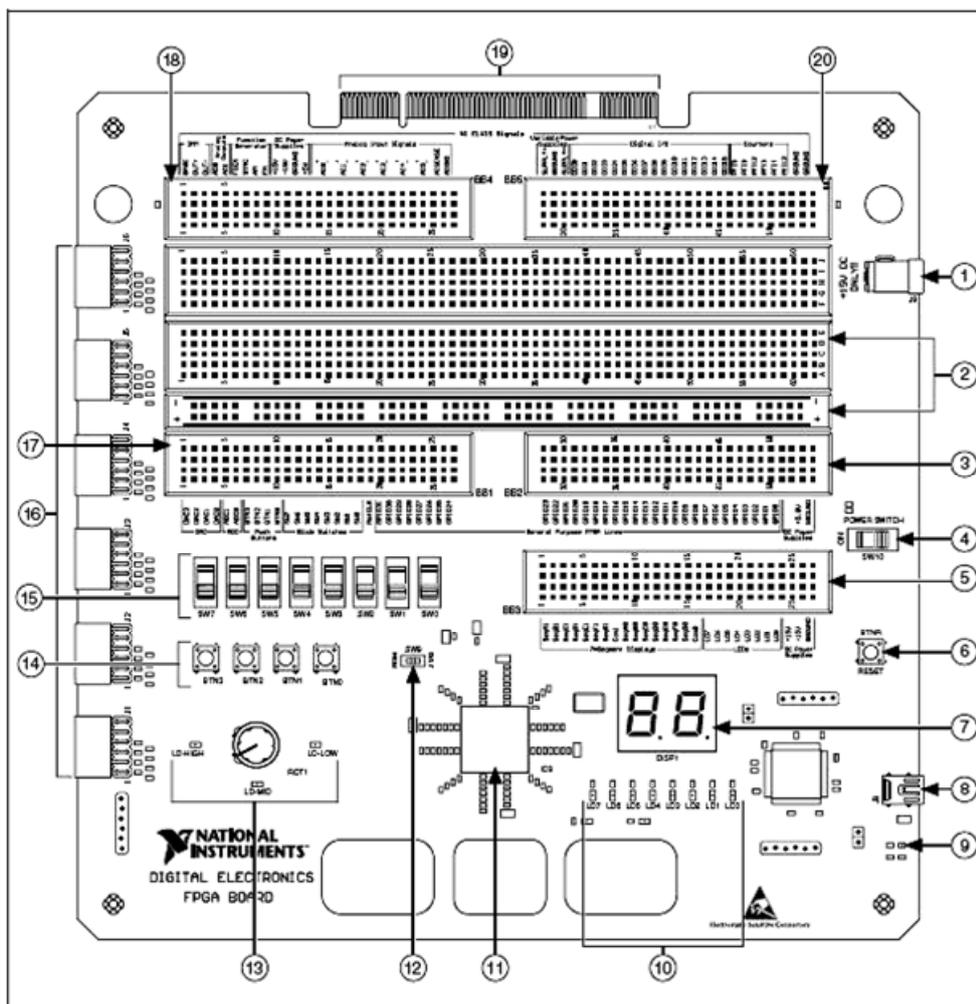


Рис. 1. Внешний вид платы NI Digital Electronics FPGA Board: 1 – разъем питания; 2 – блок макетной платы общего назначения; 3 – блок сигнальной макетной платы BB2; 4 – выключатель питания; 5 – блок сигнальной макетной платы BB3; 6 – кнопка сброса; 7 – семисегментные дисплеи; 8 – USB-соединитель; 9 – LD-G-светодиод; 10 – светодиоды; 11 – FPGA; 12 – переключатель SW9; 13 – энкодер с кнопкой; 14 – кнопки; 15 – движковые переключатели; 16 – rmod-соединители; 17 – блок сигнальной макетной платы BB1; 18 – блок сигнальной макетной платы BB4; 19 – NI ELVIS-соединитель; 20 – блок сигнальной макетной платы BB5

В качестве подключенной памяти выступает статическое ОЗУ емкостью 512 кбит. Также имеется шестиконтактный разъем для подключения JTAG программатора FPGA/PROM. Максимальное напряжение, которое можно подать на плату, составляет 3,3 В.

Для разработки СИ понадобятся следующие компоненты:

- аналоговые входные каналы; АЦП; FPGA; семисегментные дисплеи.

NI Digital Electronics FPGA Board содержит шесть каналов для аналоговых входных сигналов A10 – A15, а также 32 цифровые входные/выходные линии общего пользования GPIO0 – GPIO31.

При работе в системах конфигурация схемы, которая должна быть получена «внутри» ПЛИС, и алгоритм её работы задаются на текстовом языке описаний (ADHL, VHDL или Verilog), напоминающем язык программирования высокого уровня. Программирование может быть выполнено также на графическом уровне – в виде электрической схемы (в форматах OrCAD, PCAD, LabVIEW) либо при помощи блок-схем алгоритмов или графиков входных и выходных сигналов. В дальнейшем все этапы работы, включая программирование или загрузку ПЛИС, выполняет автоматизированная система.

Для разрабатываемого СИ алгоритм его работы будет задан на графическом уровне с помощью средств LabVIEW. LabVIEW – интегрированная графическая среда разработчика для создания интерактивных программ сбора, обработки данных и управления периферийными устройствами. Программирование осуществляется на уровне функциональных блок-схем (блок-диаграмм) с использованием графического языка G. LabVIEW имеет обширные библиотеки функций для решения различных задач: ввод/вывод, обработка, анализ и визуализация сигналов; контроль и управление технологическими объектами; статистический анализ и комплексные вычисления и др.

Основными преимуществами использования графической оболочки LabVIEW являются:

- относительная простота и доступность;
- наглядность, т. к. программная оболочка LabVIEW содержит простые универсальные средства визуализации данных;
- актуальность и перспективы: в настоящее время большинство программ, связанных с лабораторными измерениями и экспериментами, создаются на LabVIEW.

Программные приложения, создаваемые в LabVIEW, носят название виртуальных приборов, которые состоят из двух частей: блочной диаграммы, описывающей логику работы ВП и лицевой панели, описывающей внешний интерфейс ВП;

- передняя или лицевая панель, представляющая собой интерактивный интерфейс пользователя и имитирующая панель некоторого пульта управления, на котором размещаются кнопки, переключатели, индикаторы, диаграммы, графики и другие средства отображения и управления;

- функциональная панель или блок-схема, представляющая собой иллюстрированный алгоритм действий ВП, одновременно являющийся исходным текстом ВП, в которой с помощью языка G осуществляется процесс разработки исходного кода виртуального инструмента в виде отдельных графических пиктограмм, осуществляющих различные функции, и связей между ними [2].

National Instruments предлагает инструмент для программирования FPGA – модуль для программирования ПЛИС (LabVIEW FPGA Module) [2].

Модуль LabVIEW FPGA упрощает программирование ПЛИС за счет применения интуитивно понятного программного обеспечения. Среда LabVIEW позволяет абстрагироваться от кода VHDL, необходимого для описания работы ПЛИС и открывает доступ к технологиям ПЛИС для всех специалистов независимо от их опыта в разработке цифровой аппаратуры. Графический подход к программированию в LabVIEW FPGA является очень удобным для отображения параллельности процессов, происходящих внутри ПЛИС. Кроме того, в программном обеспечении LabVIEW FPGA уже имеется более двухсот готовых функциональных блоков, позволяющих ускорить реализацию прорабатываемых проектов [2].

В работе приводятся результаты разработки следующих СИ: высокоточного термометра с коррекцией нормируемой статической характеристики термосопротивления, вольтметра переменных напряжений с коррекцией нелинейности детектора и функционального генератора с малыми искажениями выходного напряжения.

Литература

1. National Instruments Corporation NI Digital Electronics FPGA Board. User Manual. Circuit Development Platform. USA: National Instruments Corporation, 2009. 52 с.
2. Модули и библиотеки LabVIEW [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.promelectronika.com/LabVIEW_Real_Time_Module.html, свободный. Загл. с экрана.

УДК 621.396.6

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ SPICE-МОДЕЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Д.В. Озёркин, А.В. Пенелеев

Рассмотрены вопросы создания SPICE-моделей для реальных радиоэлектронных компонентов российского производства. Синтез SPICE-моделей радиоэлектронных компонентов проведен в программе схемотехнического моделирования MicroCAP8. Результаты работы представляют большой интерес для российских разработчиков радиоэлектронных устройств, использующих отечественную компонентную базу.

Ключевые слова: MicroCAP, SPICE-модель, радиоэлектронные компоненты, математическая модель.

Развитие и совершенствование методов разработки и моделирования радиоэлектронных средств требует от существующей номенклатуры радиоэлектронных компонентов (РЭК) представления их в качестве электронных моделей или SPICE-моделей. Наиболее актуальна эта проблема для отечественных производителей, которые не предоставляют такие модели по своей продукции, в отличие от зарубежных производителей.

Рассмотрим возможные случаи, возникающие в практике разработчика математических SPICE-моделей:

- установление аналогии;
- установление функциональных зависимостей для существующей SPICE-модели;
- синтез SPICE-модели с помощью специализированной программы MODEL;
- синтез макромоделей.

Для разработки и использования SPICE-моделей нами применяется программа схемотехнического моделирования MicroCAP 8 [1]. К основным достоинствам программного продукта в плане его использования для синтеза и верификации SPICE-моделей следует отнести:

- минимальные аппаратные требования к ЭВМ;

– исключительно схмотехническую направленность программы, ее сбалансированность для синтеза и верификации SPICE-моделей.

Почти все другие САПР (DesignLab, OrCAD, MultiSim, Altium Designer) обладают еще возможностями топологического проектирования, что в данном случае можно считать недостатком (избыточным ресурсом).

Рассмотрим каждый из указанных случаев подробнее.

Установление аналогии

Одним из методов научного познания является аналогия, посредством которой достигается знание о предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими.

Применительно к задачам синтеза SPICE-моделей поиск аналогий можно проиллюстрировать с помощью рис. 1. Подавляющее большинство отечественной элементной базы имеют функциональные, а иногда и полные аналоги среди номенклатуры зарубежной элементной базы. Соответственно, найти зарубежный аналог того или иного РЭК не составляет труда. Однако главная сложность заключается в том, что найденный зарубежный аналог должен иметь существующую SPICE-модель. При отсутствии такой модели зарубежный аналог не дает никакого преимущества для разработчика по сравнению с отечественным образцом. Таким образом, только при выполнении тройной связки «отечественный РЭК – зарубежный аналог – существующая к нему SPICE-модель» можно говорить о применимости случая, который условно можно назвать «установление аналогии».

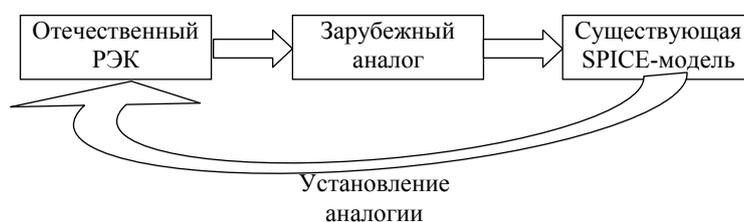


Рис. 1. Механизм формирования SPICE-модели методом аналогии

Установление функциональных зависимостей для существующей SPICE-модели

На основе экспериментальных данных можно подобрать алгебраические выражения функции, которые называют эмпирическими формулами. Такие формулы подбираются лишь в пределах измеренных данных и имеют тем большую ценность, чем больше соответствуют результатам эксперимента. Предполагается для целей подбора эмпирических зависимостей использовать широко распространенный программный комплекс MathCAD.

Проведем аппроксимацию экспериментальных данных температурной зависимости емкости некоего конденсатора квадратичным полиномом (рис. 2). По результатам аппроксимации аналитический вид функции может быть представлен с помощью формулы [2]

$$C = 0,995 + 1,226 \cdot 10^{-3} \cdot T_{\text{ОКР}} + 9,483 \cdot 10^{-6} \cdot T_{\text{ОКР}}^2.$$

Текстовый вид SPICE-модели конденсатора в среде разработки MicroCAP будет иметь вид

$$\text{MODEL PROBA CAP (C = 0,995 TC1 = 1,226e-3 TC2 = 9,483e-6).$$

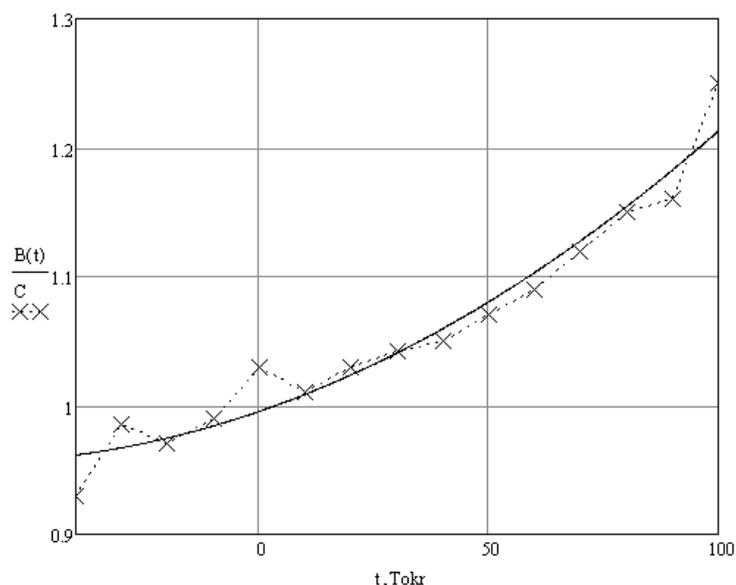


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных данных квадратичным полиномом

Синтез SPICE-модели с помощью специализированной программы MODEL

Программа расчета параметров математических моделей компонентов MODEL, входящая в программный комплекс MicroCAP, аналогична программе Parts из пакета OrCAD и XSPICE Model Wizard из пакета Altium Designer. Она работает в интерактивном режиме и выполняет расчет и оптимизацию параметров математических моделей по их паспортным данным, введенным в табличной или графической форме. Оптимизация выполняется с помощью прямого метода Пауэлла. При вводе координат графиков должны быть заданы координаты от двух до пяти точек – чем больше данных, тем точнее оцениваются параметры моделей. Ряд данных записывается в виде отдельных чисел, если данные отсутствуют, то принимаются их значения по умолчанию. Считается, что все экспериментальные данные о параметрах компонентов измерены при комнатной температуре.

Программа MODEL сохраняет введенные пользователем паспортные данные компонентов и рассчитанные параметры математических моделей в бинарных файлах с расширением имени .MDL. Эти файлы можно загружать в программу MODEL для уточнения параметров моделей, не повторяя ввода паспортных данных, что очень удобно в процессе отладки библиотек моделей. После завершения отработки библиотеки MDL-файл преобразуют в LBR-файл. LBR-файл предназначен для передачи в программный комплекс MicroCAP.

Синтез макромоделей

При моделировании микросхем решающее значение имеет упрощение макромоделей, когда отдельные подсистемы микросхемы заменяются эквивалентными схемами. При этом качество модели может даже улучшиться, особенно в случае моделирования микросхемы высокой степени интеграции. Следует избегать двух крайностей при синтезе макромоделей микросхем. Одна из них – точное воспроизведение всех внутренних каскадов, цепей, контуров и т.д. В результате

модель будет требовать много машинных ресурсов, и при этом обладать плохим быстродействием. Другая крайность – чрезмерное упрощение макромоделей, т.е. чисто формальный подход к решаемой задаче синтеза. Макромодель в этом случае получится простой и быстрой, но она не будет отражать физику работы реального прототипа. Отсюда можно сделать вывод: нужно искать компромиссное решение между точностью модели и ее быстродействием. Синтез макромоделей в принципе нельзя алгоритмизировать, в каждом конкретном случае используется творческий подход.

Оптимальную структуру макромоделей (рис. 3) можно представить состоящей из трех каскадов: первый описывает входные характеристики, второй – передаточные характеристики (в том числе, линейные и нелинейные искажения), третий – выходные характеристики. Передача информации от каскада к каскаду осуществляется с помощью зависимых источников тока или напряжения. Число каскадов, их тип, распределение функций, количество параллельных путей может быть разным, если этого требует задача. Ключевой момент при синтезе макромоделей микросхем – это массовое использование независимых и зависимых источников напряжения и тока. Это основной инструмент грамотного построения хороших макромоделей сложных микросхем. Целесообразно предварительно создать типовой набор функциональных блоков на основе зависимых источников напряжения и тока, а затем использовать их при построении макромоделей.

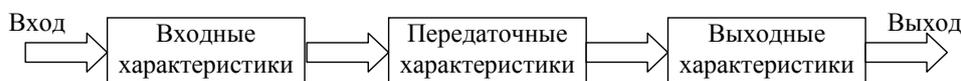


Рис. 3. Структура формальной макромоделей

Литература

1. Разевиг В.Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-CAP 7. М.: Горячая линия–Телеком, 2003. 368 с.
2. Озёркин Д.В., Миронова Е.А., Миронова А.А., Зырин И.Д. Разработка библиотеки SPICE-моделей электронной компонентной базы российского производства // Научная сессия ТУСУР-2010: Матер. докл. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Ч. 5. Томск: В-Спектр, 2010. С. 307–309.

УДК 681.51

ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ФУТБОЛЬНЫЙ СИМУЛЯТОР ПЛАТФОРМЫ РОБОФУТБОЛ СРЕДНЕЙ ЛИГИ»

А.С. Ушаков

Рассматриваются вопросы моделирования платформы «Робофутбол» и построения программно-инструментального комплекса, позволяющего эмулировать процесс игры.

Ключевые слова: мультиагентные системы, «Робофутбол», моделирование.

Для многих задач в современном мире используются роботы. Там, где человек не может работать в силу экстремальных условий, там, где нужна особая точность выполнения каких-либо действий, там, где необходимо исключить че-

ловеческий фактор. Во всех этих случаях приходится использовать программно управляемые роботы. Кроме того, для выполнения многих сложных действий целесообразнее использовать не одного сложного робота, а команду простых и более мелких роботов [1]. Но управлять роботами так, чтобы они работали как единое целое, не так просто. Именно для нахождения решений по этой проблеме была создана игра «Робофутбол». Игра футбол была выбрана благодаря нелинейности изменения состояния системы и увлекательности процесса, что позволяет привлечь большое количество разработчиков к этой идее. В настоящее время соревнования по этому виду киберспорта проводятся по всему миру.

Соревнования по робофутболу проводятся в нескольких лигах, отличающихся концепцией поведения роботов и, следовательно, их конструкцией. Данный проект разрабатывается на основе лиги Migosot. Роботы в данной лиге не имеют собственного центра принятия решений и приборов видения. Они управляются из одного центра.

Оборудование, необходимое одной команде для проведения игры, состоит из персонального компьютера, оснащённого радиомодулем, видеокамеры, устанавливаемой над полем, и пяти роботов. Игра ведётся на чёрном прямоугольном поле 220x180 см оранжевым мячом для гольфа. Информация об игровой ситуации подаётся с камеры на компьютер, который принимает решение о дальнейших действиях и затем, по радиоканалу, передаёт команды каждому роботу в виде пары чисел – скоростей правого и левого колёс.

Постановка задачи. Программный комплекс управления роботами содержит модуль работы с камерой (распознавание), модуль принятия решений (программа-стратегия) и модуль работы с радиоканалом. Для принятия решения необходима не только информация об игровой обстановке на поле, поступающая с видеокамеры, но и инструменты, позволяющие предсказать поведение робота команды противника, мяча и формировать корректные команды управления собственными роботами. Таким инструментарием становится подсистема моделирования.

Повышение точности моделирования понижает вероятность ошибки принятия решения и, соответственно, снижает время выполнения тактики за счёт устранения необходимости коррекции [2]. Учитывая возможность внесения погрешностей системой распознавания, логично предположить, что разработка моделей должна вестись изначально не на реальных роботах, а на специально созданном симуляторе игры «Робофутбол» [3]. При этом важно, чтобы модели всегда отражали реальные характеристики оборудования, для чего необходим удобный инструментарий для их настройки, позволяющий вносить изменения, не переписывая программный код симулятора.

Модели и их настройка. В качестве объектов платформы «Робофутбол» выступают мяч и роботы, поэтому для моделирования ситуации необходимы модели, описывающие их движения, взаимодействия друг с другом и с бортами поля. Эти модели имеют параметры, чувствительные к используемой аппаратуре. Идея настройки моделей заключается в том, чтобы сгенерировать управляющее воздействие, подать его на вход системе моделирования и реальной аппаратуре и, сравнив результаты, определить, насколько велико расхождение, после чего, варьируя параметрами моделей, добиться минимального значения этого расхождения.

Модель мяча. Так как размеры и масса мяча регламентированы правилами, то для участия в соревнованиях настройка данной модели не нужна, однако данная возможность позволяет экспериментировать с разными типами мячей.

Модель робота. Учитывая жёсткую фиксацию колёс робота позволяющую быстро изменять скорость робота, и то, что робот движется за счёт своих двигателей, будем рассматривать равномерное движение робота, без учёта потери энергии. Поэтому единственным варьируемым параметром здесь является расстояние между колесами робота.

Модель столкновения робот–борт. Первым шагом выясняется количество углов робота, ударившихся в борт. Если их нет, то столкновения не было. Если их два, то робот останавливается. Если угол один, то робот начинает вращаться вокруг этого угла. Если угол между роботом и бортом больше, чем выбранное пороговое значение, то робот начинает поворачиваться вокруг угла [3]. Именно пороговое значение угла, определяющее, будет ли робот скользить вдоль борта либо он будет вращаться вокруг своего угла, является варьируемым параметром в данной модели.

Модель столкновения робот–робот. В этой модели нет варьируемых параметров, не рассматриваемых в других моделях.

Модель столкновения мяч–робот. Коэффициент потери энергии в данном взаимодействии зависит от физических характеристик аппаратуры. Поэтому он является варьируемым параметром, который необходимо подбирать.

Модель столкновения мяч–борт. Как и в предыдущей модели, варьируемым параметром является коэффициент потери энергии, однако его значение отличается от коэффициента в ней.

Программный комплекс. На настоящий момент создана система моделирования и на ее основе реализованы два программных продукта: симулятор (рис. 1) и контроллер.



Рис. 1. Симулятор «Робобол»

Симулятор позволяет проводить соревнования между управляющими программами, которые могут быть использованы для управления «железными» роботами. Причем данный симулятор позволяет изменять параметры моделей через графический интерфейс, представленный на рис. 2. Данная возможность позволяет настраивать используемые модели под конкретную имеющуюся аппаратуру, что дает максимальное приближение моделируемой ситуации к реальной. Контроллер является инструментом для настройки моделей с использованием обратной связи, которой является камера, снимающая ситуацию на игровом поле. Контроллер реализован с помощью тех же технологий и набора данных, что и симулятор, и по своей сути является функциональным расширением симулятора. Поэтому в дальнейшем данный программный продукт будет реализован в качестве плагина к симулятору.

Также в разработке находятся следующие плагины: сохранения и воспроизведения виртуальных игр и процесса настройки моделей; автоматизированной настройки моделей с использованием обратной связи; анализа накопленных данных настройки моделей с целью выявления закономерностей ошибки системы распознавания (недостатки освещения, особенности камеры и т.д.).

Рис. 2. Форма изменения параметров

Данный список также не является окончательным и подлежит дальнейшей разработке.

Результаты. Реализованное программное обеспечение позволяет настраивать и отлаживать программы управления реальными роботами, не используя самих роботов, камеры и поля. Это позволяет продлить срок службы роботов и дает возможность разработки этих программ в помещениях, не приспособленных для использования этого оборудования. При этом моделируемая ситуация, за счет настройки моделей, приближена к конкретному оборудованию.

Для проверки эффективности системы моделирования была написана управляющая программа. Сначала было проведено 50 игр между идентичными копиями этой программы. Результатом этих игр стал счет 29:21, после чего в одну из копий были внесены изменения с использованием системы моделирования. Результатом следующих 50 игр между измененной копией и оригиналом стал счет 39:11 в пользу измененной версии. Анализ проведенных игр показал, что в результате внесенных изменений роботы получили возможность эффективнее отбивать мячи за счет предсказания игровой ситуации.

Литература

1. Lima P. U., Custodio L. M. M. Artificial Intelligence and Systems Theory: Applied to Cooperative Robots // International Journal of Advanced Robotic Systems. 2004. Vol. 1, №. 3. P. 141–148.

2. Ушаков А.С. Моделирование ситуации и поведения роботов в рамках платформы Робофутбола / Научная сессия ТУСУР-2009: В 5 ч. Ч. 2. Томск: В-Спектр, 2009. С. 117–119.

3. Klancar G., Karba R. Simulated Environment in Robot Soccer // Robotic Soccer. Vienna: Itech Education and Publishing, 2007. P. 137–152.

УДК 004.415.2:528:681.518

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ САПР И ГИС

М.А. Зайцева, С.Ю. Дорофеев

Показана эффективность визуальной интерактивной методики конвертации пространственных данных в векторном формате Rubius Integrator между различными видами САПР и ГИС. В состав данной технологии входят: универсальный обменный формат векторных пространственных данных, а также коммерческий программный продукт «Rubius Integrator», включающий самостоятельный сервис трансляции геоданных и подключаемые модули (в виде плагинов) для существующих ГИС и САПР-платформ. Данная технология позволит автоматизировать и эффективно осуществлять обмен материалами между различными ГИС и САПР-платформами.

Ключевые слова: FDO, GML, Rubius Integrator, САПР, ГИС, визуальная интерактивная методика, КОМПАС, AutoCAD, ArcGIS, MapInfo, CREDO, конвертация географических данных.

Пространственные данные необходимы для поддержки работы административных учреждений, коммунальных и телекоммуникационных компаний, проектных и строительных фирм, а также предприятий топливно-энергетического комплекса.

В процессе деятельности проектных организаций возникает необходимость конвертации данных между различными форматами инструментальных средств [1]:

- систем автоматизированного проектирования (САПР) – КОМПАС, AutoCAD;

- геоинформационных систем (ГИС) – ArcGIS, MapInfo, CREDO и др.

Сведения, используемые группами ГИС для планирования и анализа, зачастую воссоздаются инженерами на этапе проектирования. Аналогично, специалисты ГИС находят возможность импорта сведений САПР в свои системы, однако при этом нередко потери важных технических данных, например текстовых пояснений и размеров, являющихся неотъемлемой частью чертежей САПР, но которые не сохраняются в приложениях ГИС или не распознаются ими.

Необходимость конвертации может быть обусловлена различными причинами, наиболее распространёнными являются:

- другой формат хранения данных, используемый в другой организации или подразделении (отделе);

- необходимость использования инструментария, реализованного в другой программной системе;

- неудобство использования (или недостаточная компетентность специалиста);

- отсутствие приобретённых коммерческих лицензий на использование продукта;

- необходимость изменения оформления уже существующего чертежа согласно новому корпоративному стандарту с использованием классификатора цифровой информации;

- другие причины (бизнес-процессы в разных проектных институтах сложно формализовать в единую систему, поэтому возможен ещё целый ряд причин, актуальных для конкретной организации).

Наиболее востребованные направления конвертации данных:

- топографических карт и планов в формате MapInfo в форматы ArcGIS, КОМПАС и AutoCAD;

- топографических карт и планов в формате ArcGIS в форматы MapInfo, КОМПАС и AutoCAD;

- инженерно-строительных изысканий в формате ПК «CREDO» в форматы MapInfo, AutoCAD, КОМПАС, ArcGIS;

- инженерно-строительных изысканий, генеральных планов в формате AutoCAD, КОМПАС в форматы MapInfo и ArcGIS;

- данных геологических выработок (колонок) в формате ПК «CREDO» в формат AutoCAD, КОМПАС, ArcGIS, MapInfo.

Наличие быстрых и эффективных средств конвертации с гибкими и адаптивными настройками, инструментов автоматизированного создания и актуализации данных позволило бы сократить количество повторяющихся задач и, как следствие, снизить временные и финансовые затраты организации.

На данный момент реализовано множество средств обмена данными между различными форматами. Большинство компаний и фирм по производству программного обеспечения в области ГИС- и САПР-технологий, предназначенного для конвертации пространственных данных, ориентируются на существующие форматы хранения и обмена пространственными данными. Основная идея при разработке нового и актуализации ранее разработанного программного обеспечения заключается в поддержке существующих форматов геоданных, визуализации основных географических и семантических признаков и свойств пространственных объектов, определении жёстких схем соответствий при обмене данными между различными ГИС- и САПР-платформами.

В части конвертации данных внутренний и внешний рынок насыщены программными продуктами одних и тех же производителей. Внутренний рынок имеет ряд отечественных продуктов для проектирования, например ЗАО КБ «ПАНОРАМА» либо компаний стран СНГ, например НПО «КРЕДО-ДИАЛОГ» (Белоруссия).

Явного лидера продаж среди программных продуктов по конвертации геоданных нет, большинство пользователей довольствуются стандартными возможностями систем проектирования либо используют дополнительно подключаемые модули, входящие в комплект поставки ГИС- и САПР-систем.

Наиболее функциональными и конкурентоспособными программными продуктами среди существующих аналогов можно считать Data Interoperability ArcGIS 9.X (ESRI Inc.) и FME Translator/Converter (компания Safe Software). Указанные продукты поддерживают широкий спектр форматов пространственных данных, позволяют быстро и эффективно транслировать геометрические формы объектов, настраивать и передавать атрибутивную информацию, организована поддержка географической привязки объектов, выбора систем координат.

Между тем существенными недостатками описанных систем являются:

- Полная или значительная потеря графического оформления объектов чертежа (плана, карты) в процессе конвертации. Исходные условные знаки можно восстановить, выполнив работу по оформлению объектов сначала в ручном режиме.

- Отсутствует возможность передачи и последующего просмотра в САПР атрибутивной информации при конвертации данных в наиболее распространенный формат Autodesk DWG/DXF.

- Отсутствует возможность ведения атрибутивной базы данных по каждому объекту чертежа (плана, карты). Существенно снижается информативность разрабатываемых материалов.

- Отсутствует поддержка системы КОМПАС и ПК «CREDO», широко распространенных на территории РФ и стран СНГ.

- Отсутствует возможность преобразования графического оформления объектов из стандарта в стандарт, используя дополнительно подключаемые библиотеки условных знаков, объектов или классификаторов цифровой информации.

Также следует отметить программные продукты, так или иначе поддерживающие при конвертации исходное оформление объектов чертежа (плана, карты). Наиболее функциональными можно считать CREDO Конвертор 1.6 от компании НПО «КРЕДО-ДИАЛОГ», TABReader 3.0 (компания DATAEAST), «Конвертор крупномасштабных планов в формат DXF 7.2» (ЗАО КБ «ПАНОРАМА») и дополнительные модули от компании ESTI MAP для работы с пространственными данными ESRI, AutoCAD, Microstation, Панорама и ObjectLand.

Отличительными особенностями данных продуктов относительно вышеописанных являются:

- поддержка исходного оформления объектов чертежа;
- возможность настройки выходных параметров и условных знаков, типов линий и штриховок для объектов чертежа (например, CREDO Конвертор 1.6);
- возможность сохранения и последующего использования оформления в виде слоев легенды (например, TABReader 3.0 и только в среде ESRI ArcGIS);
- возможность использования внутренних классификаторов цифровой информации (конвертор крупномасштабных планов в формат DXF 7.2 и CREDO Конвертор 1.6).

Основными недостатками перечисленных продуктов являются:

- Возможность конвертации материалов только в определенные форматы. Например, конвертор крупномасштабных планов в формат DXF 7.2 позволяет транслировать данные из формата ГИС Карта 2008 («Панорама») в формат AutoCAD, формат ESRI ArcGIS или MapInfo не поддерживается.

- Работоспособность только на базе определенных САПР- и ГИС-платформ. Например, CREDO Конвертор 1.6 функционирует только на базе ПК «CREDO» III.

- Чтение данных без возможности редактирования. Например, TABReader 3.0.

- Представление векторных данных других форматов как растровых подложек. Какое-либо манипулирование данными в таком случае невозможно. Например, дополнительные модули для работы с пространственными данными компании ESTI MAP.

- Отсутствие возможности подключения и использования дополнительных библиотек условных знаков и классификаторов цифровой информации.

Таким образом, в качестве основных недостатков всех существующих конверторов и технологий работы с пространственными данными можно отметить:

- Отсутствие возможности полноценной передачи исходного графического отображения объектов чертежа или плана (карты). При передаче векторных данных из формата в формат происходит частичная или полная потеря оформления объектов и их признаков (свойств), отвечающих за визуальное представление информации пользователю.

- Отсутствие функций по оформлению и классификации объектов исходного чертежа в полуавтоматическом или автоматическом режиме.

- Наличие односторонней интеграции данных и схем соответствий, основанных только на принципах жесткой логики. Отсутствие возможности создания обучаемых схем соответствий данных в различных форматах и подключения дополнительных классификаторов цифровой информации.

Кроме того, проблема конвертации данных значительно осложняется тем, что один и тот же объект на плане или чертеже (например, линия) может описывать дорогу, линию электропередач, трубопровод, инженерное сооружение и другое. Автоматические методы не могут определить природу этого объекта, хотя человек справляется с этой задачей, практически не задумываясь (так называемая «эмпирическая интуиция»).

Основной принцип автоматизации представляет собой симбиоз реализации программных алгоритмов идентификации объектов чертежа (плана, карты) и визуальных методик оценки обрабатываемой информации, что позволит задействовать интеллектуальный потенциал человека-оператора для быстрой и удобной разметки объектов на чертеже, что, в свою очередь, позволит достичь уровня эффективности работы программного комплекса, невозможном для полностью автоматических систем, неизбежно допускающих ошибки в каждом не описанном в программе случае [1]. Этот подход получил название «визуальная интерактивная технология конвертации пространственных данных Rubius Integrator» [2, 3]. Задействование широких интеллектуальных возможностей человека на этапе разметки объектов чертежа до этапа конвертации позволит значительно снизить временные (и, как следствие, финансовые) затраты по сравнению со стандартным и более трудоёмким способом исправления (восстановления) некорректных данных после этапа конвертации.

В состав технологии «Rubius Integrator» входят:

- Универсальный обменный формат векторных пространственных данных на основе свободного расширяемого формата GML [4] (основанный на XML). Обменный формат системы, в сравнении с уже существующими форматами, имеет более оптимизированную структуру хранения данных, позволяющую учитывать всевозможные геометрические, географические, семантические, графические характеристики и свойства пространственных объектов для обеспечения совместимости со всеми распространёнными системами. Принципы консолидации всех параметров пространственных объектов в едином информационном массиве, алгоритмы сортировки и классификации отдельных блоков информации, отвечающих за графическое представление объектов, а также их индексация для ускорения доступа – основа для оперативной и корректной трансляции данных, без каких-либо искажений практически в любую ГИС- или САПР-систему.

- Сервис трансляции пространственных данных. Обеспечивает быструю и эффективную конвертацию данных в различные ГИС- и САПР-форматы, используя стандартные либо пользовательские схемы соответствий шрифтов и стилей, подключаемые библиотеки условных знаков и классификаторы цифровой информации.

- Встраиваемый модуль (*plug-in*) к ГИС- и САПР-приложениям. Обеспечивает создание «с чистого листа» топографических основ различного масштабного ряда, согласно выбранному стандарту оформления и классификации цифровой информации.

- Встраиваемый модуль к ГИС- и САПР-приложениям. Обеспечивает создание «с чистого листа» проектных чертежей генеральных планов и благоустройства территорий, согласно выбранному стандарту оформления и классификации цифровой информации.

Попыткой создания своего рода единого интерфейса работы с пространственными данными является технология Feature Data Objects (FDO) от компании Autodesk [5, 6], представляющая комплекс решений для доступа к пространственным данным, именно она была положена в качестве основы для технологии «Rubius Integrator». Сами конвертируемые данные хранятся в промежуточном файле формата GML с привязкой к классификатору данных. Это позволяет легко считывать и записывать данные благодаря использованию стандартных .NET XML-парсеров. В качестве основы для разработки было решено использовать .NET C#, так как данный язык является оптимальным по соотношению производительность/стоимость разработки.

Рассмотрим типовую процедуру использования технологии Rubius Integrator. Пользователь размечает план (чертёж) с помощью специальных инструментальных средств, встраиваемых в используемую САПР или ГИС, согласно указанному классификатору. После этого все данные чертежа передаются в универсальный обменный формат, после чего могут быть выгружены в любой из доступных форматов. При этом на этапе конвертации может быть использован другой классификатор или назначено другое оформление.

ГОСТ стандартизует только их визуальное отображение, но не внутреннюю техническую структуру, зависящую от возможностей инструментального средства. В различных САПР и ГИС используются разные технические средства для отображения объектов – символ шрифта TrueType, набор примитивов, растр, объект и др. В результате конвертации данных с использованием технологии Rubius Integrator в процессе конвертации может быть изменён даже характер отображения объектов в различных программных системах.

Возможности программного комплекса:

- поддержка наиболее востребованных ГИС- и САПР-форматов – ESRI (shp, Geodatabase (mdb)), MapInfo (tab, mif/mid), Autodesk (dwg/dxf) и КОМПАС (cdw, frw, kdw). Конвертация данных «без потерь» во все поддерживаемые форматы. При конвертации сохраняется:

- идентичность входных и выходных данных по геометрической составляющей, корректная передача геометрических типов, траекторий и форм объектов;

- идентичность входных и выходных данных по семантической составляющей, настройка соответствия атрибутивных полей;

- идентичность входных и выходных данных по графической составляющей, возможность полного сохранения условных обозначений (оформления) объектов на чертеже (плане, карте) в соответствии с исходными данными;

- поддержка координатной привязки данных, выбор системы координат и точки вставки;

- создание и ведение атрибутивной базы данных по каждому объекту чертежа в формате основных продуктов семейства Autodesk и АСКОН;

- адаптация функционала программного продукта практически под любое ГИС- или САПР-приложение благодаря использованию универсального векторного формата пространственных данных (внутренний формат системы);
- наличие гибкой системы настроек схем соответствий при конвертации данных, возможность создания собственных библиотек условных знаков, подключения классификаторов цифровой информации;
- обеспечивает создание «с чистого листа» проектных чертежей топографических основ и иных векторных пространственных данных, согласно выбранному пользователем стандарту оформления и классификации цифровой информации;
- оформление и классификация ранее выполненных чертежей (планов, карт), перевод данных из стандарта в стандарт в автоматическом либо полуавтоматическом режиме.

При использовании «Rubius Integrator» упрощается процедура получения важных сведений внутри организации независимо от формата данных и места их хранения. Эти решения позволяют ускорить реализацию рабочих процессов путем устранения несовместимости форматов различных систем и внедрение единых стандартов разработки и оформления электронных версий чертежей (карт, планов). Всё это позволяет поднять эффективность деятельности проектных организаций.

По результатам работ получено свидетельство о регистрации программного обеспечения № 2010611663 «Пакет программ для интеграции САПР и ГИС «Rubius Integrator». Достигнуто соглашение о поставке программного комплекса «Rubius Integrator» с ОАО «ТатНефть», ЗАО «АСКОН».

Выводы. С помощью описанной технологии Rubius Integrator совмещаются возможности систем автоматизированного проектирования и геоинформационных систем, организации имеют возможность более эффективно использовать имеющиеся ресурсы, устранить избыточность данных, сократить количество ошибок и повысить производительность.

Данная технология призвана:

- стандартизировать процесс подготовки электронной документации (чертежей, карт, планов) благодаря использованию единых требований к оформлению и классификации цифровой информации;
- сократить сроки подготовки выпускаемой продукции за счет автоматизации части процессов по подготовке электронной документации;
- увеличить производительность труда за счет сокращения времени на выполнение рутинных операций;
- оптимизировать численность персонала и фонда оплаты труда за счет снижения трудоемкости решаемых задач;
- повысить качество выпускаемой документации за счет улучшения информативности и визуального восприятия цифровой информации (чертежей, карт, планов).

Программный продукт является востребованным на предприятиях топливно-энергетического комплекса, проектных и строительных организаций, научно-исследовательских институтов и предприятиях, занимающихся разработкой и выпуском картографической продукции.

Работа выполнялась в рамках сотрудничества с Центром инноваций Майкрософт при Национальном исследовательском Томском государственном политехническом университете. По результатам VII Всероссийской научно-практи-

ческой конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Технологии Microsoft в теории и практике программирования» проект был награждён дипломом 1 степени в секции «Геоинформационные системы». Поддержан грантом «У.М.Н.И.К.».

Литература

1. Зайцева М.А., Дорофеев С.Ю., Кошевой С.Е. Визуально-интерактивная технология интеграции САПР и ГИС // VII Всерос. науч.-практ. конф. «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010. С. 52–54.
2. Зайцева М.А., Дорофеев С.Ю. Rubius Integrator – комплексная технология интеграции САПР и ГИС // XLVIII Междунар. науч. студенческая конф. «Студент и научно-технический прогресс». Новосибирск: НГУ, 2010.
3. Зайцева М.А., Кошевой С.Е., Лысак А.П. Технология обмена данными между ГИС и САПР Rubius Integrator // Сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.
4. Обзор формата GML. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml> (дата обращения: 10.05.2010).
5. Обзор технологии FDO. URL: <http://fdo.osgeo.org/> (дата обращения: 16.05.2010).
6. Челядинов Е.А. Feature Data Objects – комплекс решений для доступа к пространственным данным // Географические информационные системы и дистанционное зондирование. 2009. URL: <http://gis-lab.info/qa/fdo.html> (дата обращения: 22.05.2010).

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель – Шелупанов Александр Александрович, проректор по ИР,
зав. каф. КИБЭВС, д.т.н., проф.*

МОНИТОРИНГ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСУРСОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Д.В. Белов

В настоящее время получили широкое распространение компьютерные сети, предоставляющие широкий спектр информационных услуг. Лежащие в основе информационного взаимодействия протоколы, как правило, открыты, характеризуются уязвимостями, порождающими различные воздействия нарушителя. При этом помимо обеспечения информационной безопасности ИБ информационных служб важны вопросы обеспечения работоспособности и доступности службы пользователям.

Для предотвращения воздействий нарушителя применяются антивирусные средства, межсетевые экраны, системы обнаружения атак, системы разграничения доступа.

Использование этих средств порождает противоречие, когда применение широкого набора средств обеспечения ИБ приводит к низкой доступности службы, и наоборот, низкий уровень средств защиты порождает высокую доступность службы, при этом возможности для реализации воздействий нарушителя возрастают.

Таким образом, возникает необходимость повышения информационной безопасности объектов взаимодействия в информационно-вычислительной сети ИВС, без ухудшения доступности ресурсов информационных служб. Одним из перспективных средств решения проблемы является применение средств регистрации и оперативного анализа событий, влияющих на информационную безопасность объектов ИВС.

В настоящее время регистрация событий информационной безопасности основана на базе средств аудита, которые встроены в системное и прикладное программное обеспечение объектов ИВС.

Семейство операционных систем Windows содержит развитую подсистему средств регистрации и учета событий, которая находится в системных журналах. Кроме этого, операционная система предоставляет разветвленную систему датчиков, позволяющую наблюдать текущее состояние программно-аппаратной части рабочей станции, предоставляя возможность выбора необходимых датчиков.

Средства, позволяющие выполнять работу по аудиту ИВС, представлены производителями достаточно полно, однако существует недостаток средств, выполняющих интеллектуальные функции по обработке информации от агентов.

В существующих технических решениях недостаточно отработаны следующие аспекты:

– многообразии параметров, которое порождает проблему выбора и обработки данных о функционировании средства;

- частичная обработка, фильтрация полученных данных на агентах сбора информации;
- отсутствуют интеллектуальные формы обработки полученной от агентов информации;
- формирование отчетов о работоспособности средства в текущий и будущий момент времени.

Таким образом, для повышения защищенности сегмента ИВС необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ известных подходов к аудиту и мониторингу объектов ИВС;
- разработать функциональную модель мониторинга информационной безопасности объектов ИВС;
- разработать алгоритм сетевого мониторинга объектов ИВС;
- разработать программную реализацию подсистемы мониторинга безопасности ИВС.

Исследование и разработка предлагаемой системы осуществляются на сегменте сети, представленном на рис. 1.

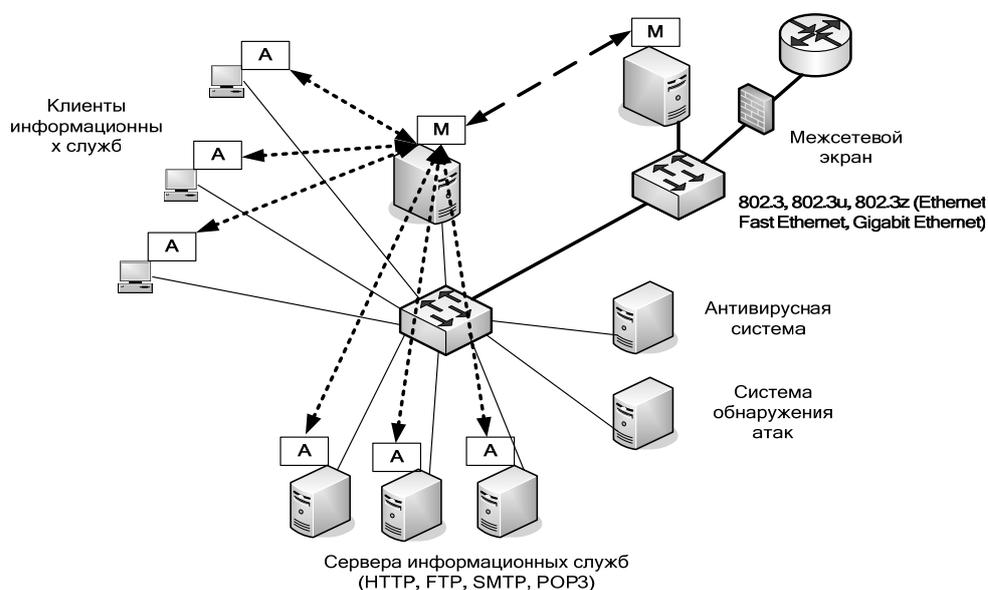


Рис. 1. Структурное представление подсистемы мониторинга ИВС

При этом за технологию построения приняты семейство технологий Ethernet и коммутационное оборудование Cisco, причем предлагаемое решение осуществляет мониторинг не только рабочих станций и серверов информационных служб, но и непосредственно самого коммуникационного оборудования коммутаторов, маршрутизаторов. Сбор информации об изменении значимых параметров осуществляется агентами системы, которые передают собранную информацию менеджеру. Агент может выполнять частично интеллектуальные функции, такие как фильтрация, реагирование по некоторому критерию. Менеджер по полученным параметрам оценивает ИБ объектов информационного взаимодействия.

**ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ СКРЫТОГО МОДАЛЬНОГО
АНТИПОДА КАБЕЛЯ МАРКИ ВВГп-3×1,5***И.Г. Бевзенко*

Рассмотрено явление разложения и восстановления импульса в кабеле марки ВВГп-3×1,5. Выполнено моделирование нескольких вариантов структур. Показано, что скрытый антипод из этого кабеля за счет заполнения его воздушных зазоров диэлектриком создать нельзя.

Ключевые слова: электромагнитный терроризм, модальные искажения, погонные задержки мод, скрытый антипод.

Необходимость обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) обусловлена, в частности, её восприимчивостью к электромагнитным помехам. Часто помехи передаются по проводникам, что приводит к нарушению нормального функционирования РЭА. Особенно опасны сверхкороткие импульсы, способные вывести из строя РЭА. Эти обстоятельства вынуждают создавать специальные устройства для защиты РЭА, основанные на новых технических принципах [1].

Однако проблема защиты от сверхкоротких импульсов может усугубиться, например, в простой структуре из двух отрезков трёхпроводных линий, из-за явления разложения в первом отрезке и его восстановления – во втором [2]. Тогда если на стыке отрезков включен между сигнальным и общим проводником защитный прибор, закорачивающий цепь при превышении определённого напряжения на нём, то почти в 2 раза большее напряжение в начале структуры может оказаться на нагрузке в конце структуры, а защитный прибор не сработает. Таким образом, есть основание полагать, что указанное явление разложения и восстановления импульса может иметь место в реальных структурах и быть одной из причин отсутствия срабатывания защитных приборов. Кроме того, если кто-либо знает параметры отрезка 2 и контролирует параметры отрезка 1, то он может организовать кондуктивное намеренное силовое воздействие методами электромагнитного терроризма, таким способом обойдя защиту критической аппаратуры. В работе [2] показано, что для реализации явления разложения и последующего восстановления импульса второй отрезок должен быть антиподом (обладать противоположными свойствами) первому, а именно – иметь обратный знак разности погонных задержек мод. Таким образом, исследование возможностей реализации антиподов реальным линиям передачи актуально.

В работе [3] показан пример получения антипода кабеля простым погружением его в среду с относительной диэлектрической проницаемостью, большей, чем у его изоляции. Также антипод можно получить простым наматыванием изолирующей ленты на кабель [4]. Однако эти варианты антипода легко заметны по изменению внешней изоляции кабеля. Поэтому если изменять диэлектрик, например под оболочкой внешней изоляции, то данный вариант будет не заметным, т.е. скрытым антиподом.

Широко распространен кабель марки ВВГп-3×1,5, в котором особый интерес представляют воздушные промежутки между слоями изоляции, с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ_{rd} (рис. 1, где А – активный проводник, к которому подключен генератор импульса; О – опорный проводник; П – пассивный проводник). Можно предположить, что если заполнить воздушные промежутки

средой с ϵ_r , большей, чем у изоляции кабеля, то получится скрытый антипод, который трудно обнаружить, т.к. он находится под внешней оболочкой кабеля. Таким образом, скрытый антипод можно получить, например, имея шприц с водой. Для этого достаточно проткнуть внешнюю изоляцию кабеля и ввести туда воду.

Цель этой работы – исследовать возможность создания скрытого антипода кабеля ВВГп-3×1,5.

В системе компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT [5] построено поперечное сечение кабеля ВВГп-3×1,5 с воздушным зазором между слоями изоляции (рис. 1, а, где $\epsilon_{r1} = 1$, $\epsilon_{r2} = 3$, $\epsilon_{r3} = 3,01$, значение ϵ_{r4} менялось от 1 до 82 с шагом 1,5). На рис. 1, б показан увеличенный фрагмент зазора толщиной $h = 0,02$ мм.

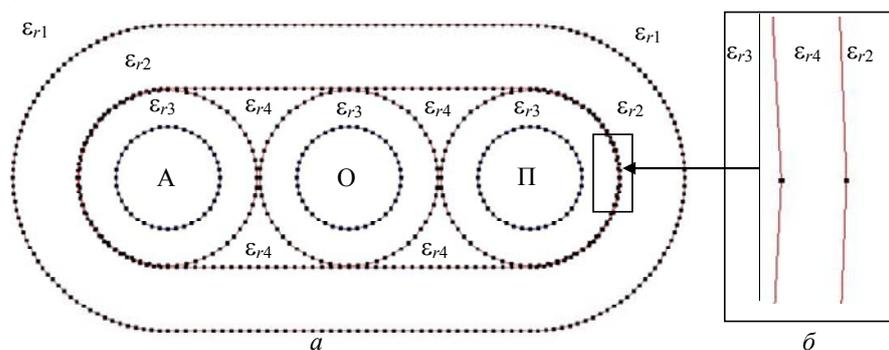


Рис. 1. Поперечное сечение кабеля марки ВВГп-3×1,5 (а), увеличенный фрагмент зазора (б)

На рис. 2 представлены графики зависимости τ_1 , τ_2 и модуля их разности $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} (структура с зазором между слоями изоляции). Из рис. 2 видно, что погонные задержки при увеличении ϵ_{r4} от 1 до 75 сближаются друг с другом. При $\epsilon_{r4}=75$ они становятся равными. Данный антипод будет сделать трудно, т.к. нужны значения $\epsilon_{r4} > 75$ для последующего восстановления импульса. Кроме того, моделируемого зазора может не быть в реальном кабеле.

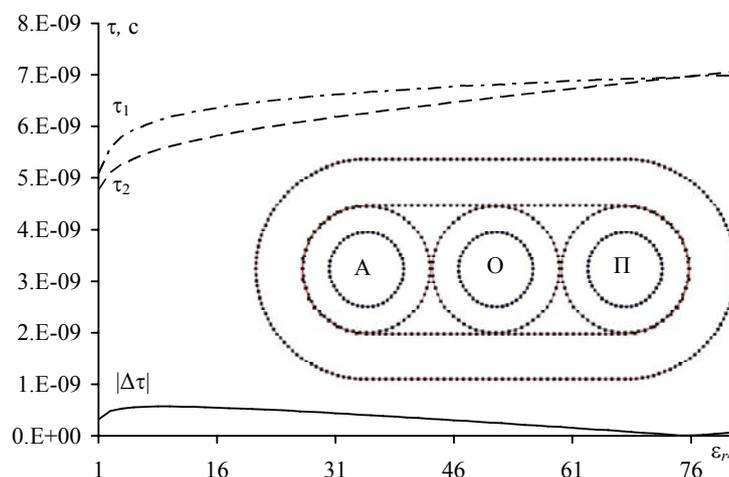


Рис. 2. Графики зависимости τ_1 , τ_2 и $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} , структура с зазорами между слоями изоляции

Далее моделировалась структура поперечного сечения кабеля ВВГп-3×1,5 без зазоров между слоями изоляции. Данное моделирование было необходимым, т.к. является наиболее близким к геометрии реального кабеля. На рис. 3 представлены графики зависимости τ_1 , τ_2 и модуля их разности $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} (структура без зазоров между слоями изоляции). Из рис. 3 видно, что погонные задержки при увеличении ϵ_{r4} от 1 до 82 не сближаются, т.е. заполнение воздушных зазоров примерно одинаково влияет на обе моды. Следовательно, антипода из данной структуры получить нельзя. Однако представляется интересным оценить влияние зазора гораздо большей величины.

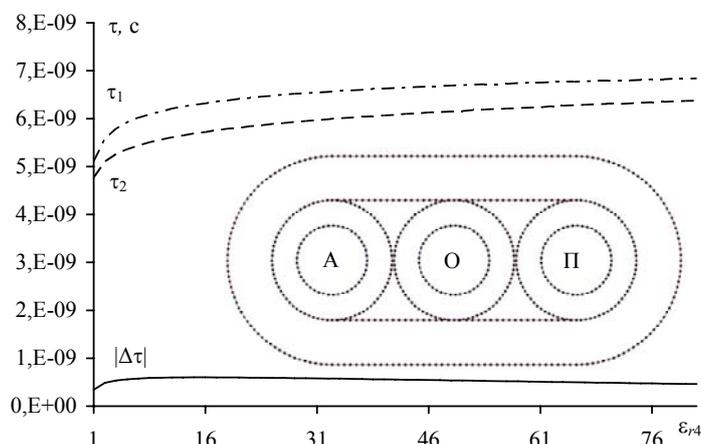


Рис. 3. Графики зависимости τ_1 , τ_2 и $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} , структура без зазоров между слоями изоляции

Далее моделировалась структура с увеличенной толщиной ($h = 0,2$ мм) зазора между слоями изоляции. На рис. 4 представлены графики зависимости τ_1 , τ_2 и модуля их разности $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} . Из рис. 4 видно, что погонные задержки при увеличении ϵ_{r4} от 1 до 35 сближаются друг с другом. При $\epsilon_{r4} = 35$ они становятся равными. При $\epsilon_{r4} > 35$ разность погонных задержек меняет свой знак на противоположный, а примерно при $\epsilon_{r4} = 70$ становится равной по модулю исходной разности. Дальнейший рост ϵ_{r4} увеличивает разность погонных задержек. Это наилучший вариант антипода из рассмотренных.

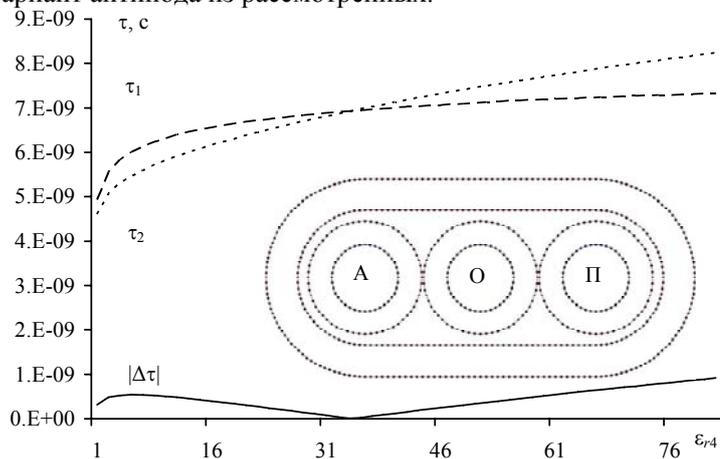


Рис. 4. Графики зависимости τ_1 , τ_2 и $|\Delta\tau|$ от ϵ_{r4} , $h = 0,2$ мм

Следовательно, создать антипод для кабеля ВВГп-3×1,5 без зазоров между слоями изоляции нельзя. Чтобы получить скрытый модальный антипод для такого кабеля, нужно увеличить толщину воздушных промежутков между слоями изоляции и заполнить их, например водой. Однако на практике получить это довольно сложно. Другой вариант – специально изготовить отдельный отрезок кабеля и подключить его к обыкновенному кабелю для воздействия.

Литература

1. Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Модальное разложение импульса в отрезках связанных линий как новый принцип защиты от коротких импульсов // Технологии ЭМС. 2006. №4. С. 40–44.
2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение и восстановление импульса в линиях передачи // Электромагнитные волны и электронные системы. 2006. №11. С. 4–7.
3. Бевзенко И.Г., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Вариант антипода для кабеля марки АППВ-3×6 // Научн.-техн. конф. молодых специалистов. «Электронные и электромеханические системы и устройства» (10–11 апреля 2008 г.). Томск, 2008. С. 69–71.
4. Бевзенко И.Г., Заболоцкий А.М. Влияние параметров дополнительного диэлектрического слоя на погонные задержки кабеля марки АППВ-3×6 // XIV Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии. СТТ-2008» (24–28 марта 2008 г.). Томск, 2008. С. 13–14.
5. Газизов Т.Р. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2009614871. TALGAT 2008 / Т.Р. Газизов, А.О. Мелкозеров, Т.Т. Газизов и др. М.: Роспатент, 08.09.2009. Бюл. №4. С. 313.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ IPTV

А.А. Борисенкова

Проанализирована технология IPTV, выявлены возможные угрозы, определены основные механизмы обеспечения информационной безопасности, выявлены их достоинства и недостатки.

Цифровая технология многопрограммного интерактивного телевизионного вещания – IPTV (Internet Protocol Television) основана на технологии интегрированного комплекса услуг (Triple Play). Сети IPTV могут предоставлять абонентам такие услуги, как организация потокового телевидения, «видео по запросу», запись ТВ-программ по запросу, интерактивное ТВ, видеотелефон для абонентов оператора. Данная технология является перспективной, поэтому остро стоит вопрос ее безопасности.

В рекомендации МСЭ-Т Х.805 определены основные возможные угрозы безопасности:

- 1) несанкционированный доступ к информации;
- 2) нарушение целостности данных;
- 3) угрозы безопасности связи.

Сеть IPTV также подвержена следующим угрозам:

- 1) возможность перехвата контента при передаче по транспортной сети;
- 2) возможность нелегального использования контента, уже доставленного абоненту (к примеру, перенос его на персональный компьютер, не подключенный к сети);

3) возможность перепрограммирования абонентских устройств и персональных компьютеров с целью изменения логики работы программных средств защиты;

4) «клонирование» абонентских устройств, или их эмуляция на персональном компьютере (при этом только одно устройство получает контент на законных основаниях, а остальные получают неавторизованный доступ).

Для защиты от данных угроз существуют различные решения. Самыми распространенными из них являются:

1) система условного доступа, шифрующая ТВ-сигнал для того, чтобы получать его могли только авторизованные пользователи. Этот компонент может обеспечивать авторизацию как собственными методами, так и средствами сторонних систем, автоматизированной системы расчетов или промежуточного программного обеспечения для управления функционированием IPTV;

2) система управления цифровыми правами – DRM (Digital Right Management). В зону ответственности DRM попадает деятельность по предоставлению или ограничению доступа к контенту, в зависимости от договорных условий между оператором и абонентом. DRM защищает контент на уровне приложений. DRM позволяет управлять доступом и использованием цифрового контента, защищать цифровой контент от незаконного или неавторизованного использования, отслеживать попытки несанкционированного доступа;

3) программно-аппаратная защита аудиовидеоинформации от копирования, реализуемая на аналоговом уровне. Широко используются для защиты дисков от копирования.

Направлением дальнейшей работы является сравнительная характеристика механизмов защиты данных, реализованных в конкретных программно-аппаратных решениях от различных производителей, выявление рациональных решений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ CISCO SYSTEMS

А.А. Борисенкова

Безопасность информационно-вычислительной сети (ИВС) обеспечивается отсутствием уязвимостей в коммуникационном оборудовании (КО) сети, адекватным применением средств защиты и отсутствием у них уязвимостей, а также квалифицированными действиями обслуживающего персонала при настройке и обслуживании КО и средств защиты. Анализ безопасности ИВС и подготовка персонала, как правило, производятся на отдельно функционирующих прототипах или испытательных стендах (ИС), стоимость которых может оказаться весьма значительной.

Для упрощения испытаний и обучения целесообразно применение средств виртуализации КО для создания прототипа ИС и учебно-тренировочного комплекса (УТК). Наиболее полно отвечает требованиям по эмуляции оборудования ведущего производителя КО и средств защиты Cisco Systems программный эмулятор Dynamips/Dynagen, имеющий широкий спектр функциональных возможностей [1], что позволяет использовать его как основу прототипа ИС и УТК при анализе безопасности сетей на основе КО Cisco Systems. Структурно-функциональная схема прототипа ИС (рис. 1) состоит из следующих элементов:

1. Модуль обработки тестовых лабораторных работ (ЛР) (рис. 2).
2. Сервер эмуляции оборудования Cisco Systems, предназначенный для эмуляции аппаратной части маршрутизаторов.
3. Блок управления сервером эмуляции (БУСЭ) и эмулируемыми устройствами (Dynagen).

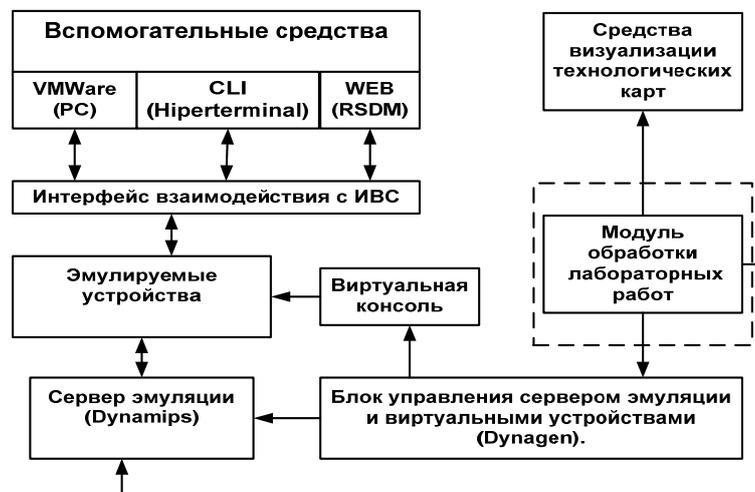


Рис. 1. Структурно-функциональная схема прототипа испытательного стенда



Рис. 2. Структурно-функциональная схема модуля обработки ЛР

4. Виртуальная консоль, эмулирующая консольный порт (CONSOLE) эмулируемого устройства.

5. Интерфейс взаимодействия с ИВС в виде стандартного многоуровневого интерфейса WinPCap-TCP/IP-WinAPI.

6. Набор вспомогательных внешних программно-аппаратных средств обеспечения функционирования ИС.

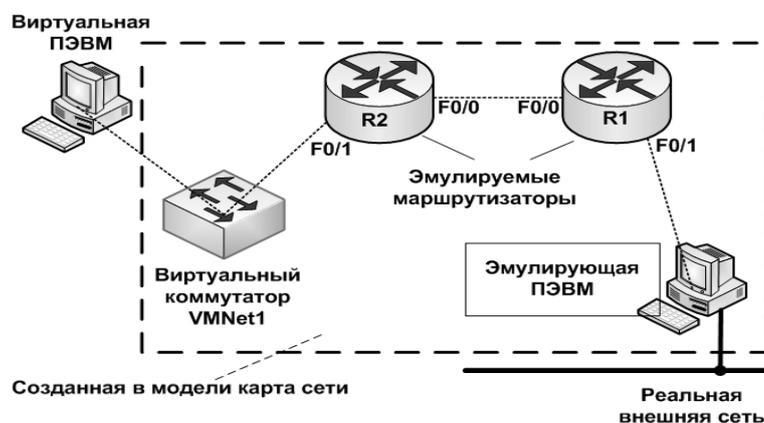


Рис. 3. Пример карты сети, описываемой моделью

База данных содержит совокупность экземпляров лабораторных работ, создаваемых в зависимости от целей тестирования. Экземпляр лабораторной работы состоит из следующих составных частей:

1. Описание лабораторной работы в виде текст-графического документа в формате PDF, которое содержит необходимую теоретическую часть; карту эмулируемой сети; технологическую карту пошагового выполнения теста (лабораторной работы).

2. Модель лабораторной работы в виде формализованного текстового описания задания серверу эмуляции.

Пример карты сети, описываемой одной из моделей, приведен на рис. 3. На виртуальной ПЭВМ может располагаться источник атак (сканер сетевой безопасности); маршрутизатор R2 выполняет роль обычного маршрутизатора периметра; на маршрутизаторе R1 функционирует тестируемая IOS IPS; на эмулирующей машине находятся защищаемые ресурсы и средства протоколирования. Затем формируется соответствующий целям тестирования [2] набор воздействий на фрагмент сети и проводятся испытания.

Литература

1. http://www.ipflow.utc.fr/index.php/Cisco_7200_Simulator
2. Vladimirov A.A., Gavrilenko K.V., Vizulis J.N. and Mikhailovsky A.A. Hacking Exposed Cisco Networks: Cisco Security Secrets & Solutions – McGraw-Hill/Osborne ©. 2006. 648 p.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОСТКРИЗИСНЫХ УСЛОВИЯХ

С.В. Ишкова, Д.Э. Кусраева

Рассмотрены вопросы обеспечения информационной безопасности в посткризисных условиях, а также охарактеризованы основные источники угроз ИБ хозяйствующих субъектов. Предложены варианты решений построения эффективных систем защиты данных от утечки конфиденциальной информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, угрозы информационной безопасности, защита информации от несанкционированного доступа, система защиты данных.

Важнейшим активом практически любой современной организации или компании является информация. Как и всякий критически важный актив, информация нуждается в защите, а в случае ее утечки или искажения компания несет довольно серьезные убытки.

Кризис, затормозивший разработку разных типов программного обеспечения, не привел к снижению темпов роста вредоносного ПО: угрозы становятся все более комплексными; часть программистов, потерявших работу, становятся членами сообществ, которые зарабатывают на написании вредоносного кода. Такой вид деятельности в последнее время становится все более бизнес-ориентированным. В 2009 г. увеличился рост количества троянских программ, ориентированных на кражу конфиденциальной информации, в большей степени относящейся к банковским аккаунтам и онлайн-играм [1].

Возвращаются файловые вирусы, которые теперь крадут информацию и способны распространяться с помощью сменных носителей. В 2009 г. 93% утечек были вызваны действиями инсайдеров – сотрудниками, имеющими санкционированный доступ к конфиденциальной информации. Данный тип носителей не всегда контролируется службой безопасности и обладает достаточной емкостью, чтобы вместить конфиденциальную информацию.

Варианты решений по защите информации от утечки представлены на рис. 1.



Рис. 1. Варианты систем защиты данных

На современном этапе развития средств защиты от утечки конфиденциальной информации более эффективно использование простых, но при этом гораздо более дешевых и надежных средств разграничения доступа.

Наиболее популярным продуктом такого класса является программный комплекс DeviceLock 6.4 производства российской компании «Смарт Лайн Инк». DeviceLock 6.4 позволяет контролировать весь спектр потенциально опасных

устройств: USB-порты, дисководы, CD-ROM'ы, а также FireWire, инфракрасные, принтерные (LPT) и модемные (COM) порты, WiFi и Bluetooth адаптеры, а также назначать права доступа для пользователей и групп пользователей; имеет систему удаленного управления, обеспечивающую доступ ко всем возможным функциям программы [2].

В новой версии программного комплекса DeviceLock 6.4 принципиально повышена гранулированность контроля привилегий пользователя за счет поддержки функции детектирования и фильтрации типов файлов для любых операций файловой системы. Обеспечиваются перехват, экстракция, детектирование типа и блокирование файловых объектов во всех локальных каналах утечки данных защищаемого компьютера.

Еще одна важная функция – интеграция с программным продуктом ViPNet SafeDisk 4 производства компании «Инфотекс», предназначенным для шифрования данных, которые хранятся на внутренних дисках и внешних носителях ПК. Данный комплекс – это первое на российском рынке интегрированное решение по контролю шифрования съемных устройств памяти любых типов, которое использует российские криптоалгоритмы и позволяет администраторам ИБ предотвратить несанкционированный экспорт данных на внешние носители в нешифрованном виде, не запрещая при этом сотрудникам сохранять их зашифрованными для использования в служебных целях.

Существенное улучшение управляемости DeviceLock 6.4 достигнуто за счет поддержки полнофункциональных политик доступа, протоколирования и теневого копирования в режиме офлайн, когда защищаемый компьютер находится вне корпоративной сети или серверы управления DeviceLock недоступны [3].

В посткризисных условиях при нехватке легальных рабочих мест актуальным становится нелегальный заработок, при этом происходит все большая дифференциация киберпреступников, а каждая деятельность в зависимости от трудоемкости и опасности приобретает свою рыночную цену (таблица) [4].

Киберпреступники уже начали обыгрывать сложившуюся ситуацию. Появилась информация о случаях спам-сообщений, в которых говорится о тяжелом положении того или иного банка и предлагается срочно спасти за небольшую плату половину размещенного в нем вклада.

Расценки на работы в андеграундной экономике

Актив	Цена, долл.
Плата за каждую новую установку adware	0,02–0,30
Вредоносная программа, базовая редакция	1000–2000
Дополнительные сервисы к вредоносным программам	От 20
Аренда набора для взлома (1 ч)	От 0,99 до 1
Аренда набора для взлома (2,5 ч)	От 1,60 до 2
Аренда набора для взлома (5 ч)	Примерно 4
Троян, не обнаруживаемый вирусами	Примерно 80
Атака DDoS	100 в день
10 тыс. взломанных ПК	1000
Реквизиты доступа к банковскому счету	От 50
Миллион недавно добытых адресов электронной почты	От 8 и выше

По данным «Лаборатории Касперского» социальные сети также стали основной мишенью атак в 2009 г. в 2010 г. наблюдался переход от концептуаль-

ных угроз и пробных атак к массовым атакам. Социальные сети содержат персональную информацию, которая может быть использована и в корыстных целях злоумышленниками.

В заключение необходимо отметить, что в посткризисных условиях перед руководителями большинства компаний остро встает вопрос о сокращении издержек в сфере ИТ, но потери от инцидентов ИБ будут расти быстрее, нежели стоимость внедрения решений по информационной безопасности. Следовательно, расходы на ИТ-безопасность не только не могут быть сокращены, но и, возможно, потребуют более пристального внимания и дополнительных инвестиций.

Литература

1. Данные лаборатории Касперского [Электронный ресурс]. Режим доступа. <http://www.kaspersky.ru/news>
2. Сайт программного комплекса DeviceLock [Электронный ресурс]. Режим доступа. <http://www.devicelock.ru/>
3. Афанасьев М. Съёмные носители как угроза информационной безопасности [Текст] / М. Афанасьев // Компьютерпресс. 2009. № 7. С. 28.
4. Данные доклада Trend Micro [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.compress.ru/Archive/CP/2009/6/8/_3.pdf

УДК 004.738.5.772

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

С.Ю. Исхаков

Рассмотрен процесс администрирования локально-вычислительной сети. Выявлены основные этапы обслуживания любого объекта сети, представлен общий алгоритм решения задач и определены типовые задачи системного администратора.

Ключевые слова: системный администратор, работоспособность, процедура, обслуживание, энергонезависимая память.

При эксплуатации локально-вычислительных сетей (ЛВС) необходимо регулярно проводить оценку функционирования с целью принятия решений для поддержания их работоспособности [2]. В большинстве случаев эта работа ложится на плечи людей, именуемых системными администраторами. Их деятельность направлена на управление сложными информационными объектами. И хотя эти объекты являются полностью алгоритмизированными, работа системного администратора зачастую включает больше ручных операций, чем автоматизированных.

На базе ЛВС ГОУ ВПО СибГМУ Росздрава проводится исследование, направленное на оценку функционирования сети с учетом специфики организации, а также на автоматизацию процесса администрирования.

В ходе анализа процесса администрирования исследуемого объекта было выявлено, что задача обслуживания всей сети состоит из набора операций по администрированию ее компонентов [2]. Было выделено три основных этапа решения задачи, относящихся как к каждому элементу ЛВС в отдельности, так и ко всей сети в целом:

- 1) первоначальная установка и настройка;
- 2) модификация до заданного уровня параметров;

3) сопровождение.

Если принять за «сложность» интуитивно понятную величину, пропорциональную числу настроенных программных компонентов на объекте, то на втором этапе автоматизация деятельности системного администратора принесет наибольшую пользу.

Сложность формируется в результате труда системного администратора и сохраняется, когда объект находится в выключенном состоянии «offline». То есть модификации, проведенные администратором, должны сохраняться в энергонезависимой памяти.

Таким образом, весь процесс администрирования можно разбить на последовательность решений определенных задач [1]. Решение включает в себя связанную и конечную последовательность абстрактных процедур. Процедуры можно представить в виде «черного ящика» алгоритма настройки, на вход которого поступает точное описание требуемого результата, а на выходе получается ожидаемый результат (рис. 1).

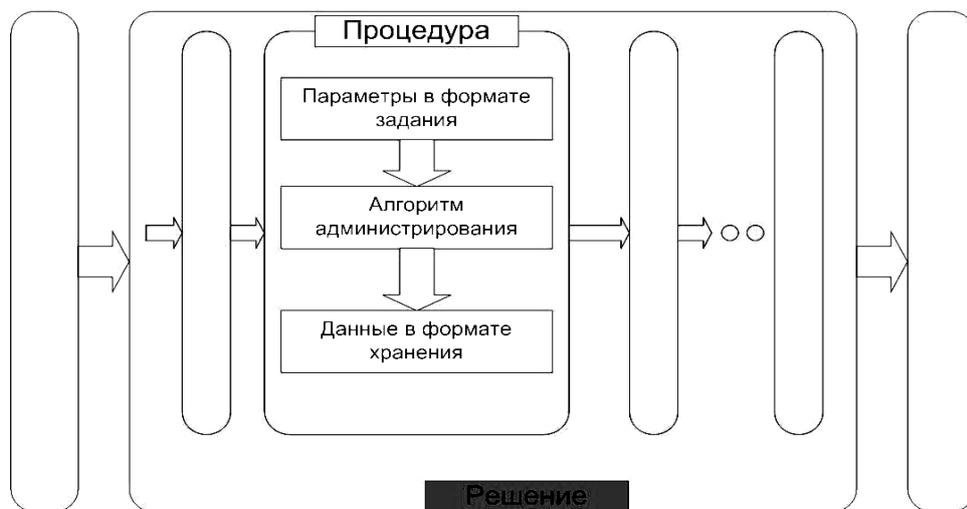


Рис. 1. Представление процесса системного администрирования в виде последовательности субопераций

В таблице представлены основные задачи системного администратора, решаемые на этапе модификации [1].

Типовые задачи системного администратора на этапе модификации объекта

№	Типовые задачи	Форма хранения	Формат задания
1	2	3	4
1	Модификация файловой системы	Файлы и папки	Имена файлов и папок
2	Установка и удаление пакетов	Пакеты и база пакетного менеджера	Список URL пакетов или сами пакеты
3	Создание и удаление пользовательских учетных записей	База учетных записей	Список учетных записей с атрибутами
4	Создание и модификация конфигурационных файлов	Конфигурационные файлы и базы	Настройки в формате конфигурационных файлов

1	2	3	4
5	Последовательное выполнение настроек согласно спецификации	Спецификация настроек	Установочные параметры
6	Откат к исходному состоянию настроек	Резервные копии	Имена файлов и папок для резервирования
7	Удаленное или автоматическое выполнения всех перечисленных действий на нелокальной машине	База паролей и ключей доступа	Пароли, ключи, адреса и порты

Дальнейшие этапы проводимого исследования предполагают построение обобщенных алгоритмов процедур и решений для последующей их реализации в виде программ автоматического администрирования.

Литература

1. Барабанов А. Вычислительная модель. Введение в системное программирование // Системный администратор. 2009. № 12. С. 18–22.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010. 944 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ХАРАКТЕРИСТИК КРИПТОМАРШРУТИЗАТОРА «ДИОНИС ТС»

М.А. Куцакин

В настоящее время при построении телекоммуникационных систем (ТКС) очень жесткие требования предъявляются к среднему времени доставки сообщений от отправителя до получателя, к задержкам, возникающим при работе ТКС, которые являются важными показателями защищенности информации, циркулирующей в ТКС.

Широкая распространенность средств защиты при построении ТКС обуславливает актуальность исследования процессов функционирования программно-аппаратных комплексов (ПАК), криптомаршрутизаторов (КМ), реализующих функции обработки, передачи и защиты информации в ТКС. КМ «Дионис ТС» является одним из распространенных сертифицированных отечественных ПАК.

С целью исследования возможностей и характеристик КМ «Дионис ТС» моделируется процесс его функционирования в сети передачи данных. В качестве основного математического аппарата используется теория систем массового обслуживания.

В обмене пакетными данными участвуют две локальные вычислительные сети (ЛВС). В каждой из них для маршрутизации и защиты данных используется шлюз КМ «Дионис ТС», к которому подключены рабочие станции (РС). Распределение заявок на РС формируется по экспоненциальному закону, скорость передачи открытых пакетов – по сетям доступа (СД) до КМ «Дионис ТС». СД построены по технологиям Ethernet и IP. Характеристики и потери, обусловленные

работой транспортной сети, при построении имитационной модели не учитывались. В ходе исследования установлено, что от выбранного режима работы время обработки поступившего в КМ пакета составляет от 0,02 до 0,04 с.

Эффективность функционирования КМ «Дионис ТС» при передаче данных через ТКС оценивается по значению среднего времени доставки пакета данных от абонентского терминального оборудования одной сети доступа до абонентского терминального оборудования противоположной сети доступа.

При исследовании приняты ограничения: техническое и программное обеспечение оконечных ЛВС абсолютно надёжно, отказов по вине обслуживающего персонала не происходит.

Для имитационного моделирования использовалась программная среда имитационного моделирования AnyLogic 5.3.1. Разработан алгоритм функционирования КМ «Дионис ТС» при использовании его в ТКС. Модель является дискретно-событийной и реализована на основе совокупности блок-схем библиотеки AnyLogic™ Enterprise Library.

В основу построения блок-схемы легли правила обмена заявок между объектами:

- заявки поступают в объект и покидают его через порты;
- порт может работать только в одном направлении;
- входной порт может быть соединен только с выходным портом.

В соответствии с разработанным алгоритмом проведён имитационный эксперимент и проанализированы зависимости влияния независимых управляемых переменных разработанной модели на зависимую переменную, а также произведена проверка адекватности модели экспериментальным данным.

В качестве независимых управляемых переменных выступают:

- время передачи исходного пакета от РС до КМ «Дионис ТС» $T_{рс}$;
- время передачи зашифрованного пакета с данными по каналу связи $T_{прд}$;
- время обработки пакетов на КМ «Дионис ТС» в зависимости от выбранного режима работы $T_{шифр}$ или $T_{дешифр}$.

В качестве исследуемого параметра используется среднее время доставки пакета от РС ЛВС1 до РС ЛВС2 по ТКС с использованием КМ «Дионис ТС», определяемое суммой времени обработки, времени прохождения пакета от РС до КМ «Дионис ТС», времени доставки по каналу связи и времени дешифрования пакета на приёмной стороне:

$$T_{ср} = T_{рс} + T_{прд} + T_{шифр} + T_{дешифр}$$

В эксперименте реализованы не все возможные сочетания уровней фактов, поэтому алгоритм соответствует дробному факторному эксперименту.

Анализ и интерпретация результатов моделирования, проверка адекватности исследуемой модели моделируемому объекту позволили сделать следующие выводы:

- дисперсия исследуемой величины однородна во всех точках факторного пространства;
- составленное уравнение регрессии является значимым для модели;
- регрессионная модель адекватна экспериментальным данным.

Для решения задачи нахождения оптимального значения среднего времени доставки используется два способа: Гаусса–Зейделя и способ крутого восхождения.

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что минимальное значение среднего времени доставки зависит от значений исходных параметров, входящих в соответствующие диапазоны. Оба используемых способа позволили оп-

ределить совокупность значений исходных параметров (T_{pc} , $T_{прд}$, $T_{шифр}$, $T_{дешифр}$), при которых значение выходного параметра ($T_{ср}$) будет минимальным. Разница между результатами оптимизации обуславливается особенностями каждого способа.

Литература

1. Бочков М.В. Имитационное моделирование информационно-телекоммуникационных систем: учеб. пособие / М.В. Бочков, Б.И. Соловьев. Орел: Академия ФСО России, 2008. 191 с.
2. Справочные материалы пакета среды имитационного моделирования AnyLogic 5.3.1.
3. Методические указания к практическим занятиям по настройке программно-аппаратного комплекса телекоммуникационного сервера Дионис ТС, ООО «Фактор-ТС», 2006.

УДК 004.9

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД КОНТЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРОТИВОПРАВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Т.А. Нгуен

Анализируются существующие работы по фильтрации порнографических изображений на основе анализа их содержимого и предлагается комбинированный метод, сочетающий достоинства существующих подходов.

Ключевые слова: контентный анализ изображений, фильтрация изображений, обнаружение порнографических изображений.

В настоящее время многие сотрудники государственных организаций имеют рабочие станции (РС) с выходом в Интернет, через которые пользователи посещают различные Web-сайты с целью получения деловой информации, необходимой для решения служебных задач. Известно, что в Web-потоке могут содержаться вредоносные данные, в т.ч. противоправные изображения, которые нужно отфильтровать, чтобы обеспечить безопасность и производительность РС. Противоправными изображениями могут быть порнографические изображения, изображения, пропагандирующие терроризм, насилие и др. В данной статье рассматривается возможность обнаружения порнографических изображений (ПИ).

Для обнаружения ПИ могут быть применены два подхода: обнаружение по черному списку URL-адресов Web-сайтов Internet и сигнатурам сопровождающего текста и обнаружение на основе контентного анализа. Существующие на рынке средства фильтрации ПИ (*Web Filter, Cyber Sister, Net Nanny, K9 Web Protection, Kaspersky Internet Security* и др.) осуществляют фильтрацию в соответствии с методами первого подхода, поэтому могут быть достаточно эффективными только для известных источников ПИ. Обнаружение ПИ на основе контентного анализа позволяет блокировать по негативному содержанию вне зависимости от адреса и текста. Суть такого подхода заключается в выявлении на изображении фрагментов и элементов, связанных с человеком, таких как лицо, туловище, конечности, цвет кожи, нижнее белье и др. Обработав эти данные, можно делать вывод о наличии или отсутствии порнографического содержимого на изображении.

Анализ существующих работ [1–6] по обнаружению ПИ на основе контентного анализа показал, что связанные с лицом высокоуровневые характеристики ($F1$ – число лиц на изображении, $F2$ – площадь областей лиц, $F3$ – положение лица на изображении, $F4$ – отношение площади кожи по всему изображению к площади лиц и $F5$ – отношение площади самого большого сегмента кожи к площади лиц) оказываются очень эффективными для обнаружения ПИ. Метод построения модели цвета кожи, основанный на кожной области лица, позволяет окончательно решить проблему разноцветности кожи для разных человеческих рас. При этом дерево принятия решений легко обучается и обладает высокой скоростью при обнаружении. Однако данный подход имеет существенное ограничение, заключающееся в том, что присутствие лица на изображении является обязательным.

Среди универсальных, т.е. не требующих наличия лица на изображении методов обнаружения ПИ интерес представляет работа Лианга [6], в которой применяется статистическая модель цвета кожи и используются 13 характеристик, связанных с областями кожи и их формой (P_1 – процент кожи, P_2 – процент кожных цветов, P_3 – количество кожных областей, P_4 – количество конечностей, P_5 – высота областей, P_6 – ширина областей, P_7 – P_{13} – семь моментов Xy). Анализ указанных параметров позволяет обнаружить 85% ПИ.

Модификация с целью устранения недостатка подхода [5], предполагает комбинирование достоинств двух подходов. Блок-схема алгоритма комбинированного метода представлена на рис. 1.

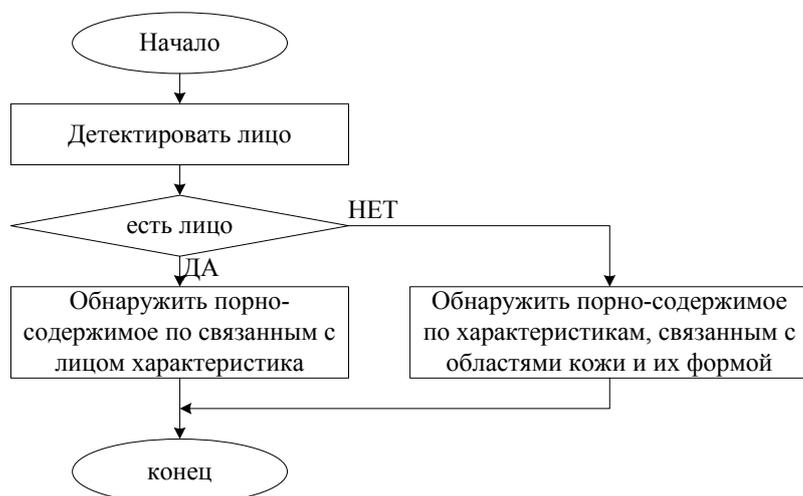


Рис. 1. Блок-схема алгоритма комбинированного метода обнаружения ПИ

Первым шагом в этом случае является детектирование лиц. Если на изображении присутствует одно или несколько лиц, то обнаружение будет осуществляться по характеристикам, связанным с лицом. После того как лицо было обнаружено, осуществляется построение модели цвета кожи по кожной области лица. Полученная модель позволяет с требуемой точностью обнаружить на изображении остальные кожные области, из которых вычисляются все характеристики. Схема определения наличия порнографического содержания на изображении представлена на рис. 2.

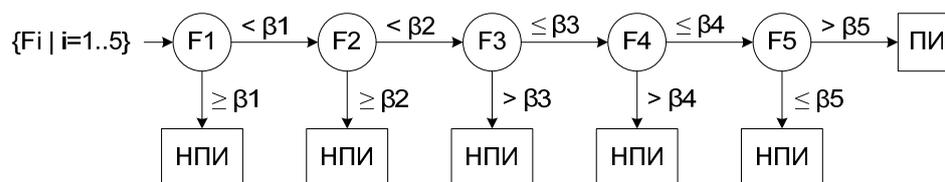


Рис. 2. Принятие решения о наличии порнографического содержания

Если не обнаружено ни одного лица на изображении, то для детектирования областей кожи необходимо построить статистическую модель цвета кожи. Затем осуществляется обнаружение кожных областей, из которых извлекаются 13 характеристик ($P1-P13$). Если ни одна кожная область не была обнаружена, то изображение считается допустимым.

Для того чтобы определить, является ли заданное изображение порнографическим, в качестве классификатора используется многослойный перцептрон (МП). Было выявлено, что оптимальными параметрами МП для классификации изображений в данном случае являются: 1 скрытый слой, 10 нейронов в скрытом слое [7].

Литература

1. Wang J., Wiederhold G., Firshein O. System for screening objectionable images using Daubechies' wavelets and colour histograms // IDMS'97. Vol. 1309. Springer-Verlag LNCS. 1997. P. 20–30.
2. Chan Y., Harvey R., Smith D., Building systems to block pornography. In Eakins J. Harper, D., eds. // Challenge of Image Retrieval. BCS Electronic Workshops in Computing series. 1999. P. 34–40.
3. Zeng W., Gao W., Zhang T., Liu Y. Image Guarder // An Intelligent Detector for Adult Images, ACCV200. Jeju Island. Korea. Jan. 27–30. 2004. P. 198–203.
4. Fleck M.M., Forsyth D.A., Bregler C. Finding naked people // ECCV. Vol. II. Springer-Verlag. 1996. P. 593–602.
5. Zheng Q.F., Zhang M.J., Wang W.Q. A Hybrid Approach to Detect Adult Web Images. PCM. 2004. P. 609–616.
6. Liang K.M., Scott S.D., Waqas M., Detecting pornographic images, ACCV. 2004. P. 497–502.
7. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing Second Edition. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 793 p.

АТАКИ НА ПРОТОКОЛ SSL

В.А. Перегудов

Secure Sockets Layer (англ. SSL – уровень защищённых сокетов) – криптографический протокол, который устанавливает безопасные соединения между клиентом и сервером в сетях TCP/IP и обеспечивает конфиденциальность обмена данными между ними [1].

Ввиду достаточно широкого распространения протокола, в частности, его использования в государственных, банковских и частных системах, к нему возрастает интерес злоумышленников, преследующих различные цели. Рассмотрим

и проведем анализ существующих атак, которым может быть подвержен данный протокол. Самыми значимыми являются следующие виды атак [2]:

1. Раскрытие шифров. Протокол SSL использует несколько криптографических алгоритмов для шифрования данных и ключей: DES, RC4, RSA, DSS и др. Если на эти алгоритмы осуществлена успешная атака, то SSL уже можно считать небезопасным.

Например, атака, направленная на перехват сессии, может производиться путем ее записи, и затем осуществляется попытка подбора ключа сессии или подбор секретного ключа алгоритма РША. Этот процесс может занять большое количество компьютерного времени, но в случае успеха можно извлечь передаваемую информацию.

2. Атака открытого текста. Атака открытого текста производится, когда злоумышленник может предположить, какие сообщения могут передаваться между клиентом и сервером, и набирать статистику, затем с помощью простых просмотрных функций идентифицировать ключ сессии. Соответственно, можно раскрыть весь поток передаваемых данных. Эффективность проводимой атаки напрямую зависит от быстрейшего использования для атаки ПЭВМ.

3. Атака отклика. Атака отклика достаточно проста. Злоумышленник записывает коммуникационную сессию между клиентом и сервером. В последующем он устанавливает соединение с сервером и воспроизводит записанные сообщения клиента. SSL противостоит этой атаке с помощью уникального идентификатора соединения. Увеличение длины идентификатора соединения делает атаку отклика сложной, так как вероятность его угадывания с каждым добавленным битом делается меньше, но не исключается.

4. «Человек посередине». Атака посредника (человек посередине) предполагает участие в коммуникационной сессии трех субъектов: клиента, сервера и злоумышленника-посредника, находящегося между ними. Злоумышленник выдает себя за легальный сервер для клиента и легальный клиент для сервера. Такое положение позволяет злоумышленнику перехватывать все сообщения, следующие в обоих направлениях, и подменять их.

Процесс подмены и имитации легального клиента и сервера злоумышленником показан на рис. 1.

При функционировании протокола клиенту, запрашивающему соединение с сервером, необходимо убедиться в легитимности сервера, а серверу в свою очередь – в подлинности клиента, т.е. реализация двухсторонней аутентификации. А затем осуществляется защищенная передача данных. В целом взаимодействие по протоколу можно представить несколькими этапами:

Этап 1. Сначала клиент осуществляет запрос серверу на соединение сообщением «CLIENT HELLO», и сервер в свою очередь отвечает сообщением «SERVER HELLO», при этом определяются номер версии протокола, идентификатор сеанса, комплект шифров, метод сжатия и исходные случайные числа. По окончании начального этапа успешной взаимной аутентификации и анализа необходимых параметров соединения от сервера следует сообщение «SERVER HELLO DONE».

Этап 2. В результате анализа используемых сервером комплектов шифров клиент выбирает предпочтительные криптоалгоритмы (согласно собственным приоритетам) и данную информацию передает серверу в запросе «CLIENTKEY EXCHANGE», согласовывая с ним вариант использования комплекта шифров.

Этап 3. В результате согласования параметров комплекта шифров формируются ключи шифрования и проверки целостности передаваемых данных каждой из взаимодействующих сторон в отдельности.

Этап 4. В итоге между клиентом и сервером происходит защищенный обмен данными.

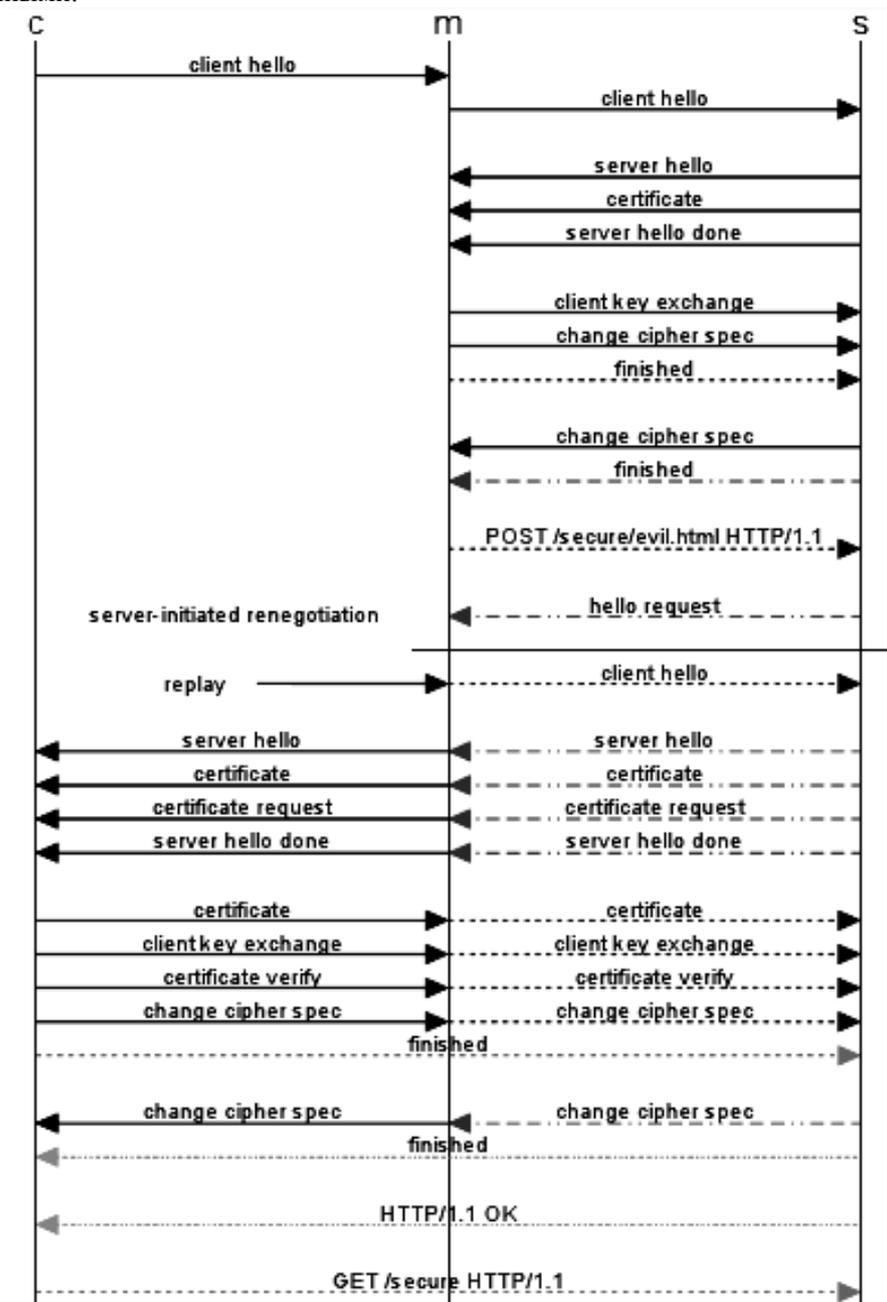


Рис. 1. Алгоритм процесса подмены и имитации легального клиента и сервера злоумышленником

Злоумышленник в рамках данного соединения, осуществляя атаку «человек посередине», представляется для сервера легальным клиентом, а для клиента – легальным сервером.

Одним из решений задачи исключения и обнаружения злоумышленника в подмене участников соединения в протоколе SSL требуется оптимизировать механизм аутентификации. Вариантом оптимального решения задачи является включение в протокол дополнительного идентификатора клиента (сервера) и временной метки, которые позволят уже на стадии аутентификации быть достоверно уверенными в легитимности друг друга.

Литература

1. RFC 2246 – Протокол SSL/TLS.
2. Запечников С.В. Криптографические протоколы и их применение в финансовой и коммерческой деятельности: учеб. пособие для вузов. М., 2007.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ И АУТЕНТИЧНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

П.А. Петров

Проблемы обеспечения информационной безопасности в корпоративных компьютерных сетях обусловлены угрозами безопасности для локальных рабочих станций, локальных сетей и атаками на корпоративные сети, имеющими выход в общедоступные сети передачи данных.

Цели нарушителя, осуществляющего атаку:

- нарушение конфиденциальности передаваемой информации;
- нарушение целостности и достоверности передаваемой информации;
- нарушение работоспособности всей системы или отдельных ее частей.

Распределенные системы подвержены, прежде всего, удаленным атакам, поскольку компоненты распределенных систем обычно используют открытые каналы передачи данных, и нарушитель может не только проводить пассивное прослушивание передаваемой информации, но и модифицировать передаваемый трафик (активное воздействие). И если активное воздействие на трафик может быть зафиксировано, то пассивное воздействие практически не поддается обнаружению.

Целью исследования являются анализ проблем безопасности защищенного доступа пользователей к информационным ресурсам и разработка предложений по совершенствованию современных механизмов обеспечения аутентичности, конфиденциальности и целостности данных на основе отечественных криптографических ГОСТов.

В рамках исследования необходимо определить следующие условия:

- 1) анализ условий функционирования открытых компьютерных систем информационного доступа;
- 2) анализ угроз информационной безопасности и возможных действий злоумышленника;
- 3) анализ существующих современных протоколов безопасности;
- 4) разработка модели защищенного взаимодействия;
- 5) разработка метода и алгоритма защищенного взаимодействия;

б) разработка системы защищенного взаимодействия пользователей с информационными ресурсами.

Результатом исследования является построение программно-аппаратного комплекса, использующего протокол безопасного взаимодействия совместно со средствами хранения и обработки ключевой информации на базе ги-токенов.

Разрабатываемый протокол должен выполнять функции по созданию защищенного канала между пользователями компьютерной сети, обеспечивая их взаимную аутентификацию, конфиденциальность и целостность передаваемых данных. В основе протокола предусматривается комплексное использование симметричных криптосистем. Двухсторонняя аутентификация обеих сторон выполняется путем обмена пакетами аутентификации (клиента и сервера). Конфиденциальность обеспечивается шифрованием передаваемых сообщений с использованием симметричных сессионных ключей, которыми стороны обмениваются при взаимной аутентификации. Сессионные ключи должны передаваться также в зашифрованном виде, заблаговременно выданные пользователям и находящиеся в защищенном хранилище (ги-токенах). Подлинность и целостность циркулирующей информации обеспечивается за счет формирования и проверки, защищенной симметричным шифрованием, на основе сессионного ключа, контрольной суммы по алгоритму CRC 32. Для вычисления хэш-функций применяется стандарт ГОСТ Р34.11-94.

Функции разрабатываемого комплекса:

- идентификация и аутентификация пользователей;
- криптозащита передаваемых данных;
- разграничение доступа к ресурсам внутренней сети;
- фильтрация и преобразование потока сообщений;
- трансляция внутренних сетевых адресов для исходящих потоков сообщений;
- поддержка любого ПО (программного обеспечения), которое имеет возможность работы через прокси-сервера;
- контроль над направлениями информационных потоков и разграничение доступа в зависимости от владения пользователем секретным ключом и идентификатором пользователя, которому в базе данных присваиваются определенные атрибуты.

Эффективность использования протокола для выполнения функций посредничества обеспечивается его ориентацией на сеансовый уровень МВОС. По сравнению с посредниками прикладного уровня на сеансовом уровне достигается более высокое быстродействие и независимость от протоколов уровня приложений (HTTP, FTP, POP3, SMTP и др.). Кроме того, протокол не привязан к протоколу IP и не зависит от платформы операционной системы.

Таким образом, данный комплекс позволит повысить безопасность защищенного доступа пользователей к информационным ресурсам в открытых сетях за счет совершенствования механизмов аутентификации, криптозащиты и целостности данных, а также надежность хранения ключевой информации.

Литература

1. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. М., 2001.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов. 3-е изд. СПб.: Питер, 2006.

О ВЫБОРЕ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ВОПРОСЕ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.Ю. Срогович

Рассмотрены методы моделирования информационных систем для использования в методе оценки ущерба от угроз информационной безопасности. Дано обоснование по использованию нечеткого моделирования для решения поставленных задач.

Ключевые слова: экспертные системы, нейронные сети, нечеткое моделирование, информационные системы, оценка ущерба, информационная безопасность.

В процессе разработки метода оценки ущерба от реализации угрозы неизбежно возникает вопрос о выборе математического аппарата в качестве основы разрабатываемого метода.

Необходимость в этом возникает ввиду субъективности экспертного суждения и сложности воспроизведения результатов при неизменности входных факторов, описывающих состояние информационной системы (ИС).

На данный момент моделирование процессов ИС с последующим моделированием процессов воздействия на неё угроз ИБ, автором видится как самый приемлемый вариант решения поставленной задачи.

Цель модели – изучение поведения системы (изменения величины ущерба) при реализации угроз ИБ, описываемых как влияние на ИС определённых факторов.

Основными критериями выбора метода моделирования являются:

1) математический аппарат для получения, представления и обработки знаний эксперта, т.к. модель ИС для оценки ущерба может быть построена только на основании экспертных знаний;

2) возможность изменения начальных (входных) данных для моделирования угрозы и состояния системы;

3) повторяемость результатов.

Моделирование – это удобный и наглядный механизм построения систем, который можно представить в виде следующих шагов: описание системы, подача исследуемых параметров на вход, анализ результатов, принятие решения.

Первый метод моделирования, на который следует обратить внимание, – экспертные системы (ЭС). ЭС содержит знания в определённой предметной области и подсистему вывода, которая интерпретирует входные данные о текущей задаче в решение поставленной задачи.

Недостатком в использовании ЭС являются высокая стоимость разработки и сложность в формировании точного логического вывода о величине ущерба, т.к. данный процесс ещё сложно разложить на простые составляющие.

Из методов моделирования можно отметить: имитационное моделирование [1], системы массового обслуживания, сети Петри. Данные методы хорошо показали себя в вопросах оценки эффективности работы ИС при обработке поступающих запросов, но сложно говорить о возможности использования данных методов при оценке величины ущерба.

Наиболее целесообразный метод, по нашему мнению, решающий особенности требований к такого рода задачам, – нейронные сети (НС). Достоинством НС

являются преодоление «проклятия размерности», возможность использования большого количества входов и моделирование нелинейных процессов. НС не программируются, они проходят процесс обучения на основе обучающей выборки.

Нейронные сети – очень мощный и бурно развивающийся инструмент моделирования, но для решения поставленных нами задач они вряд ли подойдут.

Для настройки НС нужна обучающая выборка, подготовить которую сегодня не представляется возможным. Обучающая выборка – это статистика наблюдений при определенных входных и выходных переменных, множество пар сигналов вход-выход.

Как можно заметить, при моделировании ИС специалист не сможет организовать сбор подобной статистики, т.к. это нарушит работу предприятия, и исследования подобного рода будут стоить очень и очень дорого.

Причём такая выборка должна быть для каждой моделируемой ИС. Каждая ИС реагирует на внешние воздействия по-разному, и сейчас сложно сказать, есть ли возможность настроить НС один раз так, чтобы отклик системы был достоверным для любой ИС из множества ИС хотя бы одного класса.

НС применяются для классификации, т.е. существует возможность отнесения моделируемой ситуации (набор подаваемых на вход сигналов) к одному из заранее предопределённых классов: малый, средний или высокий ущерб. Неприемлемым в данном случае (помимо замечаний, высказанных чуть выше) является необходимость в чётких входных данных, что в случае решения поставленной задачи не всегда осуществимо.

На основании вышесказанного, можно сделать несколько выводов:

1) в основе метода должна быть экспертная система в каком-либо виде, в том числе с возможностью моделирования ИС;

2) на вход модели должны подаваться нечёткие данные ввиду неполного знания экспертом исследуемой системы и зависимостей вход-выход.

Таким образом, следует обратить внимание на метод нечёткого моделирования, основанного на аппарате теории нечётких множеств. Этот метод позволяет подавать на вход модели нечёткие данные, а основу нечёткой модели составляет система правил, которая формируется на базе экспертных знаний об ИС.

Теория нечётких множеств успешно развивается и представляет большие возможности по работе с нечёткими данными (например: высокая стоимость, низкая угроза, средний ущерб).

Часто нечёткие модели разрабатываются для систем нечёткого управления [2], ввиду этого типичная структура состоит из трёх блоков:

1) блок фаззификации («fuzzification»): вычисление степени принадлежности чётких входных параметров модели входным нечётким множествам;

2) блок вывода («inference»), основным элементом которого является база правил – набор логических правил, которые задают причинно-следственные отношения между входными и выходными величинами;

3) дефаззификации («defuzzification»): вычисление чёткого выходного значения на основе результирующей функции принадлежности (рассчитанной механизмом вывода в блоке вывода).

На данный момент автором разработана тривиальная нечёткая модель для оценки ущерба от реализации угрозы доступности, а также проводятся работы по отказу от блока фаззификации и разработки модели, на вход которой производится подача непосредственно нечётких данных.

В разработанной нечёткой модели используются три входные переменные, которые описывают воздействующие на ИС факторы: продолжительность действия угрозы, мощность угрозы и стоимость информации. Выходным параметром является величина ущерба.

Входные факторы описаны следующим терм-множеством: {низкий, средний, высокий}, а выходные – {очень низкий, низкий, средний, выше среднего, высокий}.

Экспериментальная проверка нечёткой модели показала достаточную эффективность данного метода, т.е. совпадение суждения эксперта (собственника информации) и показания модели.

Заключение

Рассмотрены некоторые методы моделирования для решения задачи оценки ущерба от реализации угроз ИБ: экспертные системы, имитационное моделирование, нейронные сети и нечеткое моделирование.

Исходя из проведенного анализа, можно сказать, что метод нечеткого моделирования соответствует установленным критериям и отвечает основной цели моделирования.

Следующим этапом в разработке метода оценки ущерба будет доработка нечеткой модели и ее экспериментальная проверка. Тут возникает основная трудность – сбор базы инцидентов ввиду малого освещения вопросов реализации угроз ИБ в открытой печати.

Литература

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978. 418 с.
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 798 с.

УДК 004.056

ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ МЕЖДУ УСТРОЙСТВОМ И ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

М.О. Таныгин

Предлагается метод проверки подлинности данных, передаваемых между программным обеспечением (источником) и аппаратным средством (приёмником).

Ключевые слова: передача данных, хеширование, аутентификация.

Постановка задачи

Любое современное аппаратное средство вычислительной техники, которое расширяло бы функциональные возможности стандартного компьютера или усложняло бы выполнение определённых операций, не смогло бы работать без специализированного программного обеспечения. Для правильной работы программно-аппаратных систем необходимо, чтобы аппаратная компонента получала данные только от соответствующего ему программного обеспечения. В противном случае данные, получаемые от посторонних программ, могут быть вос-

приняты и обработаны устройством, что может привести к ошибкам в работе устройства или даже полной утрате им своей функциональности.

В то же время в системах, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности, недопустимо, чтобы передаваемые в аппаратную часть данные попадали к возможным аппаратным закладкам. В общем случае задача сводится к защищённой аутентифицированной передаче данных между источником (управляющей программой) и приёмником (аппаратное средство) в условиях, когда на канал связи накладываются некоторые ограничения, связанные с тем, что длина слова, передаваемого в устройство, обычно ограничена разрядностью портов контроллера и стандартом интерфейса. Поэтому задача передачи в устройство командных слов и проверочных последовательностей при одновременном обеспечении защиты от перехвата становится достаточно сложной. Решение её сводится к использованию комплекса мер по формированию, проверке и контролю исполнения передаваемых командных слов.

Метод верификации данных

Прежде всего, следует отметить, что в результате проведённых исследований [1] наиболее оптимальным является объединение КС в пулы, передаваемые в ограниченные промежутки времени. Каждый пул анализируется, и если в нём были найдены КС, выданные посторонними источниками, то формируется запрос на повторную передачу всего пула. Поэтому актуальной является задача выделения из множества получаемых приёмником КС тех, которые выданы легальным источником, средствами криптографического хеширования и аутентификации для снижения вероятности запроса на повторную передачу пулов КС.

Примем, что $\{A|B|\dots|N\}$ – слово, образующееся в результате конкатенации слов A, B, \dots, N . Задача состоит в том, чтобы передать из источника в приёмник слово из пула КС и его номер i , преобразованные в соответствии с секретным словом S^{sec} , известным и источнику, и приёмнику, таким образом, чтобы в передаваемом слове не встречались в открытом виде ни S_i , ни i . Для этого источником выполняется следующая последовательность действий:

- 1) формируется слово $i' = F_A(S^{sec}, i)$;
- 2) формируется слово $S_i' = F_B(S_i, i')$;
- 3) формируется слово $i'' = F_C(S_i', i')$;
- 4) отправляется в приёмник слово $\{S_i' | i''\}$.

Приёмником, в свою очередь, выполняются следующие операции:

- 1) определяется номер $i_{пр} = F_C^{-1}(S_i', i'')$;
- 2) определяется слово $i_{пр}' = F_A(S^{sec}, i_{пр})$;
- 3) определяется содержимое полученного КС $S_i = F_B^{-1}(S_i', i_{пр}')$,

где $F_A(A, B)$ – необратимое преобразование; $F_B(A, B)$ и $F_C(A, B)$ – обратимые преобразования слова B в соответствии с ключом A , в результате которых длина получаемого слова равна длине слова B ; $F_B^{-1}(A, B)$ и $F_C^{-1}(A, B)$ – преобразования $F_B(A, B)$ и $F_C(A, B)$ соответственно.

Все получаемые приёмником слова буферизируются. Назовём номер $i_{пр}$, выделенный приёмником из поступившего КС, ярусом командного слова. В случае, если полученное КС выдано легальным источником, то $i_{пр} = i$. В буфере командных слов может одновременно присутствовать несколько слов с одинаковым ярусом. Условие записи вновь поступившего КС в буфер на ярус $i_{пр}$ выглядит следующим образом:

$$i_{пр} = F_C^{-1}(S_i', i'') \leq m + 1. \quad (1)$$

В противном случае слово игнорируется.

Далее задача состоит в том, чтобы по окончании передачи пула из M слов (получении стоп-слова, которое одновременно является последним словом в пуле) с каждого из ярусов выбрать по одному слову и составить из него пул КС, выданных настоящим источником.

Для выделения из буфера слов легального источника недостаточно обладать информацией о ярусе КС, необходимо, чтобы содержимое каждого КС источника зависело от содержимого остальных КС текущего пула. Наиболее простым средством достижения этого является хеширование. Каждое КС источника S_i состоит из информационной части $S_i^{\text{инф}}$ – данных, непосредственно обрабатываемых приёмником, и небольшой по объёму имитоприставки $S_i^{\text{им}}$, сформированной из всех переданных ранее информационных частей КС $S_j^{\text{инф}} - S_{i-1}^{\text{инф}}$:

$$S_i = \{S_i^{\text{инф}} \mid F_{\text{хеш}}(S_{i-1}^{\text{инф}} \dots, S_1^{\text{инф}})\}, \quad (2)$$

где $F_{\text{хеш}}$ – функция криптографического хеширования нескольких слов и формирования из произвольного объёма данных заданной по размеру имитоприставки.

Пусть $S_{j,r}$ – слово, поступившее в приёмник j -м с начала текущего пула и разделённое на r -й ярус: $S_{j,r}^{\text{инф}}$ – его информационная часть; $S_{j,r}^{\text{им}}$ – его имитоприставка. Тогда необходимо построить цепочку из M слов $S_{j(1),1}^{\text{инф}}, S_{j(2),2}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(M),M}^{\text{инф}}$ при одновременном соблюдении условий:

$$j(1) < j(2) < \dots < j(M), \quad (3)$$

$$S_{j(r),r}^{\text{им}} = F_{\text{хеш}}(S_{j(r-1),r-1}^{\text{инф}}, S_{j(r-2),r-2}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(1),1}^{\text{инф}}).$$

Из условий (3) выводится алгоритм выбора из буфера слов легального источника, который сводится к поочерёднему выбору слов с ярусов буфера и проверки их номеров и имитоприставок по данному условию.

Влияние функции преобразования данных на вероятность коллизии

Коллизией в данной работе называется ситуация, при которой помимо цепочки из легальных КС формируется альтернативная цепочка, в которой от 1 до M слов будет выдано посторонним источником. Простейшая коллизия, когда при выполнении алгоритма выбора КС из буфера образуется 2 цепочки: первая (правильная) – $S_{j(1),1}^{\text{инф}}, S_{j(2),2}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, S_{j(e),e}^{\text{инф}}, S_{j(e+1),e+1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(M),M}^{\text{инф}}$ и вторая (ложная) – $S_{j(1),1}^{\text{инф}}, S_{j(2),2}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, S_{p,e}^{\text{пс}}, S_{j(e+1),e+1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(M),M}^{\text{инф}}$, где $S_{j(1),1}^{\text{инф}}, S_{j(2),2}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(M),M}^{\text{инф}}$ – КС легального источника; $j(1) - j(M)$ – номера, под которыми 1–е ... M – е КС легального источника были записаны в буфер; e – номер яруса, на котором возникла коллизия; $S_{p,e}^{\text{пс}}$ – слово постороннего источника; p – номер, под которым постороннее слово поступило в буфер.

В работе не рассматриваются более сложные варианты коллизий с включением в цепочку легальных КС последовательностей из нескольких слов посторонних источников или формирование цепочки, полностью состоящей из посторонних КС, принимая, что их вероятность много меньше, чем вероятность возникновения коллизии с одним посторонним командным словом.

Особенность применения алгоритмов необратимых и обратимых преобразований, а также алгоритмов формирования имитоприставки заключается в том, что объём преобразуемой информации и разрядность выходного слова невелики. Поэтому нецелесообразно использовать алгоритмы с высокой криптостойкостью, так как усложнение алгоритма не приведёт к значительному снижению вероятности ошибки при выборе из буфера КС легального источника. В качестве функции необратимого преобразования $F_A(A, B)$ можно использовать криптографические функции перестановки или подстановки, в качестве обратимых преобразований слова $F_B(A, B)$ и $F_C(A, B)$ – стандартное скремблирование, а в качестве функции

хеширования $F_{\text{хеш}}$ – суммирование по модулю 2, простые помехоустойчивые коды или коды сжатия информации.

На выбор функции $F_{\text{хеш}}$ могут влиять вероятностные оценки выполнения условия возникновения коллизии. Если функция аддитивная, т.е. $F_{\text{хеш}}(S_i^{\text{инф}} \dots, S_1^{\text{инф}}) = F_{\text{хеш}}(S_i^{\text{инф}}, F_{\text{хеш}}(S_{i-1}^{\text{инф}} \dots, S_1^{\text{инф}}))$, что верно для такой функции, как суммирование по модулю 2, тогда вместо $(M - e)$ условий возникновения коллизии:

$$F_{\text{хеш}}(S_{j(k),k}^{\text{инф}}, S_{j(k-1),k-1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(e+1),e+1}^{\text{инф}}, S_{j(e),e}^{\text{инф}}, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(1),1}^{\text{инф}}) = \\ = F_{\text{хеш}}(S_{j(k),k}^{\text{инф}}, S_{j(k),k}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(e+1),e+1}^{\text{инф}}, S_{p,e}^{\text{пс}}, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(1),1}^{\text{инф}}),$$

где $k = (e+1) \dots M$, можно будет записать одно:

$$F_{\text{хеш}}(S_{j(e),e}^{\text{инф}}, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(1),1}^{\text{инф}}) = F_{\text{хеш}}(S_{p,e}^{\text{пс}}, S_{j(e-1),e-1}^{\text{инф}}, \dots, S_{j(1),1}^{\text{инф}}).$$

Точные оценки вероятности исполнения данных условий выходят за рамки настоящей статьи, однако даже без точных выкладок можно сделать вывод о том, что вероятность выполнения одного условия выше, чем нескольких, поэтому в качестве функции $F_{\text{хеш}}$ нецелесообразно использовать аддитивные.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (конкурс – МК-2010). Шифр МК-3642.2010.

Литература

1. Таныгин М.О. Методы аутентификации устройств защиты информации и управляющих программных средств / М.О Таныгин, А.П. Типикин // Телекоммуникации. 2005. №9. С. 37–42.

УДК 004.056

РЕИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ И МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Е.С. Волокитина

Рассмотрены методы предотвращения реидентификации обезличенных персональных данных в информационных системах обработки персональных данных.

Ключевые слова: безопасность информации, идентификация, персональные данные.

Сегодня каждая организация обрабатывает персональные данные (ПДн): данные о клиентах, партнерах или данные о собственных сотрудниках. Чтобы обеспечить безопасность при их обработке, организация может принять решение применить обезличивание персональных данных (ОПД). Существует заблуждение, что для того чтобы данные стали обезличенными, т.е. не могли позволить идентифицировать субъекта персональных данных, достаточно просто удалить явные идентификаторы, такие как фамилия, имя, отчество, паспортные данные, адрес, номер телефона и т.п. Но иногда удаление этой информации недостаточно для того, чтобы было невозможно идентифицировать личность человека. Например, по оставшимся данным, используемым в совокупности иногда можно повторно определить человека, т.е. при обезличивании данных существует риск повторной идентификации или реидентификации. Реидентификацией называется процесс определения личности человека по обезличенным данным.

Примером реидентификации данных является исследование, которое провела в 1990 г. в Массачусетском университете Латания Суини, профессор компьютерных наук [1]. Оно было основано на использовании данных переписи и показало, что почтовый индекс, дата рождения и пол могут позволить однозначно определить 87% населения Соединенных Штатов. Чтобы проиллюстрировать эту угрозу, Латания собрала данные, представленные государственной организацией, называемой комиссией страховой группы (КСГ), чтобы идентифицировать личность губернатора штата Массачусетс. КСГ оформляла медицинскую страховку для сотрудников, в связи с чем выпустила отчет с данными государственных служащих для исследователей. КСГ при поддержке губернатора штата Массачусетс удалила имена, адреса, номера социального страхования и другие идентифицирующие данные, для того чтобы защитить частную жизнь этих работников. Губернатор штата Массачусетс Уэлд заверил жителей, что опубликованные сведения останутся обезличенными.

Суини приобрела списки избирателей, которые включают имя, почтовый индекс, адрес, пол и дату рождения избирателей в Кембридже, где губернатор Уэлд проживал, использовала их в сочетании с данными информации КСГ и продемонстрировала, насколько легко найти губернатора. Из базы данных КСГ только шесть человек в Кембридже родились в один день с губернатором, половина из них были мужчинами, а губернатор был единственным, кто жил в местности с почтовым кодом, указанным в списке избирателей. Информация в базе данных КСГ на губернатора штата Массачусетс включала диагноз и предписания по лечению.

Данное исследование показало, что простого удаления нескольких, ключевых, на взгляд пользователя, идентификаторов недостаточно для обезличивания данных. Поэтому можно воспользоваться методами предотвращения раскрытия информации. По данным Международной сети обследования домашних хозяйств (International Household Survey Network) существует два статических метода [2]:

1. Метод, основанный на уменьшении количества данных. Такой метод направлен на увеличение числа лиц, включенных в выборку. При его использовании достигается цель избегания присутствия уникальных или редких характеристик конкретного лица.

1.1. Удаление переменных. Применяется для уничтожения чувствительного идентификатора, если другие методы не могут быть применены или данный идентификатор не нужен для аналитической цели.

1.2. Удаление записей. Используется как крайняя мера, если, несмотря на применение других методов защиты, невозможно обезличить данные.

1.3. Глобальная перекодировка. Состоит в том, чтобы обобщать данные. Метод применяется ко всем записям. Все значения идентификаторов делятся на классы, потом несколько классов объединяются. Возьмем, к примеру, переменную «Семейное положение», варианты значений: холост, женат, раздельное жительство, разведенный, вдовец. Две смежные категории: раздельно проживающих и разведенных могут быть объединены в одну «раздельно проживающие или разведённые». Частота встречаемости варианта будет выше, таким образом, идентифицируемость данных падает.

1.4. Группировка численных значений. Рассматривается как частный случай метода глобальной перекодировки применительно к числовой или порядковой переменной, значение поля которой заменяется на интервал, в который попадает

переменная. Примером служит переменная «заработная плата». Вместо конкретного значения 9 тыс. рублей вводится значение 5–10 тыс. рублей.

1.5. Местное подавление. Если сочетание нескольких переменных является уникальным, то при удалении значения одного из них нельзя будет уже однозначно идентифицировать личность.

2. Метод, основанный на искажении данных. Метод позволяет добиться того, что, во-первых, если данные были изменены, повторная идентификация сложнее и неопределеннее. Во-вторых, даже если злоумышленник имеет возможность восстановить данные, он не может быть уверен, что указанные данные соответствуют первоначальным данным.

2.1. Замена конкретного значения усредненным по группе.

2.2. Замена данных. Метод заключается в том, чтобы записи разбить на пары и значения в них поменять между собой местами. При этом использование данных в статических целях будет наиболее адекватным, потому что значения переменных не изменятся, а личность человека по данным установить будет невозможно.

2.3. Рандомизация. Является частным случаем метода замены данных по вероятностному механизму.

2.4. Добавление шума. Заключается в добавлении случайной величины ко всем значениям защищаемых переменных. Но такой метод считается малоэффективным.

Альтернативное решение заключается в создании и использовании синтетических данных, которые сохраняют статические свойства реальных данных, но являются созданными с помощью алгоритмов моделирования. Обоснованием этого подхода является то, что синтетические данные не представляют проблемы реидентификации, поскольку они не содержат реальных данных, но сохраняют определенные статистические свойства.

Применение перечисленных методов позволит обеспечить невозможность восстановить человека по обезличенным персональным данным.

Литература

1. K-Anonymity: a model for protecting privacy. Latanya Sweeney [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.4099&rep=rep1&type=pdf>, свободный (дата обращения: 11.09.2010).

2. Методы обезличивания: Anonymization techniques [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.surveynetwork.org/home/index.php?q=tools/anonymization/techniques>, свободный (дата обращения: 11.09.2010).

О ВНЕДРЕНИИ СКРЫТОГО КАНАЛА В СХЕМУ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ГОСТ Р 34.10–2001

М.И. Войтенко

В последнее время все больший интерес вызывают различные методы и способы сокрытия информации. Информацию можно спрятать практически в любом медиа-файле, в текстовых файлах, в пакетах IP-трафика, а также на физических носителях [2]. Все эти методы основаны на избыточности и носят общее назва-

ние «стеганография». Густавус Симмонс выдвинул концепцию создания скрытого канала с помощью обычного алгоритма цифровой подписи [3]. Внешне алгоритм подписи, используемый в скрытом канале, ничем не отличается от обычного алгоритма создания подписи, по крайней мере, для неосведомленного пользователя.

Рассматриваемый в работе алгоритм ГОСТ Р.34.10–2001 представляет возможность внедрения скрытого канала с использованием квадратичных вычетов [1]. Следующая схема позволяет обмениваться в каждой подписи одним битом скрытой информации.

1. Участники информационного обмена по скрытому каналу выбирают случайное простое число P (отличающееся от параметра p в схеме подписи). Это секретный ключ для скрытого канала.

2. Пользователь A подписывает безобидное сообщение M . Если он хочет отправить скрытый бит 1, необходимо, чтобы параметр r подписи являлся квадратичным вычетом по модулю P . Если пользователь A хочет отправить бит 0, необходимо, чтобы параметр r подписи не являлся квадратичным вычетом по модулю P . Этого можно добиться, подписывая сообщение с помощью случайных значений k , пока не получится подпись с нужным свойством для r .

3. Пользователь B проверяет подпись, убеждаясь в подлинности сообщения. Затем он проверяет, является ли r квадратичным вычетом по модулю P , и восстанавливает скрытый бит.

Передача описанным выше способом нескольких битов подразумевает подбор такого r , которое является или не является квадратичным вычетом по нескольким модулям. Описанная выше схема может быть легко расширена для передачи в одной подписи нескольких скрытых битов. Если участники информационного обмена выбирают два случайных числа P и Q , то пользователь A может посылать два бита, выбирая случайное k так, чтобы r являлось или не являлось квадратичным вычетом по заданным модулям.

Для передачи n битов по скрытому каналу необходимо выбрать столько же простых чисел – модулей. Передачу большого блока информации возможно осуществить с использованием нескольких подписанных сообщений блоками фиксированного размера. Для этого необходимо выбрать нужное количество простых чисел – составить кодовую книгу. Особым требованием к числам кодовой книги является отсутствие таких комбинаций, которые невозможно получить ни одним из чисел a , $0 < a < p_{\min}$, где p_{\min} – минимальное простое число кодовой книги.

Опытным путем были выбраны 8 простых 8-битных чисел для передачи по разрабатываемому скрытому каналу соответственно по 8 бит информации с каждой подписью. Эти 8 чисел – блок в 64 бита – секретный ключ, или кодовая книга для кодирования и чтения скрытых сообщений.

Проверка всех чисел на вычет/невычет по модулям этих 8 простых чисел показала, что все возможные 256 комбинаций могут быть закодированы, при этом каждая кодируется в среднем 120 числами. При увеличении размера кодовой книги до 13 такая проверка дает в среднем около 450 пустых строк. То есть около 450 комбинаций из $2^{13} = 8191$ нельзя закодировать вообще, а подбор числа k сильно усложнится, так как большинство разрешенных комбинаций кодируется всего несколькими числами или даже одним единственным. Следовательно, необходимо увеличивать размерность выбираемых простых чисел, добываясь отсутствия запрещенных комбинаций.

Одним из применением скрытого канала в ЭЦП может быть скрытая передача команд управления. Каждой команде соответствует порядковый номер, который непосредственно подвергается кодированию с использованием кодовой книги из 8 простых чисел. 8 битного скрытого канала достаточно для передачи 1 из 256 команд управления в каждом подписанном сообщении.

Таким образом, разработано программное обеспечение, демонстрирующее варианты применения и внедрения скрытого канала в алгоритм ЭЦП ГОСТ Р 34.10–2001. Программа позволяет встраивать в ЭЦП скрытые сообщения длиной 8, 12 и 13 бит. Демонстрирует работу программной закладки и канала скрытой передачи команд управления. Опытным путем были получены временные и вероятностные характеристики работы разработанного алгоритма. Скорость работы программного обеспечения с 8-битным кодированием вполне приемлема, в то же время увеличение кодовой книги до 13 бит приводит к резкому замедлению в работе, невозможности кодирования большого числа комбинаций.

Литература

1. Белим С.В., Федосеев А.М. Исследование скрытых каналов передачи информации в алгоритме цифровой подписи ГОСТ Р 34.10–2001 // Известия Челябинского научного центра. 2007. № 2.
2. Информационный бюллетень. Jet Info. Скрытые каналы. 2002. № 11(114).
3. Simmons G.J. The Subliminal chanel of the U.S. Digital Signature Algorithm (DSA) // Proceeding of the Third Simposium on: State and Process of Research in Cryptography, Rome: Fondazione Ugo Bordoni, 1993. P. 35–54.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Председатель – Ехлаков Юрий Поликарпович, проректор
по информатизации и управлению ТУСУР, зав. каф. АОИ, д.т.н., проф.*

МАЛАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ – БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ЖКХ.

П.Г. Нестеренко, А.Н. Рыбаков, Д.С. Гордин

Даётся описание системы сбора и анализа данных с приборов учёта тепла, управления тепловыми пунктами жилых многоквартирных домов. Приведены критерии оценки выбора архитектуры системы, показана архитектура системы, представлены используемое оборудование и разработанный программный комплекс. Анализируется опыт внедрения и эксплуатации такой системы.

Ключевые слова: диспетчерская система управления, SCADA, узел учета, тепловой узел, интерфейс связи, преобразователь интерфейсов.

Актуальность

Россия была и остается одним из мировых «лидеров» по энергорасточительности в сфере теплоснабжения. По данным Международного института энергосбережения (IEEC), по энергоёмкости ВВП Россия уступает промышленно развитым странам Запада в 3–3,6 раза, Японии – в 5 раз, США – в 2 раза, Канаде – в 1,7 раза. Расход энергии на единицу промышленной продукции в России в 2,5–3 раза выше, чем в индустриально развитых странах мира.

Для России задача энергосбережения – это серьезный вопрос, решение которого – залог успешности и конкурентоспособности страны в современном мире. Внедрять высокоэффективные технологии нужно уже сейчас, добиваясь снижения теплопотерь на каждом этапе жизненного цикла здания.

Поэтому растет актуальность использования энергосберегающих технологий для нашей страны. Наиболее показательна в этом плане реформа жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), которую большинство воспринимает лишь с экономической точки зрения – введения 100%-й оплаты за коммунальные услуги, хотя это скорее вопрос снижения затрат, введения современных технологий и материалов. Если сосредоточить основное внимание на преодолении технической отсталости сферы ЖКХ, решить вопрос тепло-, ресурс-, энергосбережения, рентабельность отрасли вырастет многократно.

Одно из направлений более эффективного использования энергоресурсов в ЖКХ – внедрение и эффективное использование автоматических и автоматизированных систем управления и контроля за потреблением энергоресурсов.

Проблемы автоматизации жилых зданий

– Была поставлена задача – разработать и внедрить систему диспетчерского контроля и управления пунктами учета потребления энергоресурсов и пунктами регулирования тепла жилых многоквартирных домов. На первоначальном этапе

проектирования были выделены основные ограничения, накладываемые на данную систему. К таким ограничивающим факторам были отнесены следующие:

1. Сильное территориальное распределение объектов.
2. Непрерывный мониторинг, со временем задержки не более 10–30 с.
3. Ограничения по стоимости оборудования.
4. Большая разнородность интерфейсов связи применяемого оборудования.

Последний фактор довольно важен, так как в современных условиях существует огромное многообразие оборудования различных фирм. Выдвигаются различные критерии выбора оборудования для конкретных реализаций объектов управления, обычным стало наличие на одном объекте управления систем различных производителей. Как правило, оборудование от разных производителей имеет различные интерфейсы и протоколы обмена данными. [1], что сильно затрудняет интеграцию в единую систему.

Основными целями использования предлагаемой системы являются:

1. Повышение эффективности регулирования теплового режима жилого дома.
2. Снижение тепловых потерь, связанных с неоптимальным регулированием теплового узла.
3. Снижение издержек управляющей компании, связанных с обслуживанием тепловых узлов, приборов учета тепловой энергии и приборов учета электроэнергии.
4. Оперативный контроль над состоянием эксплуатируемого оборудования тепловых узлов, узлов учета, электрооборудования.
5. Повышение безопасности за счет постоянного оперативного контроля работы оборудования тепловых узлов и узлов учета, в том числе за счет функций контроля доступа в аппаратные помещения.
6. Снижение затрат на формирование отчетных документов.

Предложенное решение задачи

Компанией «Оптимальные технологии автоматизации» был реализован «пилотный» проект автоматизации объектов ЖКХ. В частности, на первоначальном этапе в систему вошли следующие объекты автоматизации:

- Многоквартирный жилой дом по адресу: г. Томск, ул. Рабочая.;
- Многоквартирный жилой дом по адресу: г. Томск, ул. Мичурина.

В обоих случаях используется однотипное оборудование:

- Узел учета тепла построен на базе теплосчетчика ТСШ-1М (г. Томск).
- Тепловой узел построен на базе электронного регулятора температуры ECL Comfort 300.

Описание системы

Система состоит из следующих подсистем:

- Подсистема визуализации, диспетчерского контроля и управления.
- Подсистема передачи и согласования интерфейсов.
- Подсистема распределенного сбора информации.

Структурная схема системы показана на рис. 1.

Подсистема визуализации, диспетчерского контроля и управления обеспечивает доступ оператора к системе в диалоговом режиме. Подсистема визуализации выполнена на базе персонального компьютера, работающего под управлением SCADA-системы. В качестве SCADA была выбрана отечественная система InfinityLite, разработанная компанией ЭлеСи, г. Томск.

Подсистема передачи и согласования интерфейсов состоит из сервера ввода-вывода и сети передачи данных.

Подсистема распределенного сбора информации обеспечивает сопряжение со штатным оборудованием узлов учета тепловой энергии и тепловых узлов. Подсистема состоит из центрального узла сбора информации и одного или нескольких удаленных узлов сбора информации.

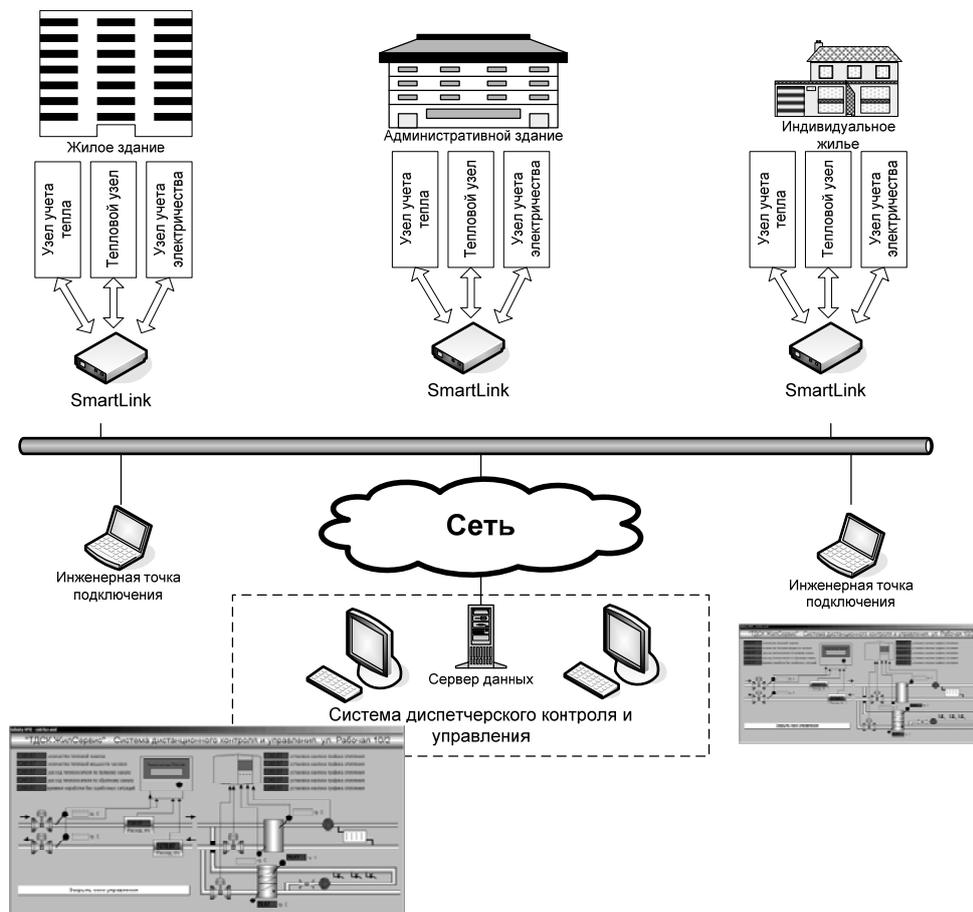


Рис. 1. Структурная схема системы

Особенности предложенной системы:

- Подсистема распределенного сбора информации строится на базе интеллектуального преобразователя интерфейсов.
- В качестве системы передачи информации используются стандартные сети.
- Система визуализации строится на базе общепромышленных SCADA-систем.

Система разработана с учетом гибкого дальнейшего расширения функциональности масштаба. В частности, предполагается в дальнейшем довести количество объектов управления до 1000. Система обеспечивает возможность функционального наращивания системы:

- для приема/передачи дополнительных данных;
- для изменения методик сбора и представления данных;
- для расширения функций администрирования и контроля процессов приема/передачи данных;

- для перехода к следующим версиям системного программно-аппаратного обеспечения;

- формирование выходных отчетных документов по заданным шаблонам.

Функции системы

Система обеспечивает представление оперативной информации по следующим параметрам:

Информация, поступающая от узла учета:

- количество тепловой энергии нарастающим итогом;
- количество тепловой мощности часовое;
- расход теплоносителя по прямому каналу нарастающим итогом;
- расход теплоносителя по обратному каналу нарастающим итогом;
- расход теплоносителя по прямому каналу в час;
- расход теплоносителя по обратному каналу в час;
- температуры теплоносителя в прямом трубопроводе системы теплоснабжения;
- температуры теплоносителя в обратном трубопроводе системы теплоснабжения;
- время наработки теплосчётчика без ошибочных ситуаций;
- индикация ошибок и нештатных ситуаций системы контроля расхода тепла.

Информация, поступающая от теплового узла:

- фактическая температура теплоносителя на входе в систему отопления;
- температура наружного воздуха;
- фактическая температура возвращаемого теплоносителя из системы отопления;
- фактическая температура горячей воды;
- фактическая температура горячей воды на обратном трубопроводе после теплоотдачи ГВС.

Система обеспечивает изменение следующих параметров работы:

- установка наклона графика отопления;
- установка параллельного сдвига графика отопления;
- граница отключения отопления;
- граница температуры подачи отопления мин;
- граница температуры обратки отопления мин;
- граница температуры подачи отопления макс;
- граница температуры обратки отопления макс;
- влияние температуры воздуха в помещении.

Система обеспечивает представление диагностической информации:

- наличие связи с каждым узлом подключения;
- диагностическая информация из приборов учета тепловой энергии;
- проверка доступности канала связи с узлами;
- проверка корректности принимаемой информации;
- представление диагностической информации первичных устройств сбора информации;
- автоматическое отслеживание корректности показаний узла учета (по заданной погрешности измерения) и сигнализация в случае выхода контролируемой величины за заданные пределы.

Система обеспечивает формирование отчетов о потреблении энергоресурсов и автоматическую отправку данных по заданным адресам (по электронной почте).

Система обеспечивает время обновления информации по всем данным в нормальном режиме работы не более 30 с.

Предполагаемые и достигнутые экономические показатели

В настоящее время есть первые результаты, по которым можно оценить экономическую эффективность данной системы. По оценке экспертов, наибольший эффект данная система дает в так называемое «межсезонье». Период, когда нестабильная погода и генерирующие энергию компании еще не вышли на стабильные режимы работы, системы локальной автоматики не всегда корректно обрабатывают изменения перечисленных факторов. В основном это 1-1,5 месяца в начале отопительного сезона и 1-1,5 – в конце отопительного сезона. С одной стороны, цифры не впечатляют, но экономия тепла только на одном доме окупает все затраты на оборудование в течение одного отопительного сезона. Помимо этого, есть еще несколько довольно значимых факторов:

- Снижение затрат на обслуживание приборов учета и регулирования для управляющих компаний за счет снижений издержек персонала на контроль работы приборов учета.

- Снижение затрат для жильцов. Для примера можно привести такую цифру. Обслуживание прибора учета тепла обходится примерно 50 коп за кв.м/месяц (в данную услугу входит снятие показаний с приборов учета 1–2 раза в месяц). Предложенная система практически убирает данную статью расходов для жителей.

- Повышение безопасности.
- Снижение затрат на «аварийные» работы.
- Снижение затрат на «штрафные санкции» генерирующих компаний.

Заключение

Приведенное решение еще раз наглядно показывает, что потенциал технической модернизации нашей жизни практически неограничен. Естественно, дальнейшее развитие подобных систем не обойдется без Web-технологий, интеграции в единое целое целого ряда подсистем, прямо или косвенно влияющих на качество нашей «технической» жизни.

Литература

1. Нестеренко П.Г., Регентов А.В. Применение технологии коммуникационного контроллера в системах передачи технологической информации со сложной топологией // Коммуникационный контроллер ЭЛСИ-КОМ, промышленные АСУ и контроллеры. 2006. Май.

УДК 004.42

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В ФГОУ СПО ЮТМИИТ

Г.А. Грищенко

Приведено описание уникального программного обеспечения, разрабатываемого и используемого в ФГОУ СПО «Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий» с целью оптимизации труда сотрудников структурных подразделений техникума для повышения качества управления образовательным процессом.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система управления, модуль, подсистема, конфигурация.

Программа информатизации ФГОУ СПО «Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий» определяет основные направления

развития информатизации, достижение которых должно обеспечить, в конечном счете, повышение качества образования.

Одно из важнейших направлений информатизации техникума – разработка и внедрение автоматизированных систем управления (АСУ), совершенствование организационных форм и методов управления различными сторонами деятельности техникума на всех уровнях с целью повышения эффективности управленческих решений.

Для автоматизации управления учебным процессом применяются не только общеизвестные «классические» программы, но и программное обеспечение (ПО), создаваемое специалистами и студентами техникума.

С 2002 г. в техникуме разрабатывается и используется автоматизированная информационная система управления (АИСУ) учебным процессом. АИСУ сформирована по модульному принципу. Каждый модуль – автоматизированное рабочее место работника, являющегося звеном в цепочке, осуществляющей управление образовательным процессом. Модули оснащены индивидуальным интерфейсом, обеспечивающим различную широту полномочий участников системы на доступ к информации в общей информационной базе. Сегодня в составе автоматизированной системы 9 модулей, функциональность каждого значительно расширилась по сравнению с первыми версиями и продолжает расширяться. Необходимость внесения изменений в систему возникает, в частности, в соответствии с меняющимся законодательством, а также в связи с пожеланиями конечных пользователей системы по обеспечению максимальной информативности экранных, печатных форм. Структурная схема АИСУ учебным процессом в ФГОУ СПО ЮТМиИТ представлена на рис. 1.

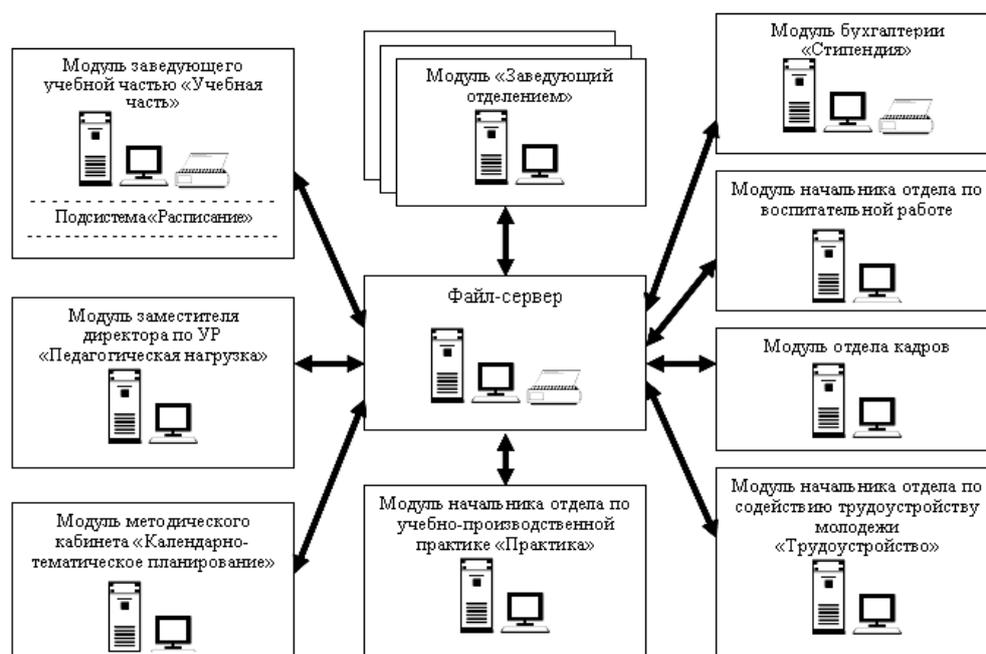


Рис. 1. Структурная схема АИСУ учебным процессом ФГОУ СПО ЮТМиИТ

Далее приводим краткий обзор функциональности модулей системы.

1. Модуль «Заведующий отделением»:
 - ведение списков отделений, специальностей, групп, студентов;
 - отслеживание движения контингента;
 - назначение стипендии;
 - контроль за успеваемостью и посещаемостью студентов.
 2. Модуль бухгалтерии «Стипендия»:
 - начисление стипендии, формирование ведомостей;
 - справка о стипендии и других выплатах за 3, 6 месяцев.
 3. Модуль отдела кадров:
 - формирование списков студентов для медосмотра, отделения медицинско-го страхования, военкомата, милиции.
 4. Модуль начальника отдела по воспитательной работе:
 - ввод дополнительных данных, оформление характеристики.
 5. Модуль начальника отдела по учебно-производственной практике:
 - ведение списков практик по специальностям за весь период обучения в учебном заведении;
 - формирование графика практик для групп на учебный год;
 - фиксирование данных о прохождении студентами практик.
 6. Модуль начальника отдела по содействию трудоустройству молодежи:
 - анализ данных о прохождении практик;
 - фиксирование информации о трудоустройстве.
 7. Модуль заведующего учебной частью «Учебная часть»:
 - учет дисциплин в соответствии с учебными планами;
 - учет успеваемости и посещаемости студентов;
 - формирование академической справки, приложения к диплому;
 - формирование отчетов о часах преподавателей за месяц, год.
- В рамках модуля «Учебная часть» действует подсистема «Расписание», которая может функционировать как в составе общей системы, так и автономно. Функции ее следующие:
- формирование базового расписания учебных занятий для групп;
 - формирование ежедневного расписания замен;
 - формирование расписания занятий для преподавателей.
8. Модуль заместителя директора по УР «Педагогическая нагрузка»:
 - формирование плана педагогической нагрузки преподавателей;
 - отчеты о распределении педагогической нагрузки, о вакансии.
 9. Модуль методического кабинета:
 - формирование календарно-тематических планов, ведение архива КТП;
 - контроль соответствия реально вычитываемых часов (данные учебной части) календарно-тематическому плану;
 - просмотр списка занятий на календарную дату с целью выбора занятия для посещения, фиксирование результатов посещения.

Помимо системы комплексного управления учебным процессом в техникуме применяется ПО, реализующее локальные задачи автоматизации. Самостоятельную разработку новых программ осуществляем на технологической платформе системы «1С:Предприятие», предоставляющей мощную современную среду для проектирования прикладных информационных систем.

1. Конфигурация «Электронный секретарь» автоматизирует некоторые участки деятельности секретаря-документоведа, обладает следующей функциональностью:

- регистрация входящих и исходящих документов в соответствующих журналах;
- контроль исполнения входящих документов;
- формирование приказов о командировании и командировочных удостоверениях, регистрация их в соответствующих журналах.

Отдельные экранные формы программы приведены на рис. 2.

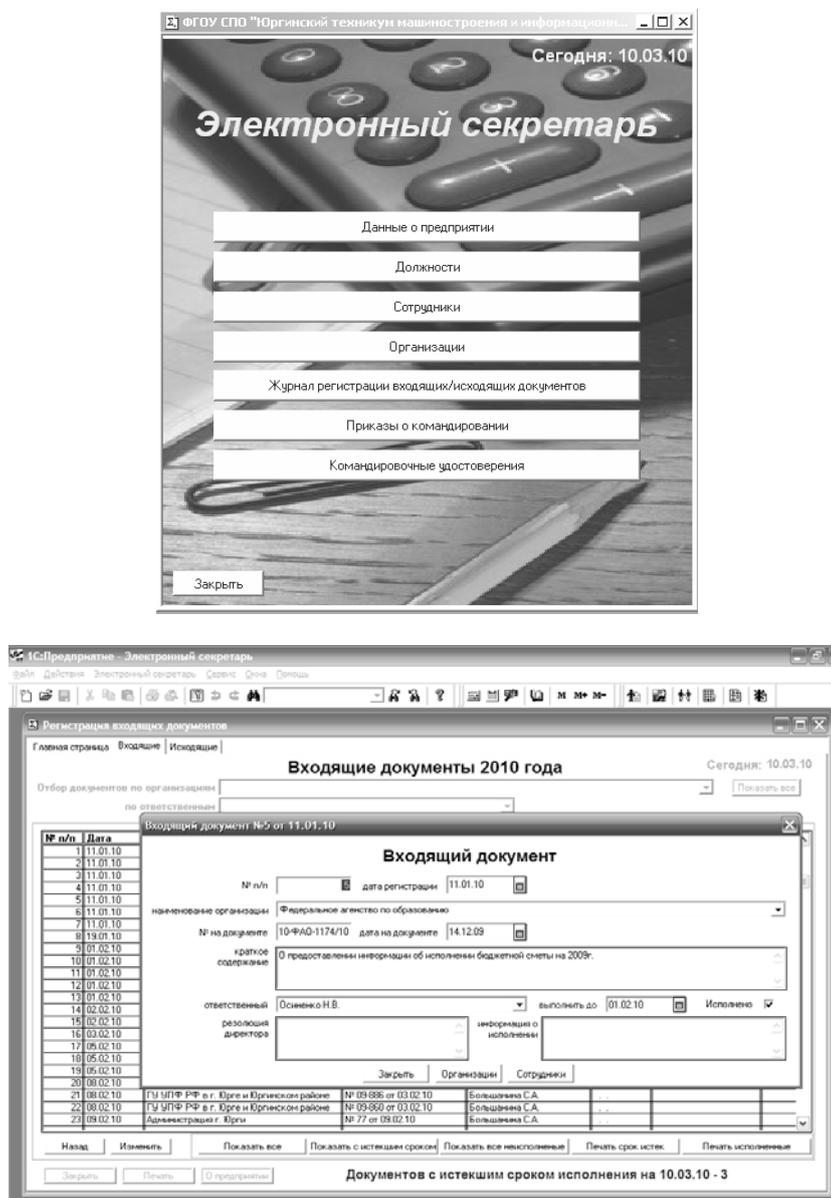


Рис. 2. Программа «Электронный секретарь»

2. Конфигурация «Расписание экзаменов» предназначена для автоматизации некоторых направлений деятельности заведующих отделениями. Основные функции конфигурации:

- формирование графиков сессий для учебных групп, отделения в целом, преподавателей;
- регистрация студентов, имеющих академические задолженности;
- контроль за ликвидацией академических задолженностей.

Форма документа программы приведена на рис. 3.

Год создания документа: 2008/2009 уч.год

График экзаменационной сессии № п/п: 3 от: 02.05.09

группа: ВТ-06 семестр: 6 сессия: летняя

N	Дисциплина Полное наименование дисциплины	Преподаватель	Консультация			Экзамен		
			Дата	День недели	Время	Дата	День недели	Время
1	1С:Предприятие Программирование в системе 1С:Предприятие	Гриценкова Г.А.	14.05.09	четверг	14.00	31.05.09	воскресенье	9.00
2	ПУ Периферийные устройства ВТ	Жирова Л.Б.	20.05.09	среда	9.00	23.05.09	пятница	9.00
3	Стандартизация Метрология, стандартизация и сертификация	Ясус Е.И.	21.05.09	четверг	2.00	13.05.09	среда	9.00
4	ИС Интегральные системы, разработка аппаратно-программных средств	Липская М.В.	19.05.09	вторник	11.00	30.05.09	суббота	9.00

Интегральные системы, разработка аппаратно-программных средств

Новая строка Удалить строку Удалить все

Закрыть Печать Группы Преподаватели Дисциплины

Рис. 3. Формирование графика сессии учебной группы

Использование специализированного уникального программного обеспечения неизбежно формирует такой стиль работы, когда информатизация становится обязательным средством выполнения своих должностных обязанностей сотрудниками.

УДК: 658.56

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ВУЗА

И.В. Лазарев

Представлен обобщенный сценарий разработки информационной системы поддержки менеджмента качества подразделения высшего учебного заведения. Приведен краткий обзор базовых составляющих информационных систем данного класса. Даны рекомендации по выбору программных платформ.

Ключевые слова: система менеджмента качества, информационная система, высшее учебное заведение.

В настоящее время всё большую популярность набирает подход к управлению организацией на основе системы менеджмента качества (СМК). Основное

предназначение СМК – постоянное улучшение деятельности организации с учетом потребностей всех заинтересованных сторон. Не менее актуальна проблема разработки СМК для образовательных учреждений, в частности для учреждений высшего профессионального образования. Связано это с политикой государства в области модернизации российского образования, а также со вступлением России в общеевропейское образовательное пространство (Болонский процесс). В связи с этим, в рамках Федеральной целевой программы развития образования были подготовлены методические указания по внедрению типовой модели системы качества образовательного учреждения [1].

Результат деятельности по разработке и внедрению СМК в организации в целом зависит от результатов работы по внедрению СМК в её базовых структурных подразделениях, осуществляющих непосредственное производство продукции. Для вузов такими структурными подразделениями являются профильные кафедры, осуществляющие подготовку специалистов, проведение научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.

Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 9001–2001 для успешного функционирования организация должна определить основные виды и направления своей деятельности [5]. Виды деятельности в свою очередь целесообразно декомпозировать до функций–задач–работ, контроль и исполнение которых необходимо возложить на конкретных сотрудников. На основе декомпозированных видов деятельности создается типовое положение о подразделении, также включающее в себя сбалансированную систему показателей, позволяющую производить оценку деятельности.

Глубокая формализация процессов организации, которую требует СМК, приносит с собой и ряд проблем. Одной из основных проблем является возрастающее количество рутинных операций, связанных с работой над документацией, т.к. требуется выделение и подробное описание всех ключевых процессов, происходящих в подразделении, определение и декомпозиция основных видов деятельности, создание подробных должностных инструкций, системы мониторинга деятельности и многое другое. В этой связи создание информационной системы поддержки менеджмента качества является не данью моде, а объективной необходимостью, способствующей внедрению СМК.

В настоящее время в литературе описывается несколько различных подходов к созданию информационных систем поддержки СМК [2–4]. Однако не существует единства мнений относительно базового набора функций, реализуемых системами данного класса. В данной статье сделана попытка выделить набор основных функциональных составляющих информационной системы, необходимых для эффективной поддержки процесса управления качеством организации.

На рис. 1 представлена обобщенная схема базовых составляющих информационной системы поддержки СМК кафедры вуза, литерой D на рисунке обозначены элементы данных, которыми управляет система, литерой P – функциональные элементы, или подсистемы.

В числе ключевых функций информационной системы поддержки СМК – определение зон ответственности сотрудников и закрепление за ними функций и работ. В основе данных операций должны лежать типовые модели организационных регламентов [6], модели распределения задач и календарного планирования. Результатом решения данных задач является элемент системы D.3, он включает в себя: матрицу ответственности должностных лиц, которая несет информацию об ответственности сотрудника за тот или иной вид работ; должностные ин-

струкции – подробные инструкции об исполнении сотрудниками закрепленных за ними работ; календарный план – распределение работ по временной шкале. Данные функции реализуются подсистемой распределения задач *P.1* на основе типового положения о кафедре, элемент *D.1*, и информации об организационной структуре подразделения, элемент *D.2*.

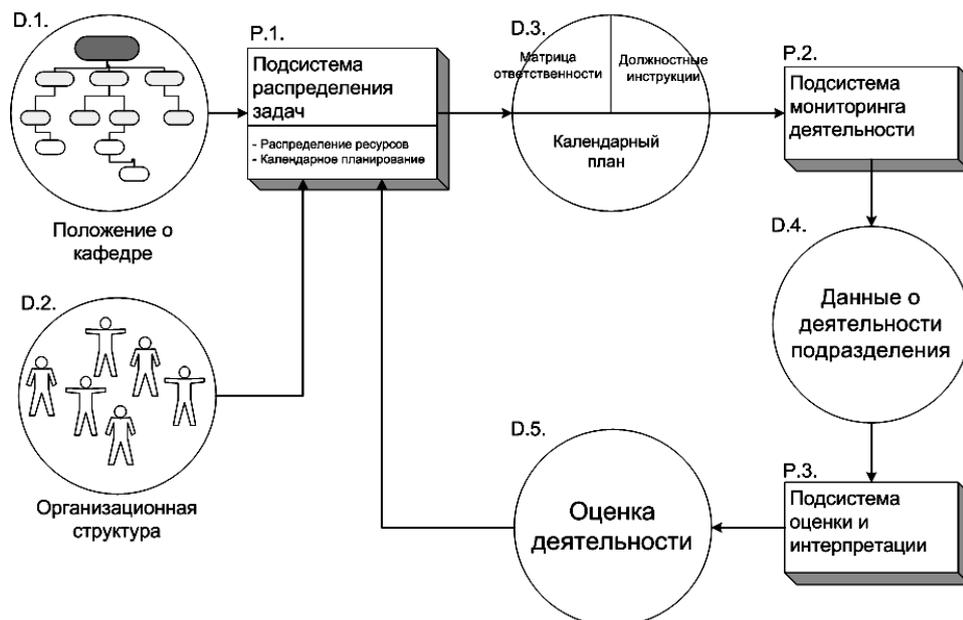


Рис. 1. Базовые составляющие информационной системы поддержки СМК

Один из основополагающих принципов менеджмента качества – это принятие решений, основанных на фактах [5]. Иными словами, менеджмент требует релевантной информации о процессах, происходящих в организации. Получение подобной информации невозможно без эффективной системы мониторинга деятельности, подсистема *P.2*. Основная задача данной подсистемы – мониторинг и измерение процессов СМК, что соответствует пункту 1.5 сводного списка европейских стандартов для внутренней гарантии качества высших учебных заведений. Согласно данному пункту образовательные учреждения должны обеспечить сбор, анализ и распространение необходимой информации для эффективного управления программами обучения и другими видами деятельности [7]. Результатом функционирования подсистемы *P.2* является база данных с фактическими значениями показателей эффективности, элемент *D.4*.

Часто возникают задачи, когда необходимо получить информацию о том, как изменилась эффективность деятельности подразделения за определенный период, задачи оценки деятельности с учетом внешних факторов, задачи интерпретации данных. Подобную информацию невозможно получить только с использованием данных о текущей деятельности, здесь необходимо задействовать информацию за определенный период. Решение подобных задач берет на себя подсистема оценки и интерпретации *P.3*. Данная подсистема, используя базу данных с фактическими значениями показателей эффективности деятельности подразделения, производит оценку деятельности в целом, элемент *D.5*.

Результаты оценки деятельности служат одним из входов для подсистемы распределения задач *P.1*, это обеспечивает выполнение требований стандарта

ГОСТ Р ИСО 9004–2001 в отношении постоянного улучшения деятельности организации, а также её эффективности и результативности [8]. Таким образом, при следующем цикле функционирования информационной системы поддержки СМК процессы будут подкорректированы с учетом выявленных несоответствий.

Технологии реализации

Выбор конкретных технологий реализации информационной системы поддержки СМК полностью зависит от ресурсов, имеющихся в распоряжении организации. Однако стоит выделить ключевые подходы к архитектуре систем, реализующих функции поддержки менеджмента организации: выбираемые технологические решения должны быть максимально гибкими, чтобы обеспечить их многократное использование, снизить расходы по дальнейшему сопровождению и развитию системы.

В этом свете оптимальным выбором видится архитектура на основе Web-технологий. Уровень взаимодействия подсистем может быть реализован с использованием Web-сервисов. Это сделает подсистемы максимально возможно независимыми и автономными. Каждая из подсистем сможет предоставлять в открытый доступ только тот набор сервисов, который необходим для решения конкретной задачи. Кроме того, это даст максимальный простор для выбора технологий реализации уровня отображения информации и уровня бизнес-логики.

Литература

1. Методические рекомендации по внедрению типовой модели системы качества образовательного учреждения. Т. 1. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 2006. 130 с.
2. Кадакин В.В. Информационная система поддержки управленческих стандартов в вузах // Стандарты и качество, 2010. №3. С. 28–30.
3. Брилёнок А.А. Управление документацией // Методы менеджмента качества. 2010. №6. С. 32–37.
4. Брилёнок А.А. Мониторинг процессов системы менеджмента качества // Методы менеджмента качества. 2010. №5. С. 24–29.
5. ГОСТ Р ИСО 9001–2001.
6. Ехлаков Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления // Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2001. 337 с.
7. Стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве // Йошкар-Ола: Аккредитация в образовании, 2008. 58 с.
8. ГОСТ Р ИСО 9004–2001.

УДК 681.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ

М.Г. Мустафаев

Рассмотрена возможность совершенствования управления технологической системой при производстве преобразователей с учетом композиционного проектирования и управления совмещенной технологией. Надежность функционирования системы обеспечивается контролем и диагностированием состояния звеньев системы.

Ключевые слова: управление, процесс, система, контроль, точность, эффективность, стабильность.

Для обеспечения качества изделий в производстве необходимо проведение и организация комплекса работ. При этом требуется совершенствование управле-

ния производственным процессом с учетом принципов композиционного проектирования на базе принципов управления совмещенной технологией.

Создание высококачественных преобразователей с компонентами конструирования, производства, технологической подготовки производства и методологией базируется на принципах:

- композиционного проектирования;
- параллельной разработки изделий и технологий;
- инверсии технологии;
- «сквозной» технологии;
- технологической подготовки производства.

Технологическая система (ТС) включает совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей, предназначенных для выполнения заданных технологических процессов.

Имеет место четыре уровня ТС: технологическая операция; технологический процесс; производственное подразделение; предприятие.

Для повышения эффективности производства необходим комплексный подход к изучению технологических процессов и выбору управляющих воздействий [1].

Невозможно эффективно управлять технологическим процессом и отдельной операцией, зная только точность, обеспечиваемую оборудованием, так как качество деталей зависит не только от его точности, но и от многих других сопутствующих технологических факторов.

Технологический процесс обеспечивает собственная технологическая система, которая структурно представляет собой часть технологической системы производственного процесса. Технологическая система имеет свою структуру и обладает определенными свойствами. Основной задачей ТС является обеспечение выпуска преобразователей с заданными показателями качества при сохранении требуемых условий производства [2].

Производственный процесс базируется на достижениях микроэлектроники, вычислительной техники. Это дает возможность полностью интегрировать весь производственный процесс путем автоматизации технологических процессов и управления на базе ЭВМ. Она позволяет осуществить переход с выпуска одного типа преобразователя на выпуск другого без переналадки оборудования.

Более сложным и важным становится управление. Производственная программа и график прохождения компонентов по всему технологическому маршруту находятся в каждой ЭВМ управляющей системы или подсистемы всего производства. Каждая ЭВМ имеет сеть связанных микрокомпьютеров, которые управляют отдельными технологическими операциями. Каждая отдельная ЭВМ ведет учет фактического выполнения операции, осуществляет контроль процесса.

В системе управления одной из основных и первостепенных является функция контроля. Для обеспечения надежного функционирования системы необходимо обеспечить автоматический контроль и диагностирование состояния всех звеньев этой системы от режимов работы технологического оборудования до правильности выполнения всех программ в вычислительной сети системы управления, которые осуществляются в реальном времени производственного цикла.

Проблема управления производством и технологией имеет два уровня:

- управление созданием технологий;
- управление технологией в процессе ее функционирования.

На первом уровне выявляют путь, обеспечивающий повышение эффективности процессов. Принцип управления созданием технологии и производством реализует подход и принцип, который являлся бы общей методологической основой. Таким принципом является принцип совмещения, который предусматривает совмещающие функции различных операций, что резко сокращает их общее число и одновременно повышает эффективность. Он воплощает единство конструкции, материала и технологии.

Реализация принципа совмещения сокращает общее число методов, применяемых для решения задач одного и того же уровня и содержания. Одновременно совмещение операций и уменьшение их общего числа означает сокращение числа проблем, возникающих в технологии, используя методы управления и контроля.

Принцип совмещения позволяет управлять первым уровнем и создает новые возможности для управления вторым уровнем (управление технологическими процессами).

Созданию механизма управления второго уровня способствует контроль. Он включает:

- контроль нескольких точек;
- контроль не в реальном масштабе времени;
- контроль в основном одного параметра объекта.

С целью совершенствования управления второго уровня контроль при производстве преобразователей является многомерным, многопараметрическим, осуществляемым в реальном масштабе времени, совмещающим функции оценки состояния и диагностики системы.

Управлять объектом означает управлять свойствами, его характеристиками. Цели: управление в целях обеспечения стабильности показателей и управление в целях повышения эффективности, т.е. изменения показателей объекта. Сформулированные принципы управления позволяют обеспечить достижение этих целей.

Принцип обеспечения надежности ТС устанавливает обеспечение надежности ТС по параметрам качества преобразователей при разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов.

Обеспечение надежности ТС по параметрам производят при:

- управлении технологическими процессами;
- определении периодичности наладок технологического оборудования;
- установлении метода статистического регулирования технологических процессов;
- совершенствовании ТС в части повышения их надежности.

Показатели надежности подразделяются:

- по точности технологического процесса и средствам технологического оснащения;
- по технологической дисциплине;
- по выполнению заданий по качеству;
- по комплексным показателям.

Целью оценки надежности ТС по параметрам точности являются:

- определение возможности применения рассматриваемого технологического процесса для изготовления преобразователей с определенными параметрами качества;
- оценка изменений характеристик точности ТС во времени и определение их соответствия требованиям, установленным в нормативной документации;
- получение информации для регулирования технологического процесса.

Оценку надежности по параметрам точности производят по результатам контроля точности технологических процессов.

В процессе анализа точности и стабильности технологических процессов определяют:

- модели формирования погрешностей обработки;
- оценки параметров точности ТС;
- зависимости между параметрами преобразователей и параметрами ТС;
- зависимости между погрешностями обработки на различных операциях технологического процесса.

При контроле по количественному признаку определяют значения показателей точности и коэффициент точности (по контролируемому параметру):

$$K_T = \Delta \delta^{-1}, \quad \Delta = L(p)\sigma,$$

где Δ – разность между максимальным и минимальным значениями контролируемого параметра за установленную наработку ТС, определяемая с доверительной вероятностью p из выражения; $L(p)$ – коэффициент, зависящий от закона распределения контролируемого параметра и величины p ; σ – среднеквадратическое отклонение контролируемого параметра; δ – допуск на контролируемый параметр.

Результаты управления технологической системой позволяет реализовать принцип композиционного проектирования преобразователей.

Принцип композиционного проектирования заключается во взаимосвязанной параллельной разработке конструкции и технологии преобразователя на основе использования информационной базы производственных данных и обеспечивает совмещение проектно-конструкторских работ по изделию и технологических работ.

По сравнению с раздельно-последовательным методом проектирования реализация принципа композиционного проектирования обеспечивает однозначную ориентацию принимаемых конструкторских решений на отработанную типовую прогрессивную технологию на всех этапах.

Определение рациональных значений конструктивно-технологических параметров преобразователей позволяет придать их конструкциям необходимые технологические свойства.

В целом использование принципа композиционного проектирования позволило сократить в 1,5 раза сроки и уменьшить на 37% затраты на проектирование и подготовку производства преобразователей с требуемыми техническими и стоимостными характеристиками.

Принцип параллельной разработки преобразователей ТС и технологии их производства включает реализацию технологических решений по производству изделий на основе использования информационной базы данных о типовых прогрессивных конструкторско-технологических решениях. Параллельно с разработкой конструкции преобразователей решаются задачи разработки технологии их производства.

Эффективность функционирования ТС обеспечивает устойчивый производственный процесс. Эффективность управления ТС осуществляется на основе системного подхода с учетом всех особенностей и свойств системы.

Литература

1. Мустафаев М.Г. Принятие решений и управление технологической системой при производстве изделий // Труды IV Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные

средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Томск. 2007. С. 91–94.

2. Мустафаев Г.А., Мустафаева Д.Г. Некоторые факторы повышения эффективности производства // ИТР. 2001. №2. С. 17–18.

УДК 004.5

РИСКИ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

М.В. Савчук

Рассматриваются проблемы внедрения систем планирования ресурсов (ERP-систем) на крупных предприятиях и связанные с этим риски, а также предложены некоторые методики их снижения.

Ключевые слова: ERP-системы, внедрение, идентификация рисков.

Подготовка к внедрению единой корпоративной системы управления и планирования ресурсами предприятия (ERP) – процесс, подверженный множеству рисков. Вопросы оценки необходимости внедрения, инвестиционного, репутационного эффектов, периода окупаемости и т.д. во многом лежат в компетенции топ-менеджеров компаний, поэтому рассматриваться в настоящей работе не будут. Однако с учетом того, что некоторая часть проектов по внедрению ERP-систем оканчивалась неудачей, вплоть до банкротства компаний [1], выделим несколько важных факторов, на которые следует обратить внимание.

Во-первых, процесс внедрения глобальной системы требует до нескольких лет работы (экспресс-внедрения – не менее 9 мес), поэтому организация должна быть готова к долгосрочному планированию результатов, формализации целей, бизнес-требований и последовательному контролю их выполнения.

Во-вторых, ERP-системы значительно ранжируются по стоимости, однако практически всегда это дорого. В некоторых случаях компании даже прибегают к получению специального кредита под такие системы. Поэтому оценка инвестиционного эффекта должна проводиться с особой тщательностью.

Однако из положительных моментов можно отметить, что для публичных компаний, чьи акции торгуются на международных рынках, внедрение ERP-системы от известного поставщика может привести к повышению стоимости компании. Это связано и с тем, что внедрение ERP-систем подразумевает в т.ч. повышение прозрачности бизнеса, а это делает компанию более привлекательной с точки зрения инвесторов (конечно, при условии, что компания приносит прибыль).

В-третьих, ERP-система может навязывать своё представление о бизнес-процессах, в т.ч. не свойственных ни для конкретной отрасли, ни принятым в стране внедрения политикам учета (российские системы бухгалтерского учета (РСБУ), международные системы финансового учета (МСФО), общепринятые стандарты бухгалтерского учета (англ. GAAP) и т.д.). Для России нельзя не учитывать специфические особенности, такие как проведение документов задним числом (что является штатной возможностью для такой системы, как 1С). Таким образом, бизнес должен быть готов к перестройке своих процессов, поэтому вовлеченность топ-менеджеров всех направлений крайне важна [2].

Предлагаемые ERP-системой бизнес-процессы могут более эффективны, чем уже существующие, однако при этом стоит учитывать масштаб операционной деятельности предприятия и направленность соответствующей ERP-системы. Например, для относительно небольшого предприятия несколько операций могут выполняться фактически одними и теми же сотрудниками, однако для этого им приходится работать в нескольких разделах (автоматизированных рабочих местах, транзакциях) ERP-системы, потому что предлагается, что эти операции должны быть разделены.

Это может быть продиктовано и соображениями безопасности: например, операции по вводу и контролю ввода данных следует разделять. Однако прямые потери при найме дополнительных сотрудников могут быть выше рисков, связанных с превышением полномочий или даже мошенничеством. Для крупных холдинговых структур может иметь смысл покупка нескольких ERP-систем, предназначенных для компаний разного масштаба.

Таким образом, внедрение ERP может потребовать значительных изменений: бизнес-процессов, организационной структуры компании, должностных обязанностей сотрудников и т.д., и к этому надо быть готовым.

Для холдинговых структур внедрение с полным участием и ответственностью консалтинговых компаний может быть не совсем эффективной мерой ввиду того, что структура холдинга может быть достаточно разнородной и внедрение требует значительного времени и, соответственно, не менее значительных финансовых средств. Поэтому, возможно, имеет смысл выделять отдельную структуру, ответственную за внедрение и сопровождение ERP-систем (это же возможно и для других информационных систем уровня холдинга: согласование договоров, подготовка консолидированной отчетности, инфраструктурные системы, электронная почта и т.д.).

Внедрение пилотных проектов может осуществляться при участии консалтинговых агентств, однако тиражирование на площадки может осуществляться и собственными силами.

Поскольку внедрение сразу на многих площадках холдинга может быть затруднено из-за различий в системах учета в связи с особенностью управленческой отчетности, направленности компании и т.д., для тиражирования наработок необходимо подводить бизнес-процессы под некий единый знаменатель.

Решение по унификации учетных и других функций на самом высоком уровне может быть проведено достаточно быстро, однако документы и решения такого уровня будут чересчур общими, и при адаптации на местах будут трансформироваться и обрастать дополнительными подробностями, что приведет к тому, что тиражирование ERP-систем (или отдельных их блоков) будет стоить столько же, сколько и пилотные проекты, поскольку будет вноситься значительное количество доработок. Это приведет к невозможности экономии на масштабах внедрения, сложности поддержки многих по-разному настроенных ERP-систем и снижению эффективности управления.

Формализация и выработка общих требований на нижних уровнях оказываются еще более неэффективными. Оценка рисков на таких уровнях не может быть проведена адекватно, кроме того, готовность к изменениям на нижних уровнях не слишком высока, что приводит к тому, что согласованные функциональные требования к системам могут быть подготовлены со значительной задержкой.

Таким образом, необходимо выбрать некоторый базис, вокруг которого будет строиться унификация бизнес-процессов и далее информационных систем. Такой базисной основой могут выступать законодательные и другие нормативные требования, формируемые на уровне государства, поскольку они принимаются всеми без исключения. Например, хорошим решением может быть подготовка единого плана счетов путем объединения существующих наработок на разных площадках. Для дальнейшей унификации, не связанной напрямую с учетной функцией (расчет заработной платы, системы контроля выполнения заказов, сбыт и т.д.) либо связанной с учетом, на нижних уровнях производства могут применяться различные методики: ротация управляющего персонала, создание рабочих групп из представителей нескольких предприятий и т.д.

В настоящее время многие компании с внедрением ERP-систем отметили повышение капитализации, провели консолидацию активов и повысили прозрачность и управляемость бизнеса, однако нередки и обратные случаи, когда поставленные цели достигнуты были не в полном объеме. Вместе с этим можно отметить, что структурированный подход к идентификации, оценке и управлению рисками позволит минимизировать вероятность получения отрицательного результата.

Литература

1. Аварийный выход // Эксперт. 2004. Январь.
www.expert.ru/printissues/expert/2004/03/
2. Пять причин неудачного внедрения ERP-систем.
www.npsod.ru/rus2/analitics/document11121.phtml

УДК 004.89

АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЛОГ-ФАЙЛОВ, КАК СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ТОРГОВЛИ, ПОЛИТИКИ, НАУКИ

А.О. Савельев

Поэтапно рассматривается способ организации систем поддержки принятия решений на основе анализа данных журналов посещаемости веб-серверов. Описываются ключевые особенности каждого из этапов алгоритмы и методы практической реализации этапов, в контексте практического применения систем в таких областях как торговля, политика и наука.

Ключевые слова: Web Mining, clickstream, журналы посещений.

Руководителю любого уровня приходится ежедневно принимать решения различной сложности. От их обоснованности и профессионального уровня зависит и эффективность деятельности фирмы. Необходимость учета при принятии управленческих решений большого количества политических, экономических, социальных, юридических и моральных факторов значительно усложняет задачу выбора правильного варианта решения. В первую очередь, это связано с необходимостью сбора требуемой для принятия решения информации. В этом отношении существенную помощь руководителю оказывают современные информационные системы поддержки принятия решений (СППР).

Фактически любое предприятие на данный момент располагает определенным набором информационных ресурсов, в числе которых обязательно имеется веб-сайт или портал. Должным образом организованный веб-ресурс может стать уникальным источником информации о фактическом интересе потенциальных клиентов, партнеров, ревьюеров к деятельности фирмы и предоставляемым ею товарам и услугам [1].

В данной статье описывается подход к организации систем поддержки принятия решений на основе анализа данных, собираемых веб-серверами.

В целом процесс извлечения и анализа данных об активности веб-пользователей может быть представлен следующей итерационной схемой (рис. 1):



Рис. 1. Процесс анализа данных об активности веб-пользователя

Этап сбора данных

Весь спектр задач этапа покрывается встроенными функциональными возможностями аппаратного и программного обеспечения серверов.

Однако стоит упомянуть ряд особенностей, которые могут повлиять на качество анализа данных, а следовательно, и на конечный результат и эффективность СППР в целом.

Существует несколько форматов ведения лог-записей. Каждый из них регламентирует набор обязательных и дополнительных атрибутов транзакции «клиент – сервер», которые будут отображены в записях журнала посещений, или лог-файлах.

Для наиболее полного и детального анализа необходимо наличие следующих атрибутов: дата и время выполнения транзакции; время, затраченное на выполнение транзакции; количество байт, переданное клиентом серверу; количество байт, переданное сервером клиенту; IP-адрес клиента; URI-запрос; адрес предыдущей посещенной клиентом веб-страницы.

Этап предварительной обработки данных

Лог-файлы серверов являются наиболее широко распространенным источником исходных данных для анализа поведения пользователей. Любая клиент-серверная транзакция будет занесена в журнал. С одной стороны, это является несомненным преимуществом, поскольку предоставляет наиболее полные данные. С другой стороны, возникает большое количество так называемого «шума» – данных, не представляющих интереса для текущих целей анализа. К примеру, к подобным данным при анализе поведения пользователя можно отнести транзакции, осуществляемые поисковыми роботами.

Помимо задачи отсеивания «шума», в ходе этапа предварительной обработки данных решается задача восстановления «утраченных» транзакций.

Из-за ряда особенностей клиент-серверного взаимодействия часть записей о пользовательских транзакциях может быть не осуществлена. Наибольшая потеря данных обусловлена наличием возможности кэширования просмотренных ранее веб-страниц.

Существует несколько методов решения вышеназванных задач.

Для распознавания роботов чаще применяется метод идентификации по IP-адресу для восстановления «утраченных» транзакций – Pattern Restore Method [2].

Этап анализа и формирования моделей

Задачи, решаемые в рамках этапа анализа данных, можно разделить на следующие типы:

– Статистические. Данный тип задач в рамках СППР можно отнести к задачам мониторинга текущего состояния деятельности предприятия.

– Задачи интеллектуального анализа данных. Если задачи мониторинга отвечают на вопросы категории «что мы имеем?», то решение задач интеллектуального анализа могут дать ответ на вопрос «почему?», найти причины текущего положения дел и, как следствие, пути изменения ситуации [3].

Для организации СППР мы предлагаем следующую логическую организацию задач интеллектуального анализа:

1. Profile Mining, или составление профиля пользователя. В рамках анализа данных происходит идентификация пользователя. Составление профиля пользователя позволит понять, кто именно пользуется или интересуется деятельностью предприятия, осуществить сегментацию посетителей сайта. Сопоставить полученную картину с текущими целями развития предприятия и сделать соответствующие выводы.

2. Web Usage Mining, или поиск закономерностей в действиях пользователей. Основным вопросом данной категории задач является, почему пользователь поступил так, а не иначе, что именно искал пользователь на информационном ресурсе предприятия, достиг ли он своей цели, воспользовался ли полученной информацией.

К основным методам решения перечисленных задач можно отнести: ассоциативные правила, деревья решений, наивный байесовский классификатор, метод опорных векторов.

Найденные закономерности в действиях пользователей и их сегментация могут стать основой для создания моделей поведения пользователей, что позволит прогнозировать будущие состояния предприятия. Как правило, модель поведения формируется для каждой группы посетителей.

Интерпретация результатов и формирование аналитической отчетности

Размер веб-лога огромен. Веб-ресурсы со средней загруженностью могут генерировать до сотен миллионов записей об осуществленных транзакциях. Для целей анализа данных об активности веб-пользователей должно быть сформировано хранилище данных.

В свою очередь, структуру хранилища данных можно использовать для организации витрины данных, при этом рекомендуется следующая степень детализации: одна запись таблицы фактов = одна сессия посетителя.

В качестве измерений для таблицы фактов могут быть использованы атрибуты лог-файлов, определенные на этапе сбора данных, их сочетания и вычисляемые на их основе измерения.

Использование результатов анализа и выводы

В данной статье был рассмотрен процесс анализа данных об активности веб-пользователей в контексте организации СППР. Осталось только привести несколько примеров областей, для которых данная система будет представлять наибольший интерес.

Маркетинговые исследования и оптимизация процесса сбыта товаров и услуг. Сегментация посетителей сайта позволит понять, кто, и главное, каким образом становится заказчиком товаров и услуг компании. Решение задачи прогнозирования спроса, в том числе и сезонного, позволит оптимизировать производство и сбыт товаров.

Оценка научной деятельности вуза. Для данной цели можно выделить ряд индикаторов, позволяющих оценить научно-образовательную деятельность вуза в условиях наличия портала научных публикаций и образовательных материалов. Таким образом, можно оценить продуктивность научной деятельности по числу статей, изобретений; эффективность научной деятельности – по числу защит, ноу-хау, лицензий на объекты интеллектуальной собственности; эффективность финансирования – по доле изобретений, ноу-хау; а кроме того, научный и исследовательский потенциал.

Социальные и гуманитарные исследования. Мониторинг и анализ журналов посещений новостных и иных информационных веб-ресурсов позволят определить реакцию общественности на те или иные публикации, выявить темы и ключевые слова, вызывающие «взрывной» интерес. Полученные данные и модели могут быть использованы в качестве исходных данных для социогуманитарных исследований.

В качестве итогового заключения хочу отметить следующее. Сформировавшаяся глобальная сеть является уникальным явлением, отражающим практически все аспекты деятельности общества. Ранее такого широкого, полного и своевременного источника информации, гибко реагирующего на любое изменение в жизни общества, не существовало. Таким образом, анализ и использование веб-данных, а также наличие соответствующих программных и аппаратных инструментов приобретает все большее значение и актуальность.

Литература

1. Markov Z., Larose D.T. Data-mining the Web : uncovering patterns in Web content, structure, and usage. John Wiley & Sons Inc., 2007.
2. Ting I., Kimble C., Kudenko D. A Pattern Restore Method for Restoring Missing Patterns in Server Side Clickstream Data. Y. Zhang et al. (Eds.): APWeb 2005, LNCS 3399. P. 501–512. 2005.
3. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод и др. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

УДК 651; 65.011.56

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА И ДОКУМЕНТООБОРОТА В РОССИИ

Н.О. Троян

Описываются хронологическая последовательность развития делопроизводства и документооборота в России с древних времен и до наших дней, а также факторы, препятствующие автоматизации документооборота.

Ключевые слова: делопроизводство, система делопроизводства, документооборот, автоматизация, база данных, система электронного документооборота.

Еще в древние времена возникла необходимость фиксации разнородной информации, что в дальнейшем привело к развитию делопроизводства. В наши дни люди тратят достаточно много своего времени на коммуникации, совмещенные с обработкой информации, что поспособствовало созданию систем электронного документооборота. В развитии делопроизводства и становлении документооборота есть много интересных тонкостей и фактов, которые заслуживают особого внимания. Рассматривая этапы развития делопроизводства, можно проследить всю хронологию его становления и преобразования, увидеть возможные пути его дальнейшего развития.

История появления и развития делопроизводства и документооборота в России

Ниже представлена к рассмотрению хронологическая цепочка развития делопроизводства в России.

Дошедшие до наших дней письменные документы свидетельствуют, что в период формирования и расцвета Древнерусское государство имело свою письменность, которая использовалась для документирования частной жизни (например, письма новгородцев на бересте), правовых отношений, охраны собственности, жалованные, вкладные грамоты [1].

В период феодальной раздробленности (XIII–XV вв.) развитие феодальных отношений фиксировалось в частноправовых актах (купчие грамоты на землю и иное имущество). Управленческие решения подчиненным верховная власть фиксировала в указных грамотах [1].

Период с XVI–XVII вв. получил название «приказного делопроизводства» по названию 9 первых государственных учреждений, приказов [1]. Процесс развития приказов не был однородным на протяжении всего столетия. Выделяют два основных периода: первую половину века (примерно от 10-х до 50-х годов) как время становления и оформления приказной системы и вторую половину (60–90-е годы), когда окончательно складывается новый тип учреждений управления с определенной системой делопроизводства [2].

Система делопроизводства, сложившаяся в учреждениях XVIII в., получила название коллежской. Главное отличие коллежского делопроизводства от приказного заключается в том, что его организация регламентировалась законодательством [1].

С XIII по XVIII в. прослеживается переход с приказной системы организации делопроизводства на законодательную, что влечет за собой прописанные нормы действий вышестоящих и нижестоящих по долгу службы людей, государственных служащих и жителей города, тем самым при осуществлении документационной деятельности учитываются права и обязанности каждой из сторон, а не только вышестоящих органов управления.

Делопроизводство в России XIX–XX вв. – министерское делопроизводство. В последней трети XIX в. большое влияние на делопроизводство оказало развитие техники. Изобретение пишущих машинок, гектографов и другой множительной техники вывело на новый уровень культуру документооборота, ускорило изготовление документов. Появление телеграфа, телефона привело к появлению новых видов документов: телеграмм, телефонограмм [1].

В XX в. в 20-е годы началось массовое движение за научную организацию труда (НОТ) и научную организацию управленческого труда (НОУТ), оказавшее значительное влияние на формирование и развитие советского делопроизводства. Значительное влияние на процесс документирования оказала Конституция 1936 г.,

впервые за годы советской власти законодательно закрепившая иерархию управленческих документов, четко определив, какие виды распорядительных документов должны издавать органы власти и управления [1].

Четкое закрепление за органами управления конкретного перечня распорядительных документов наложило конкретные обязанности на органы управления и определило более четкий регламент их деятельности, что, несомненно, прояснило ситуацию в области деятельности властей.

Особое место в истории советского делопроизводства занимает постановление Совета Министров СССР от 25 июля 1963 г. «О мерах по улучшению архивного дела в СССР», поставившее задачу разработки Единой государственной системы делопроизводства (ЕГСД). Внедрение в аппарат управления средств вычислительной техники привело к переработке ЕГСД. В 1988 г. руководство Главархива СССР утвердило ей вторую редакцию, называемую ЕГЭСДОУ [1].

Очевидно, на данном этапе СССР стремился к централизации делопроизводства в стране для полного контроля государством ведения дел.

В 60-е годы в России в процессе становления программной индустрии возник термин «база данных». База данных есть совокупность взаимосвязанных хранящихся вместе с отношениями между ними устойчивых (персистентных) данных при наличии такой минимальной избыточности, которая допускает их независимое использование оптимальным образом для одного или нескольких приложений, при этом данные хранятся в таком виде, чтобы они были независимы от программ, использующих эти данные. Предполагается автоматизированная поддержка существования такой базы данных со стороны специальной системы управления базами данных [3].

Развитие советского делопроизводства в 1970–1980-е годы заложило основу для дальнейшего формирования современного делопроизводства в РФ. Многие нормативно-методические документы, созданные в этот период, действуют и сейчас [1].

Факторы, препятствующие распространению технологии автоматизированного делопроизводства

Сегодня информации придается как оперативное, так и стратегическое значение. Информация применяется в политике, экономике, журналистике и других отраслях для достижения определенных целей и получения результатов. Сейчас становится все важнее представлять информацию в нужное время и в нужное место, должного качества и постоянно обновляющуюся.

Эволюционный путь развития информационных технологий значительно облегчил работу с информационными источниками и информацией путем автоматизации документооборота, т.е. создания систем электронного документооборота, значительно облегчающих работу с информацией путем внедрения в организации систем электронного документооборота. Использование предложенных систем в офисе может натолкнуть на явное и неявное сопротивление части работников организаций.

Компания Delphi провела социальный опрос и выявила следующее [4]: культурно-психологические факторы являются наиболее серьезным препятствием на пути распространения технологии автоматизированного делопроизводства, из всех препятствий они занимают самое значительное место – 43%. Другие препятствия не так значительны: необходимость изменений в организации деятельности – 24%; сложности интеграции – 11%; чрезмерная стоимость – 11%; незрелость технологии – 11%.

Но тем не менее технические новшества привели к изменению организации труда в учреждениях. Прежде выполнение задач и вспомогательная деятельность были разьединены. Составление планов, подготовка писем и других документов, отправка почты и ее разбор были рассредоточены по различным функциональным рабочим местам. Любые функции документационного обеспечения управления могут выполняться на любом автоматизированном рабочем месте, включенном в компьютерную сеть [4].

Заключение

Известен путь развития документооборота и возможные опасения людей, связанных с работой с автоматизированными системами электронного документооборота, был представлен ряд причин, способствующих широкому внедрению систем автоматизации электронного документооборота в различные фирмы и организации. Автоматизация документооборота стала необходимостью в современных условиях. Если системы электронного документооборота не будут использованы при работе с документами, цель окажется недостигнутой.

Литература

1. Делопроизводство (организация и технология документационного обеспечения управления): учеб. для вузов / Т.В. Кузнецова, Л.В. Санкина, Т.А. Быкова и др.; под ред. Т.В. Кузнецовой. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 359 с.
2. Быкова Т.А., Евсеева Е.Н. Приказное делопроизводство XVII в. // Делопроизводство. 1997. №2/1. С. 84–90.
3. Марков А.С. Базы данных. Введение в теорию и методологию / А.С. Марков, К.Ю. Лисовский. М.: Финансы и статистика, 2006. 512 с.
4. Ларин М.В. Документационное обеспечение и информационный менеджмент // Делопроизводство. 1997. №2/1. С. 14–18.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Председатель – *Дмитриев Вячеслав Михайлович*, зав. каф. ТОЭ, д.т.н., проф.

УДК 620.173.26

ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

С.С. Алексеенко

Разработан виртуальный лабораторный стенд в среде LabVIEW, имитирующий проведение и обработку реальных измерений с тензометрической системы.

Ключевые слова: LabVIEW, измерение, стенд, тензорезистор, виртуальный прибор.

В организации лабораторного практикума на кафедре информационно-измерительной техники и технологий как и на других кафедрах Омского государственного технического университета, среди основных проблем, препятствующих их развитию и продуктивному процессу обучения студентов, можно выделить:

- практическую невозможность заказать и получить новое современное оборудование и приборы ввиду ограниченного финансирования;
- ограниченность площадей лабораторий для размещения нового оборудования.

Зачастую отсутствие финансовых средств заставляет кафедры приобретать приборы, которые подчас не удовлетворяют в качественном отношении, но зато доступны по цене. И такие приборы через некоторое время часто занимают свое место на дальней полке, что, как выясняется, является его основным предназначением.

Однако всегда ли дешевле значит хуже? Конечно, нет. Но только тогда, когда техника базируется на качественно новых принципах – технических, физических, технологических и др. Примером этому служит переход от ламповой техники к транзисторной, потом к микросхемной, потом к микроконтроллерной и т.д. Реальный пример сегодня – появление аппаратуры, создаваемой по технологии «виртуальных приборов».

В настоящее время все больше возрастает значение компьютерных технологий при создании информационно-измерительных систем. Наряду с относительной дешевизной это связано с широкими возможностями компьютеров по оперативной обработке результатов измерений и их наглядной интерпретации.

Одной из важнейших разработок, позволяющей создавать виртуальные измерительные приборы и системы, является программный пакет LabVIEW.

В отличие от текстовых языков программирования (C, Pascal, Basic) LabVIEW использует графический язык программирования G (Graphics), предназначенный для создания программ в форме структурных схем.

Программы в среде LabVIEW называются виртуальными инструментами (ВИ), так как их вид и функционирование имитируют реальные измерительные приборы [1]. При этом ВИ подобны функциям в программах стандартных языков программирования.

Интерфейсом пользователя ВИ, подобно интерфейсу пользователя реального прибора, является лицевая панель.

Целью данной работы явилось исследование новых возможностей для развития и совершенствования лабораторного практикума на кафедре информационно-измерительной техники и технологий.

Был создан виртуальный лабораторный стенд в среде LabVIEW, имитирующий проведение и обработку реальных измерений.

Прототипом виртуального лабораторного стенда является реальная измерительная система. Она позволяет строить характеристики зависимости напряжения на выходе электрической схемы от величины прогиба балки. Измерительная система включает консольную упругую нагрузочную балку с наклеенными тензопреобразователями и механизмом нагружения балки со стрелочным индикатором величины прогиба, блока питания, усилителя выходного сигнала с тензорезисторов [2].

Для имитации работы этой измерительной тензометрической системы на виртуальном лабораторном стенде необходимо получить функциональную зависимость между величиной прогиба балки и током разбаланса электрического моста.

Для построения модели нужно провести прямые многократные измерения с использованием реальной системы. Затем необходимо провести обработку результатов измерения методом регрессионного анализа в среде Mathcad и осуществить проверку адекватности уравнения регрессии а также значимость коэффициентов уравнения регрессии. Полученная регрессионная модель может быть использована при создании виртуального лабораторного стенда в среде LabVIEW.

Лицевая панель виртуального стенда показана на рис. 1. Здесь достаточно узнаваемо представлены основные узлы и блоки реальной тензометрической системы. Кроме того, визуализован механизм нагружения консольной балки с установленными на ней тензопреобразователями, принцип действия которого демонстрируется в динамике.

Разработанный виртуальный лабораторный стенд в среде LabVIEW позволяет:

- в условиях, близких к реальным, проводить измерения при различных нагрузках на упругую балку;
- проводить статистическую обработку результатов многократных измерений с использованием методов теории многофакторного эксперимента в среде LabVIEW;
- по неповторяющимся вариантам заданий каждому студенту обеспечить индивидуальное экспериментальное исследование;
- осуществлять измерение параметров с большей точностью и быстродействием, чем позволяют реальные системы при гораздо меньших материальных затратах на виртуальные стенды.

Для расширения возможностей использования данного виртуального прибора предусмотрена также возможность автоматизации сбора и обработки измерительной информации от датчиков с помощью платы сбора данных. Это позволит расширить область применения существующего оборудования, например дополнив его работу динамическими режимами, и осуществлять централизованный сбор и обработку измерительной информации в автоматическом режиме на компьютере в среде LabVIEW.

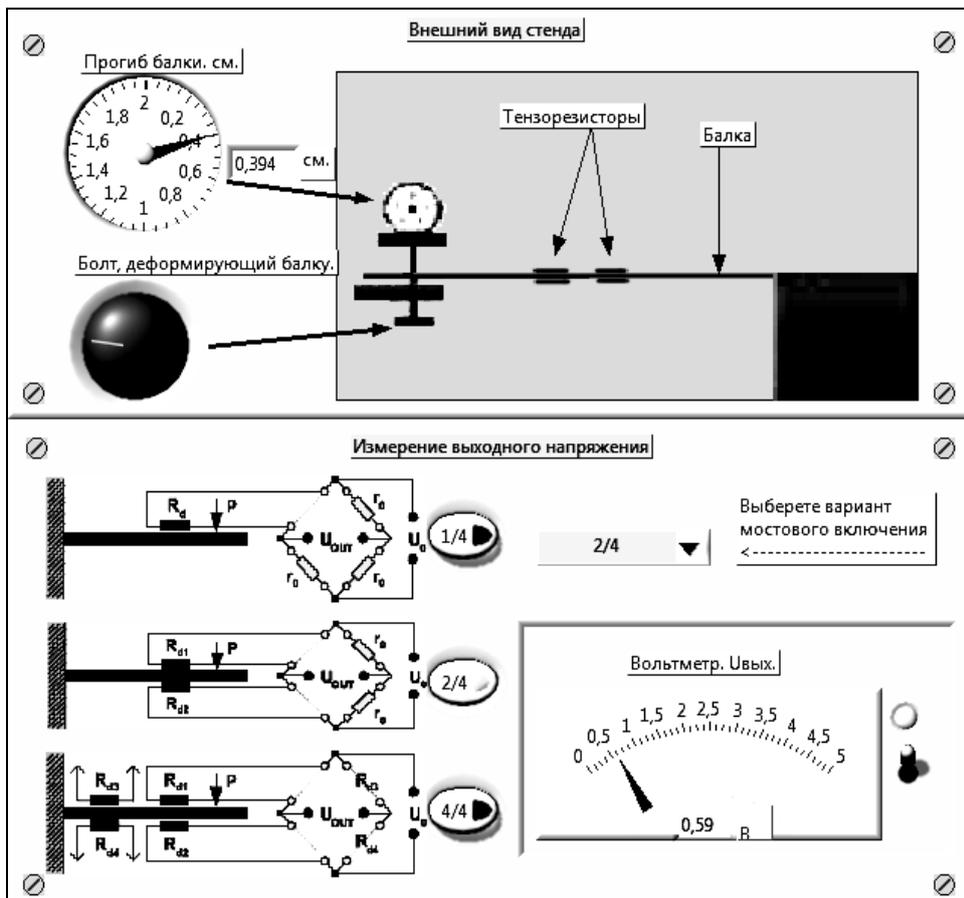


Рис. 1. Лицевая панель виртуального прибора

Литература

1. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Дж. Тревис / Пер. с англ. Н.А. Клушин. М.: ДМК Пресс, ПриборКомплект, 2005. 544 с.
2. Спектор С.А. Измерения физических величин. Методы измерений: учеб. пособие для вузов / С.А. Спектор. Л.: Энергоатомиздат, 1987. 320 с.

УДК 621.317

ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС С ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТОЙ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ «ALGORITHM BUILDER»

В.А. Дремин, С.П. Манухов

Разработан интерактивный учебный методический комплекс по программированию контроллеров с архитектурой AVR.

Ключевые слова: микроконтроллер, программирование, AVR, адаптер, макетная плата.

На современном этапе информатизации общества и развития образовательных структур многие традиционные методы преподавания стали отходить на

задний план, уступая место новым методикам, основанным на имитации диалога обучающегося с преподавателем при помощи компьютеров. Такую форму обучения принято называть «дистанционным образованием», поскольку она возможна непосредственно вдали от учебного заведения.

Сегодня день в мире существует огромное количество контроллеров, микроконтроллеров и средств разработки программ к ним. Целью разработки было создание интерактивного учебного методического комплекса по программированию контроллеров с архитектурой AVR.

Данный интерактивный учебный методический комплекс позволит обучить программированию микроконтроллеров с архитектурой AVR фирмы ATMEL. В основе комплекса лежит интегрированная среда разработки программ Algorithm Builder. Программирование микроконтроллеров с помощью макетной платы, подключенной к ЭВМ, позволяет закрепить полученные знания на практике и впоследствии использовать запрограммированный микроконтроллер как в учебных целях, так и на производстве. Основная задача обучающего комплекса состоит в том, чтобы в быстрые сроки, а именно за два занятия по 4 часа (4 часа теоретической подготовки без лабораторного стенда и 4 часа работы с лабораторным стендом), научить студента, инженера или других лиц программированию микроконтроллеров без подробного изучения языка программирования – Ассемблера.

С организацией моментального доступа посредством сетевых технологий практически к любой информации представление методических пособий на компьютере имеет ряд важных преимуществ. Во-первых, это автоматизация как самого процесса создания таковых, так и хранения данных в любой необходимой форме. Во-вторых, это работа с практически неограниченным объемом данных. В-третьих, изученный материал закрепляется на практике с использованием лабораторного стенда, который можно смонтировать самостоятельно или обойтись симулятором.

Интерактивный учебный методический комплекс является средством комплексного воздействия на обучаемого путем сочетания концептуальной, иллюстративной, справочной, тренажерной и контролирующей частей.

Основой интерактивного учебного методического комплекса является его интерактивная часть, которая реализована только на компьютере. В нее входят:

- электронный учебник,
- электронный справочник,
- тренажерный комплекс,
- электронный лабораторный практикум,
- компьютерная тестирующая система.

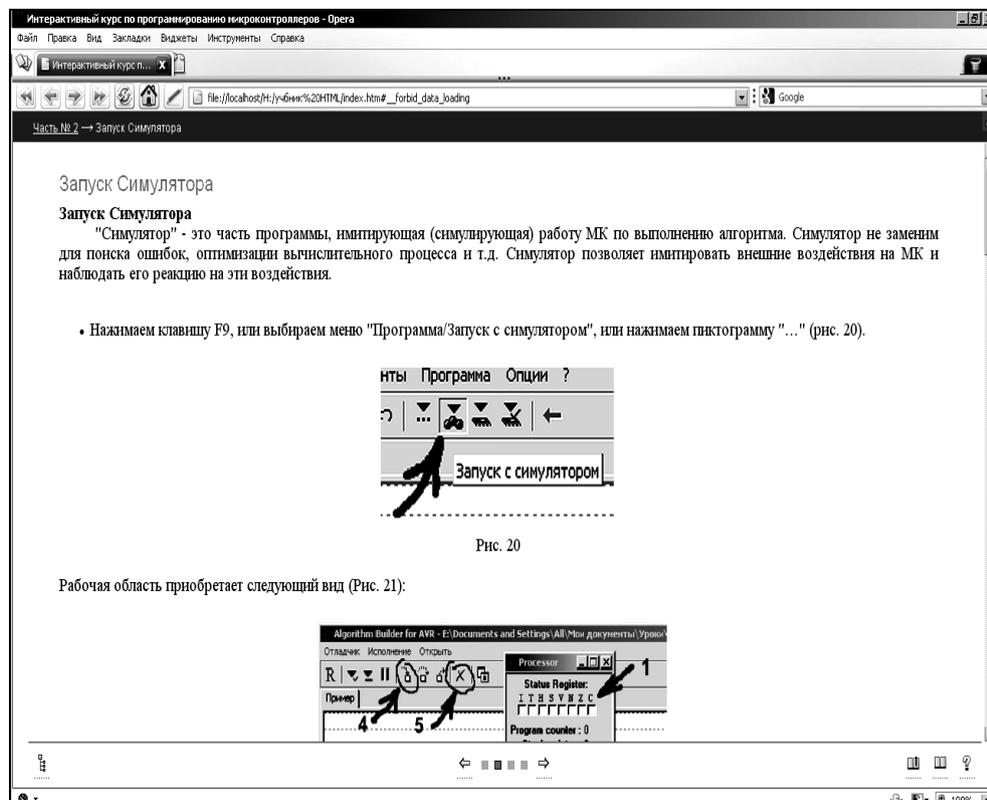
Электронный учебник предназначен для самостоятельного изучения теоретического материала курса и построен на гипертекстовой основе, позволяющей работать по индивидуальной образовательной траектории. Нелинейная организация учебного материала, многослойность и интерактивность каждой части, а также возможность протоколирования информации о выборе учащимся траектории обучения определяют его специфику.

Особенностью применения интерактивного учебного методического комплекса в образовательном процессе будет адаптация к основному профилю специальности, которая связана с формализованным представлением содержания знаний и большой долей учебного практикума, имеющего целью не только раз-

витие навыков решения задач программирования и выполнение лабораторных работ, но и формирование комплекса профессиональных знаний, умений и навыков.

Использование интерактивного учебного методического комплекса обеспечивает максимальный эффект обучения. Мультимедиа – это объединение нескольких средств представления информации в одной системе, таких как текст, звук, графика, мультипликация и видеоизображения.

Основа учебного методического комплекса построена с помощью языка HTML и реализована с помощью САПР eAuthor CBT 3.2 компании Hypermethod. В конце каждого раздела находится тест для самоконтроля (рис. 1).



Кроме электронного учебника используется макетная плата и адаптеры для программирования микроконтроллеров в среде разработки программ Algorithm Builder. Графическая технология ассемблера в среде «Algorithm Builder» реализуется посредством нескольких базовых объектов, из которых выстраивается конструкция алгоритма.

Представление операций микроконтроллера построено по визуально-функциональному принципу.

Среда программирования содержит в себе компилятор алгоритма, симулятор микроконтроллера и внутрисхемный программатор, обеспечивающий загрузку откомпилированного алгоритма в кристалл. Симулятор – это часть программы, имитирующая работу МК по выполнению алгоритма. Симулятор используется для поиска ошибок и оптимизации вычислительного процесса. Симулятор позво-

ляет имитировать внешние воздействия на МК и наблюдать его реакцию на эти воздействия.

Кроме того, обеспечивается режим мониторинга отладки, при котором к откомпилированному коду программы добавляется скрытый код, обеспечивающий вывод всего внутреннего состояния реального микроконтроллера в заданных точках останова в соответствующие окна, как при работе в симуляторе. При работе мониторинга отладчика и программатора микроконтроллер непосредственно подключается к COM или USB порту.

В комплексе сделан упор на визуальное и пошаговое обучение программированию в среде разработки Algorithm Builder, что повышает эффективность обучения, уменьшает вероятность ошибок и сокращает сроки разработки. Встроенная система проверки знаний в виде структурированных тестов позволяет закрепить полученные знания при изучении каждого раздела. Большое количество примеров программ, содержащихся в комплексе, способствует обучению.

Литература

1. Голубцов М.С., Кириченко А.В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. 2-е изд., испр. и доп. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. 304 с.
2. Демкин В.П., Вымятин В.М. Принципы и технологии создания электронных учебников. Томск, 2002.

УДК 378.016

ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

М.Я. Епифанцева, В.С. Мозжерин

Создано мультимедийное пособие для изучения случайных процессов, содержащее курс лекций, лабораторные работы, тесты для проверки знаний студентов.

Ключевые слова: мультимедийное пособие, средства обучения, информационные технологии, теория случайных процессов.

Теория случайных процессов играет важную роль в различных областях науки, обороны страны, бизнеса, информационной безопасности.

Для того чтобы эти и другие направления развивались и совершенствовались, возникали новые идеи и методы. Необходимо эффективно готовить специалистов, которые будут владеть этими знаниями. Следовательно, для подготовки будущие специалисты должны иметь удобные, информативные пособия и лабораторные комплексы, с помощью которых они смогут получать необходимые знания и учиться применять их на практике.

Литература по случайным процессам, опубликованная за последние 15 лет, представлена в основном монографиями. Учебники и учебные пособия относятся к классу дефицитной литературы и ориентированы на обеспечение определенных направлений и специальностей.

В современном обществе компьютеры стали его неотъемлемой частью, а значит, вопрос создания и применения удобного, многофункционального, мультимедийного учебного пособия по такой дисциплине, как «Случайные процессы», является актуальным. Особенно важно то, что на данный момент не сущест-

вует подобных учебных пособий, и их появление положительным образом скажется на процессе обучения. Мультимедийное пособие «Случайные процессы» позволяет максимально эффективно осуществлять процесс обучения и контроля знаний студентов. Встроенная система тестирования позволяет провести тестирование по данной дисциплине максимально эффективно за счет использования сети.

Каждый раздел курса мультимедийного пособия заканчивается тестированием с использованием разработанной тестовой программы. Умения и навыки отрабатываются с использованием методических рекомендаций.

Использование средств компьютерных технологий активизирует самостоятельную работу студентов, позволяет повысить эффективность усвоения ими знаний, предоставляет преподавателю возможность использовать больше времени для индивидуальной работы, оценка становится объективнее и помогает преодолевать психологический комплекс, освобождает от громоздких вычислений и преобразований, позволяя сосредоточиться на сути предмета, рассмотреть большее количество примеров и решить больше задач; предоставляет возможности для самопроверки на всех этапах работы. В ходе работы над мультимедийным пособием было выявлено несколько важных элементов [1], наличие которых значительно увеличивает функциональность и удобство использования этого пособия. Основное окно для чтения материала позволяет увеличивать или уменьшать размер формул, картинок для более удобного знакомства с материалом. Окно «Содержание» используется для удобного перехода по главам пособия. Кнопки навигации по главам позволяют перемещаться «Назад», «Вперед». Благодаря этим элементам работа с текстом и переходы между главами будут напоминать работу с обычной бумажной книгой, что является очень удобным. Для любителей музыки есть аудиоплеер, есть скрывающиеся боковые панели. Предусмотрена возможность просмотра из окна учебника обучающих видеороликов с комментариями преподавателя. Окно контрольных вопросов по главе позволяет обучающемуся уже во время чтения знать, на что именно ему необходимо обратить внимание. Имеется встроенная справка по использованию данного учебника, которая позволяет получить полную информацию, либо краткое описание каждого элемента. В качестве формата представления информации в пособии был выбран HTML. Используются скрывающиеся боковые панели.

Все эти элементы, объединенные в один комплекс, позволяют проводить обучение студентов по дисциплине «Случайные процессы» с наибольшей эффективностью, сделать обучение интересным, дать возможность студентам еще на начальной стадии научиться применять полученные знания на практике.

Электронное пособие разбито на самостоятельные модули: оболочка для чтения лекционного материала, оболочка для просмотра мультимедийных примеров, программа тестирования знаний студентов, комплекс лабораторных работ по теории случайных процессов.

Оболочка для чтения лекционного материала включает в себя следующий материал: курс лекций по теории случайных процессов, краткую справку по курсу теории вероятностей, контрольные вопросы к каждой главе пособия. Оболочка для просмотра мультимедийных примеров включает в себя: коллекцию встроенных примеров по лекционному материалу, внешние модули оформлены в виде самостоятельных программ. Программа тестирования знаний студентов содержит клиентскую часть для тестирования, серверную часть для тестирования. Структура пособия изображена на рис. 1.



Рис. 1. Структура мультимедийного пособия

Весь основной материал пособия представлен в качестве курса лекций по теории случайных процессов.

Для удобной работы с материалом он разбит на следующие законченные главы: введение, элементы теории случайных процессов, понятие случайного процесса, числовые характеристики случайных процессов, классификация случайных процессов, особенности оценки характеристик случайных процессов, описание случайных процессов, преобразования случайных процессов, потоки случайных событий, обнаружение сигналов на фоне помех, задача по распознаванию образов, задача на обнаружение разладки случайного процесса.

В качестве языка программирования применен С++ в сочетании со средой разработки «Borland С++ Builder» ввиду простоты и удобства использования. Помимо оболочки для чтения материала, данная среда разработки использовалась и при создании остальных модулей электронного пособия.

Кроме теоретического изучения материала по дисциплине «Случайные процессы», мультимедийное пособие содержит набор лабораторных работ по этому предмету. В комплекс вошли следующие лабораторные работы: генератор случайных чисел, генератор случайных процессов, генератор случайных полей, эффект накопления, оптимальный фильтр, отсчеты Котельникова, согласованный фильтр, вращение изображений, двумерный согласованный фильтр.

Лабораторный комплекс включает в себя вышеперечисленные лабораторные работы и теоретический материал по каждой работе. Сама программная оболочка комплекса выполнена на основе оболочки для чтения материала мультимедийного пособия. На рис. 2 изображено главное окно.

Для проверки знаний студентов в данное мультимедийное пособие входит программа тестирования. Для более эффективной работы использована архитектура клиент–сервер, которая представлена на рис. 3.

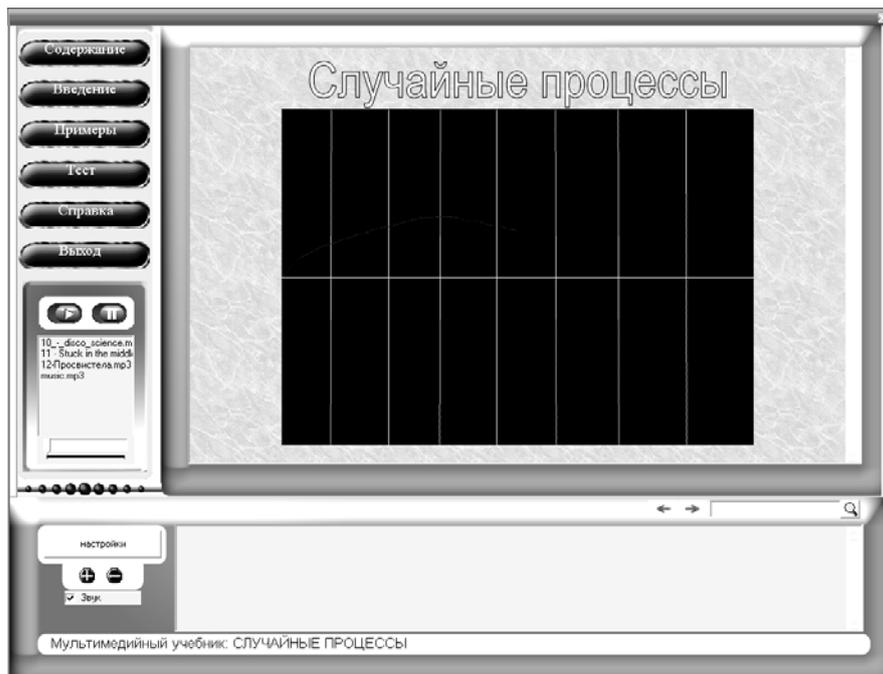


Рис. 2. Вид главного окна

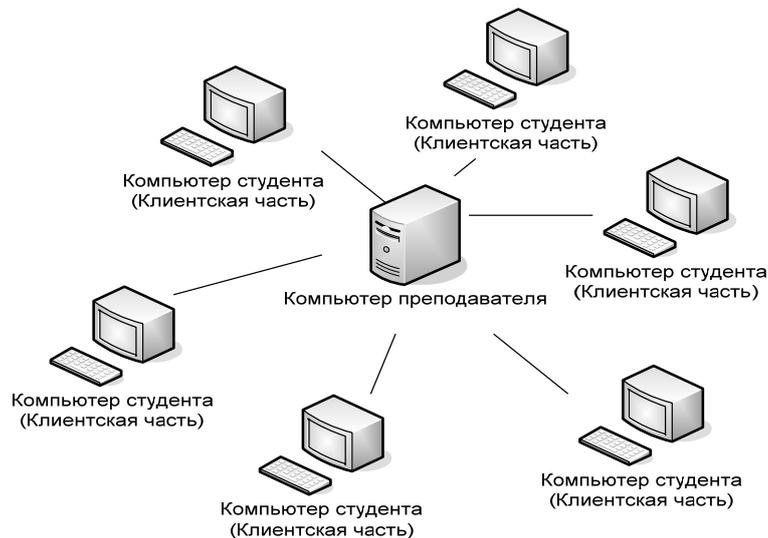


Рис. 3. Модель использования программы тестирования

Программа проверки знаний студентов состоит из двух модулей: клиентской и серверной части. Серверная часть устанавливается и запускается на компьютере преподавателя, а клиентские части – на компьютерах студентов. Используя данный принцип, становится возможным в максимально короткий временной период провести проверку знаний большого количества студентов. В ходе тестирования студент отвечает на вопросы, выбирая нужные варианты ответов. После завершения тестирования результат попадает на серверную часть программы в компьютере преподавателя.

Разработанное пособие было апробировано на кафедре информационной безопасности СибАДИ.

Литература

1. Зачатейский Д.Е. Электронные издания: учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. 96 с.

АЛГОРИТМ НЕЧЕТКОГО СРАВНЕНИЯ ИСХОДНЫХ КОДОВ ПРОГРАММ

П.А. Хаустов

Задачей проекта «NoCrib» являются создание и реализация алгоритма, позволяющего сравнить два исходных кода, написанных на одном и том же языке программирования, и релевантная оценка степени схожести этих кодов.

На практике такой алгоритм может использоваться для обнаружения нарушений авторского права или в целях улучшения качества образования. При создании удобной базы исходных кодов лабораторных или индивидуальных работ студентов возможно использование алгоритма для обнаружения попыток сдачи чужих работ. Проект «NoCrib» также может использоваться для проведения соревнований по программированию, в частности, для проверки, не было ли отправлено во время олимпиады каким-либо из участников чужое решение.

Многие алгоритмы нечеткого сравнения строк ориентированы на обычный текст и не учитывают специфические особенности сравнения исходных кодов программ. Возникает необходимость в узкоориентированном алгоритме:

- алгоритм должен распознавать хотя бы основные ключевые слова языка;
- переменные не должны считаться разными, если они отличаются только именем;
- при обмене местами двух функций код не должен распознаваться как совершенно другой;
- аналогичный принцип применим для строк внутри функций: существуют строки, перестановка которых не приводит к изменению функциональности программы;
- при анализе все комментарии в коде должны игнорироваться, аналогично игнорируются пробельные символы и переводы строк.

Система «NoCrib» реализует нечеткое сравнение двух исходных кодов и выводит оценку (процент схожести этих кодов) согласно вышеприведенным требованиям. При анализе исходного кода программы алгоритм помимо своей функциональности должен отличаться незначительным временем выполнения и потреблять допустимое количество вычислительных ресурсов (памяти).

Для анализа использован алгоритм, основанный на построении trie-деревьев исходного кода (<http://en.wikipedia.org/wiki/Trie>). Такие деревья используются в программировании для хранения словаря, в вершинах этих деревьев находятся символы используемого алфавита. В данном случае хранить код как набор слов нерационально, так как многие слова являются лишь именами переменных или функций и в случае замены имен функций и переменных полученный исходный код будет рассматриваться как код, абсолютно непохожий на изначальный.

Очевидно, что рассматривать символ используемого алфавита как атомарную единицу кода нецелесообразно. В данном алгоритме в качестве атомарной единицы используются лексемы языка программирования. Если разобрать исходный код на лексемы и каждой из них присвоить индивидуальный идентификатор, то имена переменных, функций, значения математических констант перестанут играть роль в анализе схожести двух исходных кодов. На первый план выйдет именно структура программы: объявленные переменные, функции и их сигнатура, операции и операторы.

Рассмотрим, как хранится исходный код, разобранный на лексемы, в структуре данных trie-дерево. Каждый оператор в исходном коде заканчивается символом «;». Он может находиться в теле какой-либо функции или какого-либо цикла, который, в свою очередь, находится в теле какой-то функции. Следовательно, если рассматривать каждую пару операторных скобок как отдельный уровень вложенности, то можно построить дерево следующим образом: вершина с последней лексемой каждого уровня вложенности после добавления в trie-дерево становится корнем для поддеревьев всех операторов и последующих вложенных операторных скобок.

Рассмотрим для примера следующий исходный код на языке C++:

```
int f(int x)
{
    return x & 1 + 1;
}
int main()
{
    int x = 100, k = 0;
    while (x)
    {
        x -= f(x);
        ++k;
    }
    return 0;
}
```

Упрощенное trie-дерево лексем, построенное по этому коду, представлено на рис. 1.

На рис. 1 некоторые вершины (блоки) содержат несколько лексем. В действительности каждая из этих лексем соответствует единственной вершине, которые, в свою очередь, образуют цепочку. Здесь приняты обозначения: VAR – имя переменной, NUM – арифметическая константа, FNAME – имя функции.

В программной реализации в узлах дерева хранятся идентификаторы лексем, что позволяет существенно уменьшить объем потребляемой памяти и увеличить быстродействие программы.

После того как дерево лексем для одного из кодов построено, оно используется для сравнения данного кода с другим. Если второй исходный код также разбить на лексемы и затем на уровни вложенности, то для каждого оператора можно обнаружить, есть ли его аналог в дереве лексем первого исходного кода. При этом проверяться будут все уровни вложенности на пути к этому оператору.

Стоит отметить, что для сравнения второго кода с первым не требуется создавать trie-дерево лексем для второго кода, так как в любой момент времени требуется хранить в памяти не более одной ветки оператора второго кода (т.е. самого оператора и всех предшествующих ему уровней вложенности, представлен-

ных в виде последовательности лексем). Для ветки каждого оператора второго кода можно идти по дереву лексем первого кода обходом в глубину от корня и смотреть, есть ли точно такая же ветка в этом дереве. Очевидно, что если вся ветка не присутствует в дереве, то при обходе из корня возникнет ситуация, когда у текущей вершины среди детей нет вершины с нужным идентификатором лексемы. Количество вершин, посещенных до этого момента, обозначим за X . Количество вершин в самой ветке обозначим за Y . Очевидно, что если в дереве присутствует искомая ветка, то $X = Y$, в остальных случаях $X < Y$.

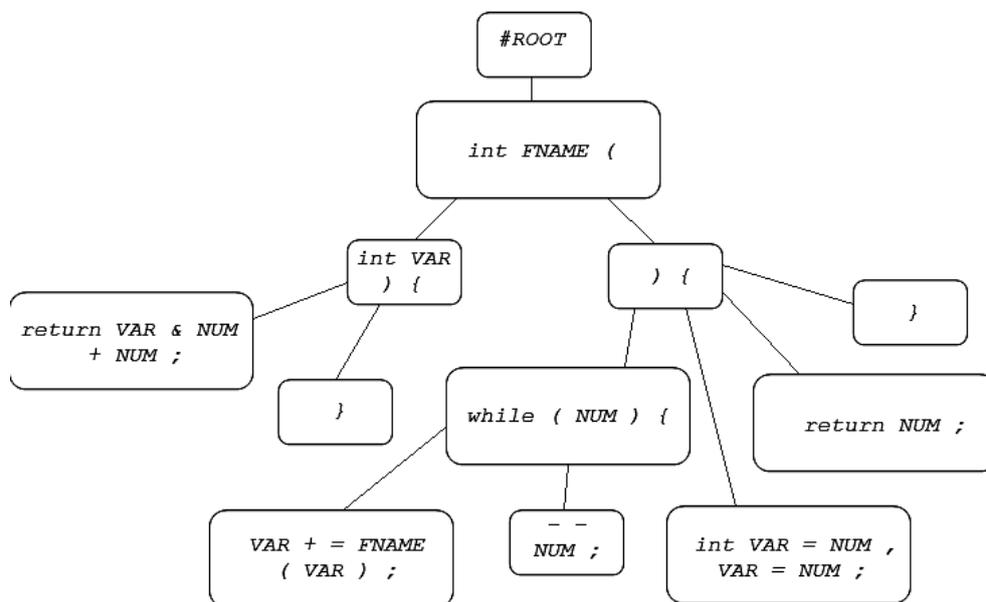


Рис. 1. Упрощенное дерево лексем

Стоит отметить, что чем меньше число X , тем меньше существенность совпадения данной ветки лексем второго кода с веткой дерева лексем первого кода. Для того чтобы с ростом X росла существенность ошибки, в оценке используются квадраты значений X и Y .

Для подсчета общей схожести исходных кодов используется значение $x = C / Z$, где C – сумма X^2 для всех веток, Z – сумма Y^2 для всех веток. Функция оценки похожести кодов имеет вид

$$f(x) = \sqrt{\frac{x - 3 \cdot \sqrt{\frac{(100-x) \cdot x}{10000}}}{100}}$$

и принимает значения от 0 (абсолютная различимость) до 1 (абсолютная идентичность).

Для двух заданных исходных кодов программа выводит значение оценочной функции сравнения этих кодов с точностью 6 знаков после десятичной точки.

Рассмотрим работу системы сравнения двух кодов (C++).

<pre> Сумма двух чисел #include <iostream> #include <cstdio> #include <cmath> using namespace std; int main() { int a, b; cin >> a >> b; int c; cout << (c = a + b) << endl; return 0; } </pre>	<pre> Сумма двух чисел (имена переменных изменены) #include <iostream> #include <cstdio> #include <cmath> using namespace std; int main() { int oper1, oper2; cin >> oper1 >> oper2; int res; cout << (res = oper1 + oper2) << endl; return 0; } </pre>
---	---

Результат сравнения (схожесть в процентах) равен 100.000000.

Если два кода принципиально различны и представляют совершенно разные алгоритмы, то степень их схожести должна быть небольшой.

Сравним код суммы двух чисел с кодом поиска максимума в линейном массиве.

```

#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cmath>

using namespace std;

int main()
{
    int n, mx;
    cin >> n;
    for (int i = 0; i < n; ++i)
        cin >> a[i];
    mx = a[0];
    for (int i = 1; i < n; ++i)
        mx = max(a[i], mx);
    cout << mx << endl;
    return 0;
}

```

Результат сравнения (схожесть в процентах) равен 53.159910. Такое сравнительно большое значение объясняется небольшим объемом кодов программ и тем, что начало и конец программ абсолютно идентичны. Для больших программ схожесть начальных и конечных частей кода будет несущественна.

ПРОТОТИП ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ АСУ ТП

И.С. Цевменкова

Рассматриваются проблематика и необходимость внедрения тренажерных комплексов для обучения операторов, работающих с АСУ ТП. Описаны основные проектные решения по созданию прототипа тренажерного комплекса, а также достоинства и недостатки, выявленные в процессе испытаний созданного прототипа.

Ключевые слова: система управления, тренажерный комплекс, инструктор, структура тренажера, модель технологического процесса, прототип тренажера.

Стабильную и эффективную работу предприятия любого типа можно поддерживать с помощью различных мер, таких как использование высокоточного надежного оборудования, унификация используемого оборудования, внедрение автоматических или автоматизированных систем управления технологическими процессами и многие другие способы.

Увеличивающаяся сложность технологических процессов (ТП) и систем управления (СУ) приводит к нарастающей опасности производства, связанной с так называемым «человеческим фактором». Собственники вновь строящихся и реконструируемых производственных мощностей не могут не задаваться вопросом, кто будет управлять их дорогостоящими технологическими установками как в контексте ограниченных возможностей человека-оператора, так и с позиций промышленной безопасности и охраны окружающей среды [1].

В этих условиях, несмотря на высокую потенциальную эффективность, само существование компьютерного тренинга как направления научно-технических разработок возможно лишь при построении типового компьютерного тренажера, в котором достигалась бы максимальная алгоритмизация (и отчасти – автоматизация) создания отдельных технических компонентов [2].

Так как на сегодняшний момент данная тема является достаточно актуальной, она получает развитие во многих странах. Традиционно на мировом рынке существовало и, в том или ином виде, поддерживалось несколько основных тренажерных платформ от мировых производителей (*Honeywell Inc.*, *ABB Simcon Inc.* и ряд др.). Касаясь российского тренажерного рынка, отметим, что в 2007 г. исполнилось 15 лет появлению на отечественных предприятиях нефтяной отрасли современных компьютерных тренажеров для обучения операторов сложных технологических процессов [1].

Осуществление краткого обзора существующих аналогичных продуктов отечественных и иностранных производителей позволило не только получить более полное представление о возможностях использования тренажерного комплекса и его функционале, но и выявить некоторые преимущества и недостатки в проектировании существующих тренажерных платформ:

- более простые тренажеры для операторов АСУ ТП, несмотря на обширную функциональность, имеют достаточно ограниченную область применения, а сами тренажерные платформы требуют сложного процесса установки и внедрения в процесс производства;

- все рассмотренные аналоги имеют программную реализацию без привлечения технических средств автоматизации, следовательно, при их внедрении

требуется смоделировать не только технологический объект, но и АСУ, а также в их работе не учитываются различные производственные факторы, связанные с неисправностями оборудования, и, что важно, в таком случае отсутствует защита от несанкционированного копирования программного продукта.

Таким образом, в идеале необходимо разработать такую тренажерную платформу, которая могла бы быть лишена вышеуказанных недостатков. В начале проектирования данного комплекса были обозначены его основные и дополнительные функции:

- обучение персонала навыкам работы по управлению определенным технологическим процессом (включая отработку внештатных и аварийных ситуаций, изменение режима технологического процесса);
- проведение формальной сертификации операторов АСУТП;
- обучение студентов соответствующих специальностей в высших учебных заведениях работе с АСУ ТП;
- анализ потенциальной опасности промышленных объектов, отработка действий по возвращению к нормальным условиям при аварийной ситуации и способов ликвидации последствий аварий;
- исследование режимов работы процесса в разнообразных условиях, проверка работы СУ, оптимизация технологического процесса и АСУ ТП;
- использование созданной для тренажера модели для проверки и настройки технических средств автоматизации;
- прогнозирование параметров безопасного и оптимального функционирования действующего ТП.

При анализе аналогов данного продукта и формировании требований были также выделены основные элементы, которые должны быть включены в структуру: имитация станции оператора (автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора), станция инструктора (АРМ инструктора) и модель технологического процесса. Были разработаны и проанализированы различные варианты общей структуры тренажерного комплекса, но наиболее удачной и подходящей как с точки зрения требований, так и простоты реализации и внедрения была выбрана структура, представленная на рис. 1. Такая структура является универсальной, так как подходит как для простых, так и сложных объектов управления, математическое моделирование которых возможно осуществить с помощью изученного математического аппарата. Выбранное построение тренажера позволяет легко его устанавливать и настраивать в соответствии с реальной системой управления. Для этого необходимо будет выделить отдельные технические средства (ПК с АРМ оператора, сервер, ПЛК системы), предназначенные для обучения персонала и других вышеупомянутых функций, затем изменить соответствующим образом конфигурацию ПЛК системы, добавив туда модуль для взаимодействия с ПЛК тренажера, и сконфигурировать необходимую модель ТП. Имитация и настройка остальных неотъемлемых частей тренажера (интерфейс оператора, моделирование работы системы) не требуются, так как работа будет происходить с готовыми конфигурациями, что позволяет значительно упростить процесс установки и настройки тренажера.

Как видно из рисунка, тренажерный комплекс включает в себя ряд подсистем:

- средства моделирования и исполнения модели технологического объекта управления, с помощью которых можно будет построить конкретную модель для определенного объекта;

- база данных, в которой будут содержаться учебно-тренировочные задачи (УТЗ) и профили обучающихся;
- построитель УТЗ;
- система контроля обучения;
- система помощи в решении УТЗ;
- система взаимодействия [3].

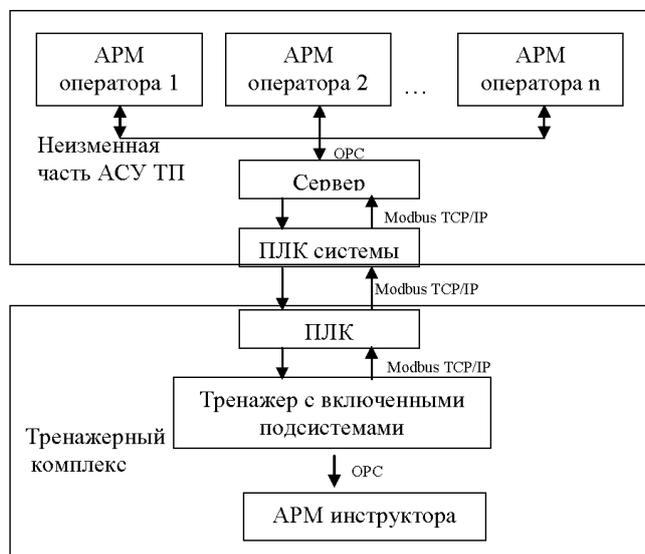


Рис. 1. Структура тренажера для операторов АСУ ТП

С помощью реализации прототипа тренажера можно проверить функционирование тренажерного комплекса в соответствии с разработанной структурой. Для этой цели достаточно реализовать базовые элементы тренажера, а именно: интерфейс оператора, интерфейс инструктора, простую модель технологического процесса и систему взаимодействия для осуществления связи всех уровней структуры. В качестве объекта управления, за место которого использовалась его математическая модель, использовалась физическая модель резервуарного парка. Математическая модель и блоки взаимодействия уровней тренажера были созданы с помощью системы моделирования *MatLab*, а протоколы передачи данных были описаны на языке программирования *MatLab*. Также в качестве программных приложений использовались некоторые программные пакеты *SCADA*-системы *Infinity* для составления АРМ инструктора по образцу существующего АРМ оператора. В качестве аппаратных средств, согласно предложенной структуре, используем ПЛК ЭЛСИ-ТМ и осуществим его настройку для взаимодействия с различными уровнями тренажера по выбранным протоколам.

Практическая работа над прототипом тренажерного комплекса позволила проверить всю схему работы тренажера в целом и его включение в производственный процесс. Действительно, преимуществом такого тренажера является достаточно простая интеграция и достаточно точное воспроизведение реальной системы управления за счет полного соответствия структуры тренажерного комплекса общей структуре системы и использования в его составе таких же элементов, как и в самой системе. Из недостатков можно отметить медленное течение

ТП, которое объясняется недостаточным быстродействием исполняющей системы моделирования *MATLAB*. Также из-за загруженности сети или центрального процессора ПК в *MATLAB* иногда возникали сбои в передаче данных по *TCP/IP*. Но эти недостатки не помешали в целом отладить работу прототипа тренажера.

Литература

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: СИНТЕГ, 2009. 372 с.
2. Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В. Типовой компьютерный тренажерный комплекс для обучения операторов ТП // Автоматизация в промышленности. 2003. №2. С. 9–14.
3. Ахметсафин Р. Разработка тренажеров и отладка проектов АСУ ТП на базе пакетов MMI/SCADA // СТА. 1998. №3. С. 38–41.

ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОНИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

*Председатель – Осипов Юрий Мирзоевич, зав. отделением каф. ЮНЕСКО,
д.э.н., д.т.н., проф.*

**СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ ПассаЖИРОВ ОБЩЕСТВЕННОГО
ТРАНСПОРТА**

С.В. Чубов, В.Б. Чубов

Представлена проблема информирования пассажиров общественного транспорта. Кратко изложен вариант, построения системы информирования пассажиров общественного транспорта на основе радиочастотных приемопередатчиков.

Ключевые слова: общественный транспорт, информирование, приемопередатчик.

В последние несколько лет все большую популярность получают системы слежения за транспортными средствами – чаще корпоративными (угольные разрезы, компании-грузоперевозчики, ЖКХ и др.). Таких систем немало, а отличаются они сложностью и соответственно функциональностью. Предназначение каждой из них: экономить средства компаний и организаций. Нами предлагается система слежения, которая связана с фиксированием перемещения городского пассажирского транспорта.

Речь не пойдет о том, что систем слежения за общественным транспортом не существует. Существуют. Но полученные данные приоритетно используются для задач организации движения и трудовой дисциплины самими же транспортными предприятиями (ТТУ, ПАТПы). Отличительная черта предлагаемой системы – ее социальная направленность и предназначение каждому потенциальному пассажиру.

Большинству людей, не имеющих возможность передвигаться на личном транспорте, хорошо известны особенности работы общественного транспорта. Нередко приходится и в дождь, и в холод подолгу выглядывать из-за остановки в ожидании нужного маршрута.

Сегодня популярны дорогостоящие системы спутниковой навигации, позволяющие определить, помимо местоположения, пробег, установить факты слива топлива, простои с включенным и выключенным двигателем, несанкционированные рейсы и т.д. Эти данные, бесспорно, могут быть полезны для транспортного предприятия, но насыщенность функций увеличивает стоимость системы.

За основу предлагаемой нами системы взяты экономически выгодные радиочастотные компоненты малой мощности для создания беспроводных приложений.

Рассмотрим структуру системы. На транспортных единицах устанавливаются радиочастотные приемопередатчики, на остановках – аналогичные приемопередатчики и другие функциональные узлы, каналобразующие устройства для связи. Следует отметить, что существуют остановки и в «чистом поле», и в мега-

полисе, где непосредственно либо на небольшом удалении имеются торговые павильоны, киоски, магазины, офисы, учреждения и др.

Например, автобус №_n, приближаясь к остановке А, оборудованной элементами предлагаемой системы, принимает радиосигнал, излучаемый с определенной периодичностью, а в ответ передатчик мобильного комплекта отправляет сигнал идентификации номера маршрута (автобуса, троллейбуса). Принятый стационарным комплектом остановки сигнал обрабатывается схемой обработки и после преобразования данные поступают на сервер и рассылаются на другие остановки. Так, на любой остановке, оборудованной элементами системы, любой потенциальный пассажир может на устройствах отображения информации (например, мониторе или табло) увидеть, что интересующий его автобус уже прошел какие-то остановки и пройдя еще, например, три, прибывает на данную.

В предлагаемом варианте системы заложены возможности расширения ее функций: удаленный запрос с помощью SMS и/или посредством информационной страницы Интернет; масштабирование, т.е. охват удаленных от центра остановок; возможность сотрудничества с рекламодателями, т.к. на устройстве отображения информации кратковременно может быть выведена рекламная информация; снижение количества уличных правонарушений, которые нередко совершаются вблизи остановок.

Мы считаем, что преимущества данной системы очевидны, и она по достоинству будет оценена всеми, кто вынужден томиться в ожидании общественного транспорта. Сэкономленное на бесполезном ожидании время – одно из самых лучших отдыха после работы, хорошего настроения и, наконец, здоровья.

УДК 330.131

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

Н.М. Борисова, С.В. Комзолов

Статья посвящена инновационному механизму стимулирования результатов деятельности работников научно-технической сферы (НТС), в котором применена визуализация эконометрической модели «цена – качество – конкурентоспособность личности» *P-Q-KL* с использованием разработанной программы вычислений. Предлагаемый механизм позволит эффективнее принимать управленческие решения по мотивации и стимулированию деятельности работников НТС.

Ключевые слова: механизм стимулирования, мотивация деятельности, визуализация, прогнозирование, эконометрическая модель «цена – качество – конкурентоспособность личности».

Опыт промышленно развитых стран показал необходимость выработки стратегий эффективной коммерциализации научно-технических разработок в аспекте экономического управления деятельностью работников НТС в интересах мотивации и стимулирования их труда. В рыночных условиях в конкурентной борьбе побеждают работники НТС и их продукция, которая оптимально сочетает в себе две составляющие конкурентоспособности личности (или конкурентоспособно-

сти продукции, являющейся отражением конкурентоспособности личности) – цену и качество товара [1, 2].

Качество товара можно характеризовать видами исполнения продукции или их комбинациями [3]:

1. Различные виды объектов промышленной собственности (ОПС) на промышленную продукцию (продажи ОПС – товара на рынке новшеств (инноваций) посредством лицензионного соглашения.

2. Комплект документации (КД) на промышленную продукцию (продажи КД-товара на рынке новшеств посредством хозяйственного договора или лицензионного соглашения.

3. Готовая продукция (ГП) (продажи ГП-товара на товарном рынке).

Как показали исследования, цена промышленной продукции, выпущенной в результате деятельности работников НТС, а соответственно, стимулирование работников НТС практически являются следствием выполненных этапов (видами исполнения продукции или их комбинациями) и условиями коммерциализации продукции на рынках новшеств и товаров [3]. Поэтому продажи:

1) только ОПС, подтверждающие определенные технический уровень (качество продукции) и цену, определяют один уровень вознаграждения (например, 10 у.е.);

2) только КД, подтверждающие более высокий технический уровень и цену, чем в первом случае, из-за детальной проработки существа изобретения, определяют второй, более высокий уровень вознаграждения (например, 15 у.е.);

3) только ГП, подтверждающие высший уровень промышленно достижимых технико-эксплуатационно-экономических характеристик, продукции, определяют третий, более высокий уровень вознаграждения (например, 20 у.е.).

А если учитывать вероятные комбинации продаж видов товаров (ОПС, КД и ГП), исходя из условных цен, указанных выше, имеем семь уровней качества и, соответственно, семь уровней возможных уровней вознаграждений в механизме мотивации и стимулирования деятельности работников НТС:

1) ОПС – 10 у.е.; 2) КД – 15 у.е.; 3) ГП – 20 у.е.; 4) ОПС + КД – 25 у.е.; 5) ОПС + ГП – 30 у.е.; 6) КД + ГП – 35 у.е.; 7) ОПС + КД + ГП – 45 у.е.

Для упрощения принятия эффективных управленческих решений по мотивации и работ по расчету и установлению стимулирующих доплат работникам НТС (для руководителей фирм, сотрудников отделов труда и зарплаты предприятий, различных комиссий по установлению уровня вознаграждения), разработана и предлагается компьютерная программа визуализации и прогнозирования вероятных комбинаций продаж видов товаров, зависящих также от конкурентоспособности личности КЛ (рис. 1).

Описание работы программы. Для работы программы необходимо загрузить в нее две модели, описываемые двумя параметрами: цена P , качество Q (в программе X, Y соответственно). Для этого нужно воспользоваться интерфейсом программы (рис. 1) и нажать кнопку «Открыть модель», затем указать файл, содержащий модели, и нажать «Открыть». Можно посмотреть каждую модель отдельно выставляя флажки соответственно на «Модель1» или «Модель2».

Для визуального отображения модели нужно нажать кнопку «Построить модель», также можно регулировать детализацию модели, используя ползунки для значений цены и качества (X, Y). Модели отображаются в верхнем поле программы, имеется возможность вращать и приближать модели.

Предусмотрен расчет значений моделей как по аргументам, так и по значениям моделей для расчета одного из аргументов, используя кнопку «Расчет значений модели». Реализован «Расчет значений», при котором по значениям цены и качества (X, Y) производится расчет значений моделей ($F1, F2$), также реализован и обратный расчет «Расчет аргументов», при котором вычисляется значение одного из аргументов («Аргумент X » или «Аргумент Y »). Используя значения моделей и значение одного из аргументов, производится расчет.

Визуализация дает не только представление о качестве товаров, произведенных работником НТС (глубина проработок идеи, доведение идеи до промышленного изготовления и т.п.), характеризует его личность, конкурентоспособность в НТС, но позволяет прогнозировать развитие процесса производства и коммерциализации продукции. Графическая интерпретация эконометрической модели «цена–качество–конкурентоспособность личности» P - B - $KЛ$, полученная с использованием рабочей программы, представлена на рис. 1.

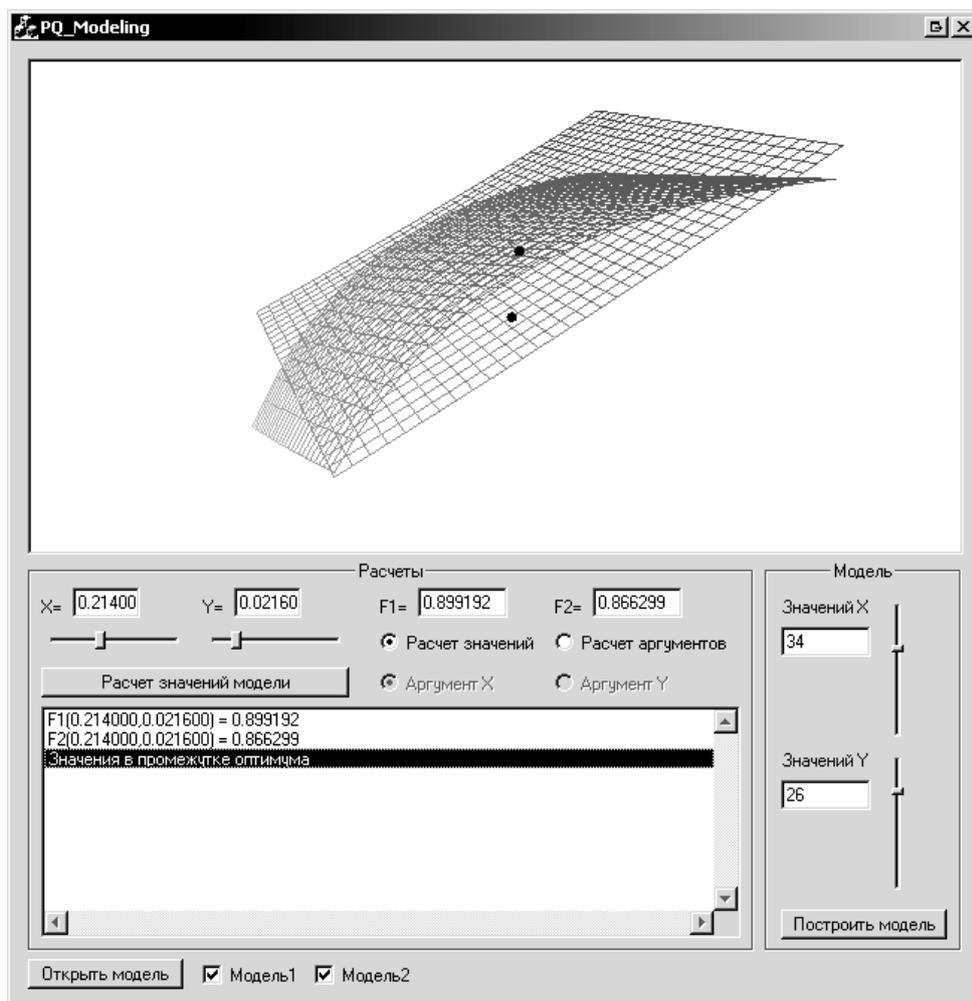


Рис. 1. Интерфейс программы визуализации и программирования

Выявлено 5 вариантов достижения точек обрабатываемой траектории:

1. Поворот на угол α и β , регулировка высоты h под фокус лазера.
2. Поворот на минимальный угол γ до достижения плоскости α , $\beta = 0$, регулировка высоты h под фокус лазера.
3. Поворот на максимальный угол γ до достижения плоскости α , $\beta = 0$, регулировка высоты h под фокус лазера.
4. Поворот на минимальный угол γ до достижения плоскости β , $\alpha = 0$, регулировка высоты h под фокус лазера.
5. Поворот на максимальный угол γ до достижения плоскости β , $\alpha = 0$, регулировка высоты h под фокус лазера.

Совместно с этими пятью вариантами реализован комбинированный вариант, при котором осуществляется перебор этих 5 вариантов для каждой точки изображения. При таком переборе получается M^N комбинаций для оценки, где M ($=5$) – количество вариантов достижения точек траектории; N – количество точек траектории.

В связи с особенностями работы манипулятора перемещение по каждой координате задается в микрометрах, поэтому необходимо задавать длины дуг для 3 координат α , β , γ и длину прямой по h .

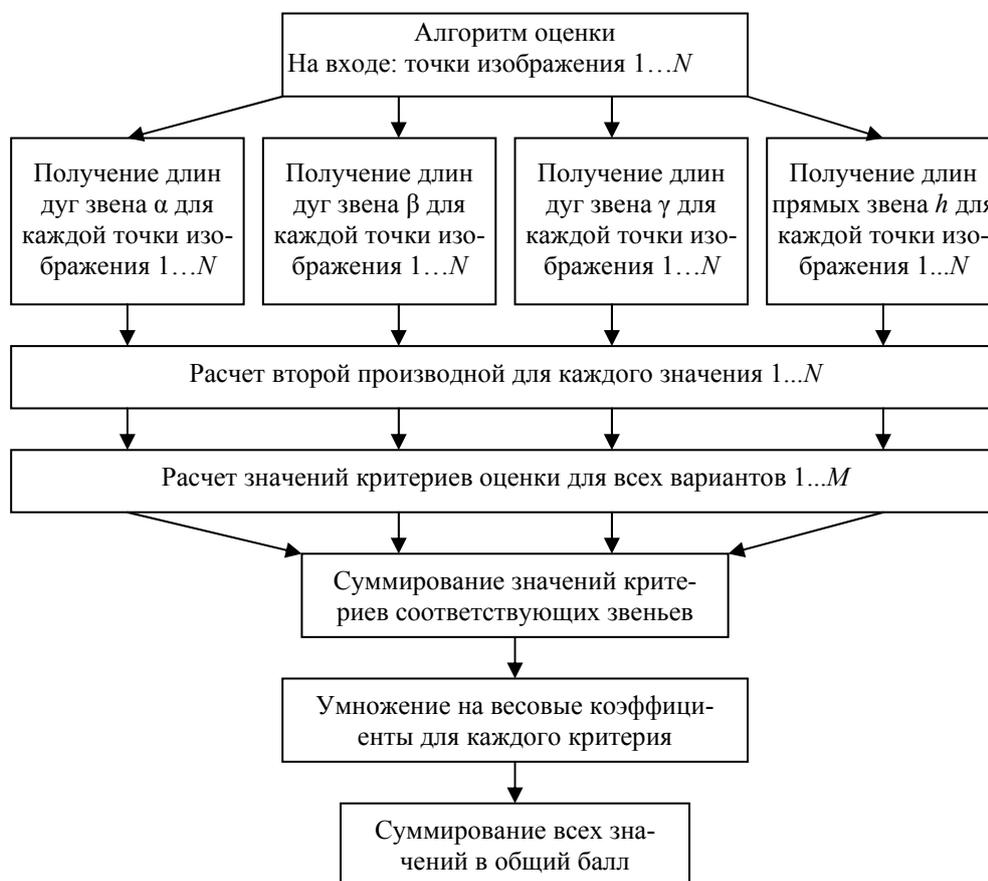


Рис. 2. Схема оценки вариантов

Для сравнения вариантов и выбора оптимального варианта реализованы статистическая и авторская оценки по значениям второй производной длин дуг и прямых для всего массива точек изображения (рис. 2) [2].

В оценивании вариантов используются следующие критерии:

- Среднеквадратическое отклонение от среднего.
- Дисперсия от среднего.
- Стандартное отклонение от среднего.
- Сумма квадратов.
- Среднеквадратичная длина.
- Абсолютная среднеквадратичная длина.
- Количество локальных экстремумов.
- Минимальная длина отрезка локального экстремума.
- Максимальная длина отрезка локального экстремума.
- Полная длина отрезков локальных экстремумов.
- Средняя длина отрезков локальных экстремумов.

Далее для оценки вариантов рассчитываются значения всех критериев для каждого варианта и звена. Затем они суммируются, и каждое значение статистики умножается на соответствующий весовой коэффициент, исходя из минимума и максимума всех статистических значений каждого варианта, и все значения критериев суммируются, образуя итоговый балл для каждого варианта, по которому идет оценка. Чем выше балл, тем вариант предпочтительнее, максимальный балл – 10 [3].

В некоторых случаях перебирать все комбинации не имеет смысла, если заранее известно какие промежутки комбинаций заведомо не дадут хорошего результата. Исходя из этого, необходимо прибегнуть к диапазонным переборам, для этого необходимо создать систему нумерации наборов.

Нумерация наборов осуществляется по следующей схеме:

- известно, что минимальный номер набора = 0, максимальный $M^N - 1$;
- зная номер набора, рассчитываются номера вариантов для каждой точки траектории по формуле: $Sn/M^i \bmod M$, где M – количество вариантов достижения точек траектории, Sn – номер набора, i – точка траектории;
- для нумерации всех точек траектории необходимо запустить цикл, в котором значение параметра i будет изменяться от 1 до N , и подставлять эти значения в формулу, получая номера вариантов для каждой точки;
- получив номера вариантов для каждой точки траектории, необходимо скомпилировать новый массив, изымая соответствующие значения длин дуг для каждой точки из массивов, рассчитанных по разным вариантам.

Оптимизация и выбор траектории движения звеньев осуществляется исходя из приоритетных целей. Разработаны профили работы многокоординатного манипулятора:

1. Max speed/Minimum time – приоритет траектории в минимизации расстояний для всех звеньев, на которые они должны переместиться, чтобы описать заданную траекторию.
2. Silent work/Mimimum noise – минимизация резких изменений направлений движений звеньев.
3. Careful work/Long work time – минимизация участков траектории с большими ускорениями звеньев манипулятора для долгого срока службы манипулятора.

4. Balanced/Average – средние веса для всех статистических значений.
5. Recommended/Optimal – рекомендованные, уравновешенные веса, для наиболее оптимальной работы устройства.
6. Custom – пользователь сам задает веса.

Разработанная программа COM_Manipulator обладает многофункциональным интерфейсом и сочетает в себе полный комплекс для редактирования и просмотра изображения, проецирования 2D-изображения на поверхность 3D-объекта.

Литература

1. Рассел С. Искусственный интеллект: Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. М.: Вильямс, 2006. 1408 с.
2. Орлов А. И. Прикладная статистика: учеб. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
3. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация / Пер. с англ. М.: Мир, 1985.

УДК 621.383

АЛГОРИТМ ОРИЕНТАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

А.Н. Лукин

При преобразовании солнечной энергии в электрическую фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) для получения максимального КПД плоскость солнечных панелей должна быть перпендикулярной солнечному излучению. Для эффективного функционирования двухкоординатного электропривода ориентации солнечных панелей необходимо определять азимут Солнца и его высоту над горизонтом в месте их расположения.

Ключевые слова: солнечная энергия, фотоэлектрический преобразователь.

В горизонтальной системе координат основными параметрами горизонтальной системы координат (рис. 1) являются круг высоты, отвесная линия и плоскость истинного горизонта.

Кругом высоты (или *вертикальным кругом* или *вертикалом*) называется большой круг ZMZ' небесной сферы, проходящий через зенит, надир и данное светило M . Координатами светила в горизонтальной системе координат являются высота и азимут.

Высота h светила над горизонтом определяется величиной центрального угла $МOM'$ между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило M . Измеряется высота от 0° до 90° в Северном полушарии и 0 до -90° в Южном полушарии. Высота светила над горизонтом может быть выражена *зенитным расстоянием* этого светила, т.е. величиной центрального угла ZOM между отвесной линией и направлением на светило M . Зенитное расстояние отсчитывается от точки зенита вдоль вертикала, проходящего через данное светило M , от 0° до 180° (или от 0^h до 12^h). Понятно, что высота светила и его зенитное расстояние связаны между собой простым соотношением

$$h + z = 90^\circ. \quad (1)$$

Малый круг небесной сферы, параллельный истинному горизонту и проходящий через данное светило M , называется *альмукуантаратом*. Все светила одного и того же альмукуантарата имеют одну и ту же высоту над горизонтом. Для

того чтобы окончательно определить положение данного светила, используется вторая координата – азимут.

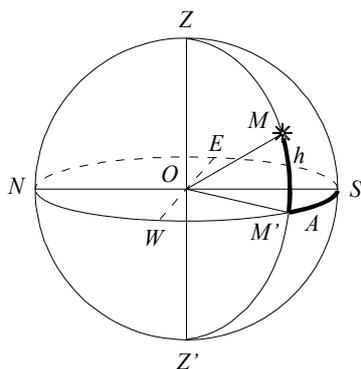


Рис. 1. Горизонтальная система координат

Между астрономическим и геодезическим азимутами имеет место очевидное соотношение

Астрономическим азимутом A светила называется угловое расстояние SOM' , отсчитываемое вдоль плоскости истинного горизонта от точки юга S до вертикала, проходящего через данное светило M . Обычно азимут отсчитывают в сторону запада (в сторону суточного вращения небесной сферы) от 0 до 360° (или от 0 до 24^h). Это – астрономический азимут. Однако в геодезии принято пользоваться *геодезическим азимутом A'* , отсчитываемым от точки севера N в пределах от 0° до 180° (или от 0 до 12^h) к западу (западный азимут) и от 0 до -180° (или от 0 до -12^h) к востоку (восточный азимут).

$$A' = A \pm 180^\circ . \quad (2)$$

Ортогональная составляющая в этой системе называется высотой и представляет собой угловое расстояние данного объекта над горизонтом, измеряемое по вертикальному кругу объекта от горизонта в направлении к зениту или надиру. То есть, иными словами, высотой Солнца называется угол между направлением на Солнце и горизонтальной плоскостью, проходящей через данную точку – вот точное определение. Именно этим показателем определяется то, насколько Солнце греет.

Восход и заход солнца столь же важен для работы солнечной батареи, т.е. при работе следящей системы необходимо учитывать параметры восхода и захода Солнца, которые определяют промежуток времени работы установки.

Зенитный угол задается границей дня и ночи и оказывает существенное влияние на расчет. Зенит – это линия, направленная из точки на поверхности земли вертикально вверх, а зенитный угол – это угол между вертикалью и направлением на центр небесного объекта. В данном случае речь идет о том, какой величины должен быть этот угол, чтобы считать, что солнце уже взошло или уже село и день сменился ночью или наоборот.

Поскольку Солнце не точка и имеет угловой диаметр, а его свет отражается твердыми частицами в атмосфере, то для того чтобы верхний край солнечного диска скрылся за горизонтом, его центр должен лежать ниже горизонта. При нормальных атмосферных условиях это соответствует углу в 90 градусов 50 минут. Этот угол считается углом заката солнца.

После захода солнца некоторое время все еще светло, это обуславливается отражением солнечного света от атмосферы Земли. Начинается период времени, называемый сумерками. Сумерки делятся на три этапа, и конец каждого из этапов тоже можно взять за точку заката солнца.

Первый этап называется гражданскими сумерками. Это время, когда еще достаточно светло, чтобы работать вне помещения без искусственного освещения. Концу гражданских сумерек соответствует зенитный угол в 96 градусов, после чего начинаются навигационные сумерки.

Навигационные сумерки – это время, когда на воде все еще заметна линия горизонта. Концу навигационных сумерек соответствует зенитный угол в 102 градуса, после чего начинаются астрономические сумерки.

Астрономические сумерки – это время, когда Солнце все еще является источником света и мешает видимости самых слабых звезд. Для обычного наблюдателя это время неотличимо от ночи. Концу астрономических сумерек соответствует момент, когда Солнце полностью прекращает быть источником света, и это зенитный угол в 108°.

Для большего удобства необходимо знать местное время захода и восхода солнца. В идеальном варианте часовой пояс можно было бы получить, используя значение долготы места. На самом же деле земная сфера делится на 24 сферических части по меридианам, отстоящим друг от друга на 15 градусов, и часовой пояс вычисляется тривиально.

Можно упростить вычисление местных восхода и заката солнца поправкой для времени по Гринвичу.

Описав все необходимые параметры, можно сказать, что для более эффективного получения солнечной энергии используются следующие системы, в которых применяются все вышеперечисленные факторы, тем самым упрощая и улучшая работу по получению солнечной энергии.

Для начала можно задаться каким-то заранее известным положением солнца – эпохой, точкой отсчета.

В зависимости от количества дней с момента начала эпохи вычисляется эклиптическая долгота Солнца, т.е. положение Солнца относительно Земли на орбите Земля–Солнце. Тут принимается «гипотеза» о том, что Солнце вращается вокруг Земли, а не наоборот.

Эклиптическая долгота пересчитывается в экваториальные координаты – прямое восхождение и склонение.

Прямое восхождение пересчитывается в часовой угол.

Экваториальные координаты (часовой угол и склонение) пересчитываются в горизонтальные (высота и азимут).

Такой алгоритм не учитывает влияния параллакса (несферичности) Земли, атмосферной рефракции и влияния других планет Солнечной системы, а достаточно прост и дает довольно приличную точность – разница между экваториальными координатами (прямое восхождение и склонение), посчитанными программой и данными солнечных эфемерид не превышает 1%. Поскольку целью расчетов является вращение солнечных батарей вслед за Солнцем, этой точности будет достаточно.

В основу алгоритма можно включить ряд функций, необходимых для решения данной задачи.

Используя данные координаты наблюдателя – долгота Lon, геодезическая широта Lat; момент наблюдения – год Year, месяц Mon, день Day, всемирное время в часах UT, можно найти азимут «Az» и высоту над горизонтом «H».

1. *Вычисление модифицированной юлианской даты на начало суток:*

$Var1 = 10000 * Year + 100 * Mon + Day$

Если $Mon \leq 2$ $Mon = Mon + 12$, $Year = Year - 1$

Если $Var1 \leq 15821004$, то $Var2 = -2 + (Year + 4716) \setminus 4 - 1179$

Иначе $Var2 = Year \setminus 400 - Year \setminus 100 + Year \setminus 4$

$Var3 = 365 * Year - 679004$

$MD = Var3 + Var2 + 306001 * (Mon + 1) \setminus 10000 + Day \setminus$ – деление нацело

2. *Вычисление местного звездного времени:*

$T_0 = (MD - 51544.5) / 36525'$ мод. юл. дата на начало суток в юлианских столетиях

$$a_1 = 24110.54841$$

$$a_2 = 8640184.812$$

$$a_3 = 0.093104$$

$$a_4 = 0.0000062$$

$S_0 = a_1 + a_2 * T_0 + a_3 * T_0^2 - a_4 * T_0^3$ звездное время в Гринвиче на начало суток в секундах

$N_{sec} = UT * 3600'$ количество секунд, прошедших от начала суток до момента наблюдения

UT – всемирное время в часах, момент расчета

$N_{secS} = N_{sec} * 366.2422 / 365.2422$ количество звездных секунд

$SG = (S_0 + N_{secS}) / 3600 * 15'$ гринвичское среднее звездное время в градусах

$ST = SG + Lon'$ местное звездное время

Lon – долгота наблюдателя

3. *Вычисление эклиптических координат Солнца:*

$T_0 = (MD - 51544.5) / 36525'$ мод. юл. дата на начало суток в юлианских столетиях

UT – время в часах от полуночи даты

$M = 357.528 + 35999.05 * T_0 + 0.04107 * UT'$ средняя аномалия

$L_0 = 280.46 + 36000.772 * T_0 + 0.04107 * UT$

$L = L_0 + (1.915 - 0.0048 * T_0) * \sin(M) + 0.02 * \sin(2 * M)'$ долгота Солнца

X = Cos(L) ' вектор

Y = Sin(L) ' в эклиптической

Z = 0 ' системе координат

4. *Координаты Солнца в прямоугольной экваториальной системе координат*

Eps = 23.439281' наклон эклиптики к экватору

X' = X ' вектор

Y' = Y * Cos(Eps) - Z * Sin(Eps) ' в экваториальной

Z' = Y * Sin(Eps) + Z * Cos(Eps) ' системе координат

5. *Экваториальные геоцентрические координаты Солнца:*

$\text{tg}(Ra) = Y' / X'$

$\text{tg}(Dec) = Z' / \sqrt{X'^2 + Y'^2}$

6. *Азимутальные координаты Солнца:*

ST – местное звездное время

Lat – широта

Th = ST - Ra' часовой угол

$\text{Cos}(z) = \text{Sin}(Lat) * \text{Sin}(Dec) + \text{Cos}(Lat) * \text{Cos}(Dec) * \text{Cos}(Th)$ ' косинус зенитного угла

H = 90 - z

$\text{tg}(Az) = \text{Sin}(Th) * \text{Cos}(Dec) * \text{Cos}(Lat) / (\text{sin}(H) * \text{Sin}(Lat) - \text{Sin}(Dec))$

Проверка геоцентрических координат – сравнение с численными эфемеридами DE200 в течение 2009 г.

Точность лучше 30 угловых секунд, что для Солнца вполне достаточно.

Однако для перемещения двигателей необходимы значения градусов в микрометрах, т.е. необходимо перевести данные азимута и высоты в микрометры.

Для перевода градусов в микрометры можно используются следующие выражения:

$$X = 298000 * \left(\alpha * \frac{\pi}{180} \right), \quad (3),$$

где X – данные в микрометрах по азимуту; α – азимут.

$$Y = 252000 * \left(\beta * \frac{\pi}{180} \right), \quad (4),$$

где Y – данные в микрометрах высоты солнца над горизонтом; β – высота солнца над горизонтом.

На данном этапе был разработан алгоритм слежения за Солнцем и выполнена программа-прототип по ориентированию ФЭП на Солнце (рис. 2).

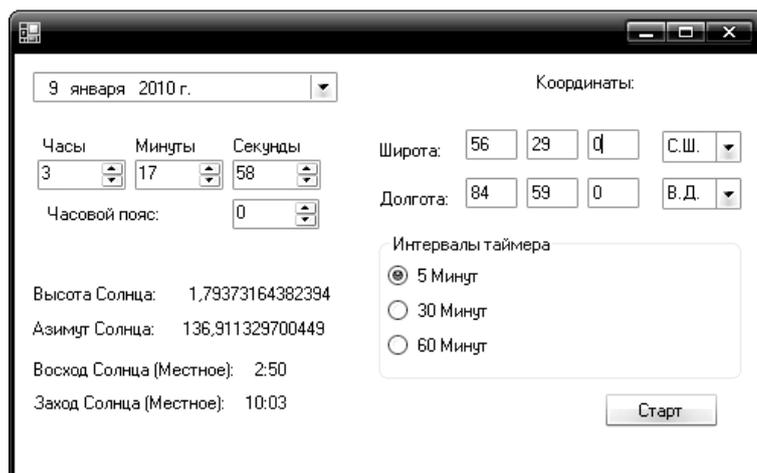


Рис. 2. Внешний вид программы по ориентированию ФЭП на Солнце

Литература

1. Лунин А.Н., Осипов О.Ю., Негодяев С.В. Ориентация фотоэлектрических преобразователей на Солнце // Научная сессия ТУСУР-2010: Матер. докл. Всеросс. НТК студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4–7 мая 2010 г. Томск: В-Спектр, 2010. Ч. 5. С. 218–219.

УДК 621.314

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ И НАНОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

В.Ю. Новиков, И.С. Прилуцкий

Обсуждаются перспективы развития микромехатронных и наномехатронных систем в научно-образовательном центре «Электромехатроника и микросистемная техника» при Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники.

Ключевые слова: наномехатроника, микромехатроника, наномир.

Анализируются перспективы развития наномехатроники – специального раздела мехатроники, развивающегося в результате взаимопроникновения с на-

нотехнологиями и призванного заниматься теорией и практикой наномехатронных (наноэлектромехатронных) систем (НЭМС) [1], а также перспективы развития микромехатронных (микроэлектромехатроники) систем (МЭМС). В работе, выполненной в рамках «Научной сессии ТУСУР-2010» делается вывод: «...применение МЭМС и НЭМС способствует улучшению условий жизни людей: окружающей среды, комфортности жилья, безопасности транспорта, расширению систем телекоммуникаций, улучшению контроля за продуктами питания, развитию индустрии для отдыха и спорта. Особое значение имеет применение МЭМС и НЭМС в области охраны здоровья и медицины. Эти устройства не только способствуют повышению точности диагностик и эффективности лечения, но и делают медицинские услуги более доступными...» [2].

Наномехатроника. Нанореволюция затронула и *мехатронику* – одну из самых молодых технических наук XX в. В специальной научно-технической литературе и в сети Интернет появился термин «*наномехатроника*», который уже включен в словарь Международной федерации содействия наукам о машинах и механизмах для обозначения раздела мехатроники, относящегося к системам, соизмеримым с молекулами. Микрореволюция привела к появлению *микромехатронных систем* и породила *микромехатронику* – специальный раздел мехатроники, занимающийся компьютерным управлением микропроцессами. Очевидно, что грядущая конвергенция мехатроники с нанотехнологиями должна естественным образом привести к появлению *наномехатронных систем* и породить новый раздел мехатроники – *наномехатронику, призванную заниматься теорией и практикой наномехатронных систем и проблемами управления нанопроцессами*. Наномехатроника – это «молекулярная мехатроника», а наномехатронные системы – это «молекулярные машины», идея создания которых – «атомно-молекулярная сборка», именуемая наномехатронным подходом или молекулярным производством. Поскольку наномехатронные системы представляют собой атомно-молекулярные образования, то они обладают определенной спецификой, обусловленной особенностями наномасштабной физики: сверхсложностью, обусловленной астрономическим числом элементов (1 г наносистемы может содержать 10^{19} штук деталей, которые могут совершать более 10^{12} циклических перемещений в секунду); потребностью в энергии для функционирования и в каналах информационной связи с внешним миром; подверженностью тепловым колебаниям, а также воздействиям физических полей и излучений; функционированием посредством химических реакций, которые подразумевают электронные и/или ядерные перестановки; возможностью изменять положение своих элементов относительно друг друга в результате воздействия внешних факторов; информационной неопределенностью состояния вследствие корпускулярно-волнового дуализма в наном мире.

Как известно, мехатронные системы интегрируют в единой конструктивной компоновке с использованием технологий максимального уплотнения механическую, энергетическую и управляющую части. Такая интеграция предполагает миниатюризацию основных элементов системы, выполняющих функции взаимодействия с внешней средой, – чувствительных, исполнительных и информационно-управляющих. При этом отличительным признаком мехатронных систем является наличие средств интеллектуальной поддержки задач обработки информации и управления. Поскольку наномехатронные системы наиболее полно реализуют замкнутую через внешнюю среду триаду «сенсоры–процессоры–актюаторы»,

сочетая в себе максимально возможные степень интеграции и уровень интеллектуализации, то они являются последней парадигмой развития мехатронных систем.

Исследования показали, что в ближайший период времени (5–7 лет) для НОЦ «Электромехатроника и микросистемная техника» отсутствуют перспективы развития наномехатронных систем движения из-за отсутствия: финансирования 80–100 млн руб., соответствующего оборудования, наличия подготовленных специалистов в области наноэлектроники и наномехатроники.

Микромехатроника. Рассматривается поисковая разработка по автономной навигационной системе, имеющая конкурентные преимущества – высокую надежность эксплуатации в экстремальных ситуациях (высокий уровень электромагнитных и радиационных полей в рабочих зонах и т.п.), малые массу и габариты при сравнительно небольшом энергопотреблении.

Существует задача автономного вычисления широты φ , долготы λ и, соответственно, маршрутных координат движения подвижного объекта, например БПЛА, с использованием шаровидной формы Земли.

Место БПЛА относительно Земли определяется двумя географическими координатами: широтой φ и долготой λ . Очевидно, что в процессе движения БПЛА эти координаты будут непрерывно изменяться, и местоположение БПЛА будет определяться текущими (счислимыми) координатами φ_c и λ_c . Эти координаты могут быть получены с помощью специальных счетно-решающих устройств путем реализации в них формул аналитического счисления.

Для реализации задач аналитического счисления вручную или автоматически в систему вводятся следующие исходные данные: начальные координаты φ_0 и λ_0 ; курс от курсоуказателя K_K ; скорость от измерителя скорости V_L относительно среды движения; угол ветрового сноса (дрейфа) α ; поправка курса и скорости (ΔK , ΔV); экваториальный масштаб карты ($M_Э$).

На рис. 1 представлены блок-схема и формулы выработки счисляемых координат. Как видно из блок-схемы и формул, по линии широты φ_c необходимо просто интегрирующее вычислительное устройство, а по линии долготы λ_c – интегросекансное множительное устройство.

$$\varphi_c = \varphi_0 + \int_0^t V \cos \Pi У dt, \quad (1)$$

$$\lambda_c = \lambda_0 + \int_0^t V \sin \Pi У \sec \varphi_{cp} dt.$$

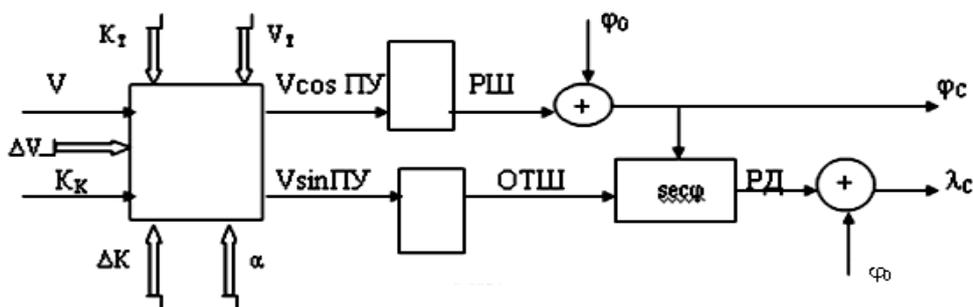


Рис. 1. Алгоритм выработки счисляемых координат

Известен интегрирующий электромехатронный модуль (ИЭММ) (рис. 2), содержащий синхронную электрическую машину типа сельсина 1 со статорными 3 и роторными 4 обмотками, в воздушном зазоре которого расположен полый ротор 2 с индукционным датчиком 5, функциональное устройство 6 – косинусный построитель. Устройство подключено к питающей сети как двухфазный двигатель. Статорная обмотка 3 подключена через питающий трансформатор 7, одна из фазных обмоток которой включена через регулируемое сопротивление 8, служащее для корректировки линейной характеристики интегратора. Роторная обмотка 4 (возбуждения) подключается через фазосдвигающий конденсатор 9 к выходной обмотке линейного вращающегося трансформатора (ЛВТ) 10 [3].

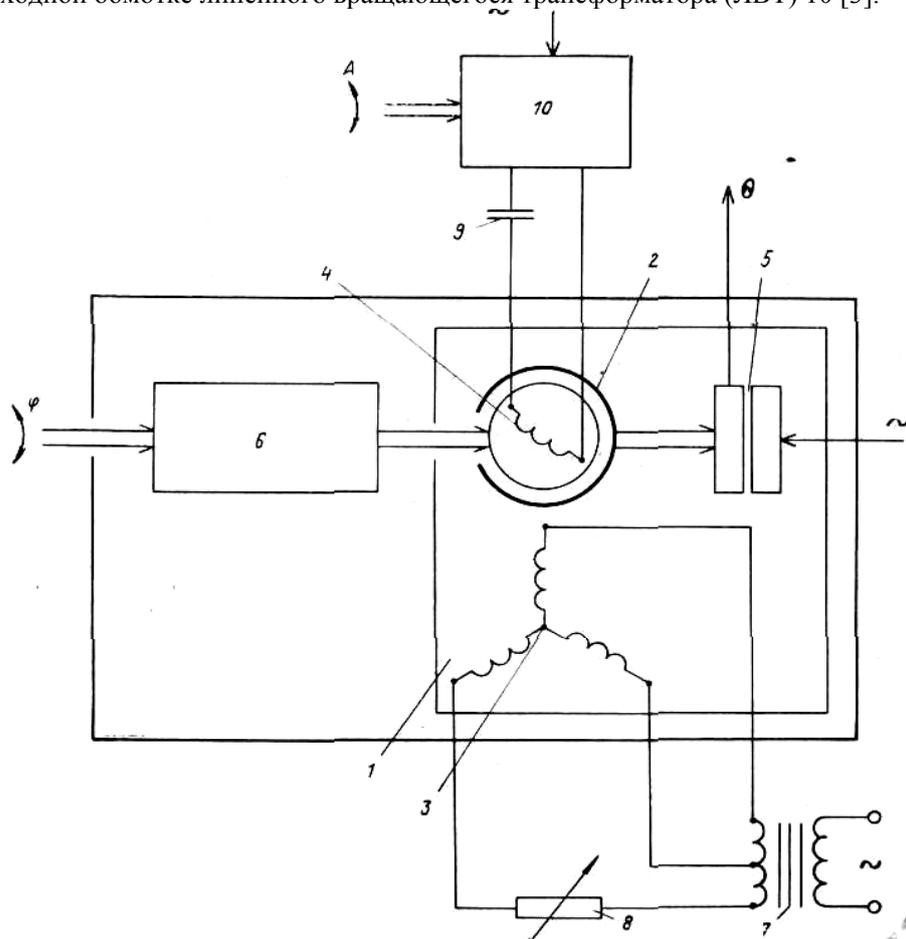


Рис. 2. Функциональная схема ИЭММ

При подаче питания в воздушном зазоре сельсина 1 появляется вращающееся магнитное поле, скорость вращения которого зависит от сдвига статорной 3 и роторной 4 обмоток. Вращающееся поле увлекает за собой полый ротор 2, который вращается со скоростью, пропорциональной углу поворота фазного ротора и напряжению, подаваемому с ЛВТ 10. Если имеем входные величины $A = V \sin \text{ПУ}$ и φ , а функциональное устройство – косинусный построитель, на выходе, которого имеем величину $1/\cos \varphi$, тогда выходная величина будет определяться как

$$V \sin \text{ПУ} / \cos \varphi = V \sin \text{ПУ} \sec \varphi. \quad (2)$$

Изменение угла полого ротора Ω за небольшой промежуток времени

$$d\Omega = V \sin\Pi\Upsilon \sec \varphi dt . \quad (3)$$

Так как устройство работает в режиме интегратора, то на большие времена интегрирования получим

$$\Omega = \int_0^t V \sin\Pi\Upsilon \sec\varphi dt.$$

Итак, по линии широты φ_C применяем ИЭММ без функционального устройства – косинусного построителя, по линии долготы λ_C – ИЭММ как интегросекансное множительное устройство. Использование ИЭММ дает возможность создать малогабаритный вычислитель маршрутных координат движения, удовлетворяющий критерию «цена–качество».

Имеется определенная возможность, подтверждаемая техническими решениями (изобретения, методики расчетов, технологии и т.п.) создать экспериментальный образец автосчислителя координат для БПЛА массой 200÷1000 кг, продолжительностью движения 10–24 ч. Прогнозируемые технические характеристики: габариты – в объеме до 1,5 дм³; масса – до 1 кг; погрешность вычисления маршрутных координат – 0,5–1%; цена – в 3–5 раза меньше, чем цена малогабаритной инерциальной навигационной системы.

Литература

1. Теряев Е. Д., Филимонов Н. Б. Наномехатроника: состояние, проблемы, перспективы // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 1. С. 2–14.
2. Новиков В.Ю., Прилуцкий И.С. Обзор современного состояния микроэлектромехатронных и наноэлектромехатронных систем // Научная сессия ТУСУР-2010: Матер. докл. Всерос. НТК студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4–7 мая 2020 г. Томск: В-Спектр, 2010. Ч. 5. С. 221–222.
3. Авт. свид. № 671006. МКл. Н02К 24/00. Сельсин-приемник / Осипов Ю.М. (РФ). Заявка №2568364/24-07. Опубл. 30.06.79. Бюл. 1979. №24.

ЭЛЕКТРОНИКА, ОПТОЭЛЕКТРОНИКА И ФОТОНИКА

Председатель – *Задорин Анатолий Семёнович*, декан РТФ, зав. каф. РЗИ,
д.т.н., проф.

УДК 535:530.182

**КИНЕТИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА
В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ С МЕЛКИМИ ЛОВУШКАМИ
ВО ВНЕШНЕМ МЕАНДРОВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

Е.Ю. Агеев, Р.В. Литвинов, Н.Д. Хатьков

Рассмотрено формирование поля пространственного заряда в фоторефрактивном кристалле с одним глубоким донорным уровнем и одним уровнем мелких ловушек, находящемся во внешнем электрическом поле под действием заданной решетки световой интенсивности с низким контрастом. Показано, что характер кинетики амплитуд зарядовых решеток сильно зависит от средней интенсивности светового поля.

Ключевые слова: фоторефрактивный кристалл, пространственный заряд, электрическое поле.

Фоторефрактивные кристаллы могут быть использованы для формирования в них объемных динамических голограмм, что определяет их практическое применение в различных приложениях [1, 2].

Основой голографической записи в электрооптических кристаллах является процесс разделения электрического заряда под действием светового поля с пространственно неоднородной интенсивностью [3, 4]. При его теоретическом описании широко используется одноуровневая зонная модель [3]. Однако она не дает качественного описания сильной зависимости коэффициента двухпучкового усиления от средней световой интенсивности в легированных кристаллах $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}:\text{Cd}$ и $\text{BaTiO}_3:\text{Co}$ [5, 6]. Описание на ее основе кинетики формирования поля пространственного заряда в широко распространенных кристаллах силени-тов ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ и $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$), зонная энергетическая диаграмма которых содержит глубокий донорный уровень и мелкий уровень ловушек, является не полным. Разделение электрического заряда в таких фоторефрактивных кристаллах может быть описано следующей системой уравнений:

$$\nabla \cdot \left[\varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}_{sc}}{\partial t} + e\mu n(\mathbf{E}_{sc} + \mathbf{E}_0) + k_B T \mu \nabla n \right] = 0, \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E}_{sc} = \frac{e}{\varepsilon} (N_D^+ - n - N_A - M), \quad (2)$$

$$\frac{\partial N_D^+}{\partial t} = (s_D I + \beta_{dD}) (N_D - N_D^+) - \gamma_D N_D^+ n, \quad (3)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -(s_t I + \beta_{dt}) M + \gamma_t (M_t - M) n, \quad (4)$$

где $\nabla = (\partial/\partial x)\mathbf{x}^o + (\partial/\partial y)\mathbf{y}^o + (\partial/\partial z)\mathbf{z}^o$ – векторный дифференциальный оператор; \mathbf{x}^o , \mathbf{y}^o и \mathbf{z}^o – координатные орты; ε , e , k_B и T – диэлектрическая проницаемость среды, элементарный электрический заряд, постоянная Больцмана и абсолютная температура соответственно; μ и \mathbf{E}_0 – подвижность электронов и внешнее электрическое поле соответственно; $s_{t,D}$, $\gamma_{t,D}$ и $\beta_{dD, dt}$ – сечения фотоионизации, коэффициенты рекомбинации и термического возбуждения соответственно, доноров «D» и заполненных ловушек «t».

Рассмотрим формирование решетки пространственного заряда в кристалле под действием интерференционной световой картины вида $I = I_0(1 + m \cos Kz)$ с малым коэффициентом модуляции $m \ll 1$. Кроме этого, будем считать, что кристалл предварительно освещался только одним мощным световым пучком накачки. В этом случае пространственный заряд не формируется, а заселенность фотоактивных уровней и концентрация свободных электронов достигают стационарных значений. Появление слабого сигнального светового пучка практически не изменяет эти значения, однако, вследствие неоднородной интенсивности суммарного светового поля, приводит к разделению пространственного заряда.

При анализе случая $m \ll 1$ в уравнениях (1)–(4) можно ограничиться нулевыми и первыми пространственными гармониками в разложении неизвестных функций в ряд Фурье. Систему уравнений для амплитуд первых пространственных гармоник концентраций ионизированных доноров N_1 , заполненных ловушек M_1 и свободных электронов n_1 , полученную в работе [6], удобно представить в матричной форме

$$\frac{d\mathbf{d}}{dt} = -\mathbf{P} \cdot \mathbf{d} + m\mathbf{s}, \quad (5)$$

где

$$\mathbf{d} = \begin{pmatrix} N_1 \\ M_1 \\ n_1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{P} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\tau_I} & 0 & \frac{1}{\tau_R} \\ 0 & \frac{1}{\tau_t} & \frac{1}{\tau_\Delta} \\ \frac{1}{\tau_I} - \frac{1}{\tau_{di}} & \frac{1}{\tau_{di}} - \frac{1}{\tau_t} & \frac{1}{\tau_R} + \frac{1}{\tau_\Delta} + \frac{1}{\tau_D} - \frac{1}{\tau_{di}} - i\Omega_E \end{pmatrix}, \quad \mathbf{s} = \begin{pmatrix} s_D I_0 (N_D - N_0) \\ -s_t I_0 M_0 \\ I_0 [s_D (N_D - N_0) + s_t M_0] \end{pmatrix},$$

где $\tau_D = e/\mu K^2 k_B T$, $\tau_I = (s_D I_0 + \beta_{dD} + \gamma_D n_0)^{-1}$, $\tau_R = (\gamma_D N_0)^{-1}$, $\tau_t = 1/(s_t I_0 + \beta_{dt} + \gamma_t n_0)$, $\tau_\Delta = 1/\gamma_t (M_t - M_0)$, $\tau_{di} = \varepsilon/e\mu n_0$ и $\Omega_E = \mu K E_0$. С учетом термического возбуждения электронов с уровня глубоких доноров и в рамках тех же приближений, что и в работе [6], средние концентрации ловушек M_0 , электронов n_0 и доноров N_0 могут быть найдены в виде

$$M_0 = \frac{1}{2\delta} \left[N_D + M_t - N_A \left(\delta - \frac{\beta_{dD}}{s_D I_0} \frac{N_D + M_t}{N_A} \right) - \sqrt{\left[N_D + M_t - N_A \left(\delta - \frac{\beta_{dD}}{s_D I_0} \frac{N_D + M_t}{N_A} \right) \right]^2 - 4\delta (N_D - N_A) M_t \left(1 + \frac{\beta_{dD}}{s_D I_0} \right)}, \quad (6)$$

$$n_0 = \frac{(s_D I_0 + \beta_{dD})(N_D - M_0 - N_A)}{\gamma_D (M_0 + N_A)}, \quad N_0 \cong M_0 + N_A, \quad (7)$$

где

$$\delta = 1 - \frac{\gamma_D s t}{\gamma_t s_D} - \frac{\gamma_D \beta_{dD}}{\gamma_t s_D I_0} + \frac{\beta_{dD}}{s_D I_0}.$$

Следует отметить, что в толстых фоторефрактивных кристаллах с большой длиной взаимодействия световых волн произвольной поляризации коэффициент модуляции m в системе уравнений (5) также является неизвестной функцией времени t и пространственной координаты вдоль длины взаимодействия. Зависимость коэффициента m от времени в стационарном режиме взаимодействия в фоторефрактивном кристалле во внешнем меандровом электрическом поле пренебрежимо мала в тонких кристаллах с малой длиной взаимодействия. Представленные ниже результаты справедливы для случая, когда временной зависимостью коэффициента m можно пренебречь.

Матрицы $\mathbf{P}_+ = \mathbf{P}$ и $\mathbf{P}_- = \mathbf{P}^*$ уравнения (5) при положительном ($E_0 = +E_m$, $\Omega_E = \mu K E_m$) и отрицательном ($E_0 = -E_m$) внешнем электрическом поле, соответственно, являются комплексно сопряженными ($\mathbf{P}_- = \mathbf{P}_+^*$). Это позволяет получить его решение в случае постоянного положительного «+» или отрицательного «-» внешнего поля в виде

$$\begin{aligned} \mathbf{d}_+ &= m \left[\exp(\mathbf{P}t) \cdot \mathbf{d}_{+,0} - (\delta - \exp(\mathbf{P}t)) \cdot \mathbf{d}_{st} \right], \\ \mathbf{d}_- &= m \left[\exp(\mathbf{P}^*t) \cdot \mathbf{d}_{-,0} - (\delta - \exp(\mathbf{P}^*t)) \cdot \mathbf{d}_{st}^* \right], \end{aligned} \quad (8)$$

где $\mathbf{d}_{st} = \mathbf{P}^{-1} \cdot \mathbf{s}$, δ – единичная матрица размера, $\mathbf{d}_{\pm,0}$ – вектор концентраций в начальный момент времени, нормированный на коэффициент модуляции m . При записи фоторефрактивной голограммы этот вектор равен нулевому $\mathbf{d}_{\pm,0} = 0$. Полученные решения уравнения при противоположном по знаку внешнем поле, но одинаковых начальных условиях $\mathbf{d}_{+,0} = \mathbf{d}_{-,0}$ связаны соотношением $\mathbf{d}_- = (\mathbf{d}_+)^*$. Стационарные значения амплитуд концентраций при положительном и отрицательном внешнем поле равны компонентам векторов $-\mathbf{m} \mathbf{d}_{st}$ и $-\mathbf{m} \mathbf{d}_{st}^*$ соответственно. Матричная экспонента в соотношениях (8) может быть легко рассчитана через матрицу \mathbf{P} и ее собственные числа p_j ($j = 1, 2, 3$) при помощи многочлена Лагранжа–Сильвестра в форме [7]

$$\begin{aligned} \exp(\mathbf{P}t) &= \frac{(\mathbf{P} - p_2 \delta) \cdot (\mathbf{P} - p_3 \delta)}{(p_1 - p_2)(p_1 - p_3)} \exp(p_1 t) + \frac{(\mathbf{P} - p_1 \delta) \cdot (\mathbf{P} - p_3 \delta)}{(p_2 - p_1)(p_2 - p_3)} \exp(p_2 t) + \\ &+ \frac{(\mathbf{P} - p_1 \delta) \cdot (\mathbf{P} - p_2 \delta)}{(p_3 - p_1)(p_3 - p_2)} \exp(p_3 t). \end{aligned} \quad (9)$$

Из сравнения уравнений (5)–(7) с уравнениями (8)–(12) из работы [6] следует, что введение в исходную систему уравнений (1)–(4) коэффициента β_{dD} , описывающего термическое возбуждение электронов с глубокого донорного уровня, приводит к изменению соотношений для средних концентраций (n_0 , N_0 и M_0) и характерного времени τ_j , в сравнении с соотношениями при $\beta_{dD} = 0$. Влияние такого термического возбуждения на n_0 , N_0 и M_0 изменяет численное значение характерных времен τ_R , τ_t , τ_Δ и τ_{di} . При этом структура уравнений для первых пространственных гармоник N_1 , M_1 и n_1 не зависит явно от коэффициента β_{dD} . Тогда при положительном внешнем поле в качестве уравнения для собственных чисел матрицы $\mathbf{P}_+ = \mathbf{P}$ может быть использовано кубичное уравнение (18) из работы [6]. Собственные числа матрицы $\mathbf{P}_- = \mathbf{P}^*$ при отрицательном внешнем поле ком-

плексно сопряжены к собственным числам матрицы \mathbf{P} . Анализ показывает, что одно из собственных чисел значительно больше других. Для определенности будем считать, что этому условию удовлетворяет второе собственное число. В этом случае приближенные значения собственных чисел p_j можно найти, используя соотношения для корней из хорошо известной теоремы Виета. Учитывая неравенства $p_2 \gg p_1$ и $p_2 \gg p_3$, можно получить следующие выражения:

$$p_{1,3} \cong \frac{q \pm \sqrt{q^2 + 4p_2 r}}{2p_2}, \quad p_2 \cong \gamma_\Sigma - i\Omega_E, \quad (10)$$

где $q = \tau_{di}^{-1}(\tau_R^{-1} + \tau_\Delta^{-1}) + \tau_t^{-1}(\tau_R^{-1} + \tau_D^{-1} + \tau_{di}^{-1} + \tau_I^{-1}) + \tau_I^{-1}(\tau_\Delta^{-1} + \tau_D^{-1} + \tau_{di}^{-1}) - i\Omega_E(\tau_I^{-1} + \tau_t^{-1})$, $r = \tau_I^{-1}\tau_t^{-1}(\tau_D^{-1} + \tau_{di}^{-1}) + \tau_{di}^{-1}(\tau_I^{-1}\tau_\Delta^{-1} + \tau_R^{-1}\tau_t^{-1}) - i\Omega_E\tau_I^{-1}\tau_t^{-1}$ и $\gamma_\Sigma = \tau_R^{-1} + \tau_\Delta^{-1} + \tau_D^{-1} + \tau_{di}^{-1} + \tau_I^{-1} + \tau_t^{-1}$.

Рассмотрим стационарный режим решеток ионизированных доноров, заполненных ловушек и свободных электронов, сформированных в фоторефрактивных кристаллах во внешнем меандровом электрическом поле. Для этого режима характерна периодическая временная зависимость амплитуд этих решеток $N_1(t+T) = N_1(t)$, $M_1(t+T) = M_1(t)$ и $n_1(t+T) = n_1(t)$. Постоянство внешнего поля $E_0 = +E_m$ при $0 \leq t' < T/2$ и $E_0 = -E_m$ при $T/2 \leq t' < T$ позволяет описать общее решение уравнения (5) в эти полупериоды в форме выражений (8). В этих выражениях время можно считать изменяющимся в пределах $0 \leq t \leq T/2$, учитывая при этом сдвиг зависимости $\mathbf{d}_-(t)$ относительно зависимости $\mathbf{d}_+(t)$ на $T/2$. Накладывая на соотношения (8) условия $\mathbf{d}_+(0) = \mathbf{d}_-(T/2)$ и $\mathbf{d}_+(T/2) = \mathbf{d}_-(0)$, можно получить векторы $\mathbf{d}_{+,0}$ и $\mathbf{d}_{-,0}$ в форме

$$\mathbf{d}_{+,0} = \left[\delta - \exp\left(\frac{\mathbf{P}^*T}{2}\right) \cdot \exp\left(\frac{\mathbf{P}T}{2}\right) \right]^{-1} \times \\ \times \left\{ \exp\left(\frac{\mathbf{P}^*T}{2}\right) \cdot \left[\exp\left(\frac{\mathbf{P}T}{2}\right) - \delta \right] \cdot \mathbf{d}_{st} + \left[\exp\left(\frac{\mathbf{P}^*T}{2}\right) - \delta \right] \cdot \mathbf{d}_{st}^* \right\}, \quad \mathbf{d}_{-,0} = (\mathbf{d}_{+,0})^*. \quad (11)$$

Для рассматриваемого случая соотношения (8) и (11) дают точное аналитическое описание установившейся динамики амплитуд решеток ионизированных доноров N_1 , заполненных ловушек M_1 и свободных электронов n_1 в фоторефрактивном кристалле во внешнем меандровом электрическом поле.

Зависимости на рис. 1 характеризуют установившуюся динамику амплитуд решеток концентраций, сформированных в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ во внешнем меандровом электрическом поле периода T при различной световой интенсивности I_0 . Локальные ($\text{Re}(N_1, M_1, n_1)$) и нелокальные ($\text{Im}(N_1, M_1, n_1)$) компоненты амплитуд на этом рисунке нормированы на коэффициент модуляции m и показаны сплошными и пунктирными кривыми соответственно. Расчеты выполнены для следующих параметров, использованных в работе [6]: $\varepsilon = 496$ пФ/м, $E_m = 8,9$ кВ/см, $\Lambda = 42$ мкм, $N_D = 10^{25}$ м⁻³, $\mu = 2 \cdot 10^{21}$ м²/(В·с), $M_t = N_A = 2 \cdot 10^{21}$ м⁻³, $\beta_{dt} = 8$ с⁻¹, $\beta_{dD} = 0$, $\gamma_t = 4,95 \cdot 10^{-17}$ м³·с⁻¹, $\gamma_D = 0,83 \cdot 10^{-17}$ м³·с⁻¹, $s_D = s_t = 4,8 \cdot 10^{-6}$ м²/Дж.

При интенсивности $I_0 = 1$ мВт/мм² и 1 мВт/мм² (рис. 1, *a* и *в*) переключение внешнего поля с «плюса» на «минус» (и наоборот) возбуждает быстрозатухающие низкочастотные колебания амплитуд N_1 и M_1 , приводящие к формированию волн пространственного заряда [8–11]. При интенсивности $I_0 = 26$ мВт/мм² (рис. 1, *б*) колебательный процесс вырождается в аperiodический. Амплитуда концентрации электронов в случаях, соответствующих рис. 1, *a–в*, значительно

меньше амплитуд концентрации доноров и ловушек и не показана на этих рисунках.

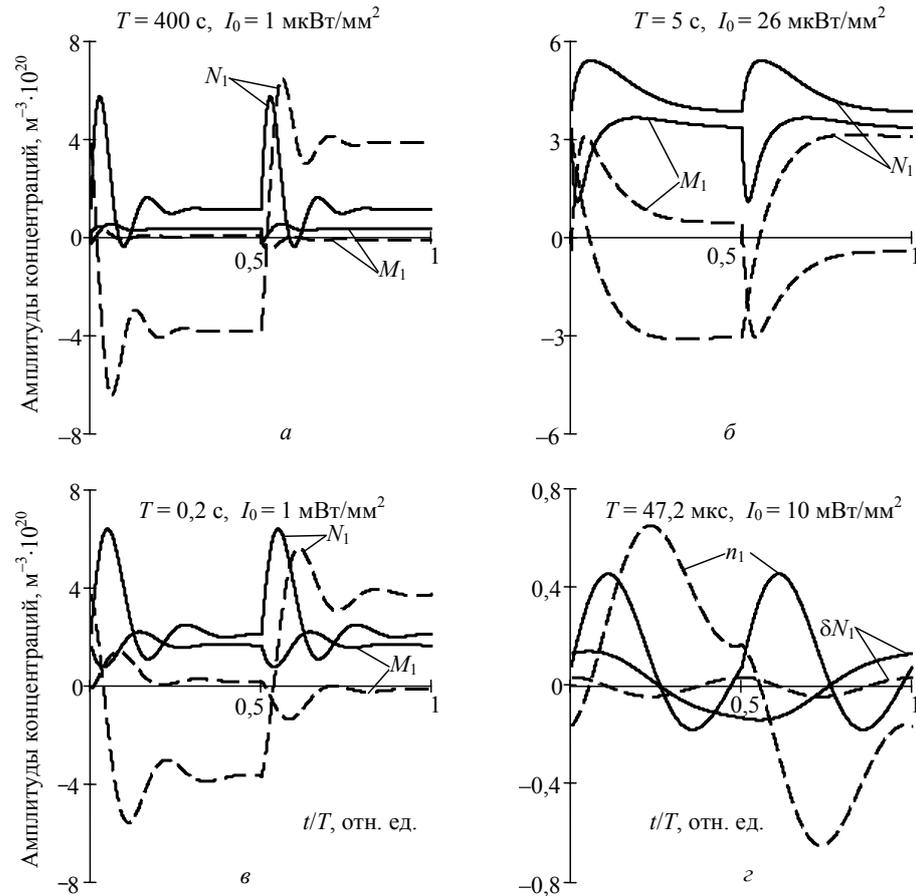


Рис. 1. Кинетика зарядовых решеток в фоторефрактивном кристалле во внешнем меандровом электрическом поле при различной световой интенсивности

При высокой частоте внешнего поля $f = 21179 \text{ Гц}$ ($T = 47,2 \text{ мкс}$) и $I_0 = 10 \text{ мВт/мм}^2$ концентрация заполненных ловушек пренебрежимо мала по сравнению с концентрацией доноров и электронов. При этом амплитуда концентрации электронов n_1 и периодическая составляющая δN_1 амплитуды концентрации доноров N_1 на порядок меньше среднего за период значения $\langle N_1 \rangle = 9,9 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$ ($\langle N_1 \rangle \approx M_t = N_A$) амплитуды N_1 . Поэтому на рис. 1, г показаны зависимости от времени составляющей δN_1 и концентрации n_1 . Отметим, что частота $f = 21179 \text{ Гц}$ является резонансной для амплитуды поля пространственного заряда. В области высоких частот внешнего поля периодические составляющие δN_1 и δM_1 амплитуд концентраций доноров N_1 и ловушек M_1 , также как и электронная амплитуда n_1 резко уменьшаются при уменьшении средней световой интенсивности, становясь пренебрежимо малыми.

Таким образом, характер кинетики амплитуд пространственных решеток концентраций глубоких доноров, мелких ловушек и электронов, сформированных в фоторефрактивных кристаллах силикатов во внешнем меандровом элек-

трическом поле под действием интерференционной решетки, сильно зависит от средней интенсивности светового поля.

Литература

1. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. Фоточувствительные электрооптические среды в голографии и оптической обработке информации. Л.: Наука, 1983. 256 с.
2. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. СПб.: Наука, 1992. 315 с.
3. Kukhtarev N.V., Markov V.B., Odulov S.G. et al. Holographic storage in electrooptic crystals. I. Steady State // *Ferroelectrics*. 1979. Vol. 22. P. 949–960.
4. Бельдюгин И.М., Золотарев М.В., Свиридов К.А. Теория и применение оптических приборов на основе четырехволнового взаимодействия в фоторефрактивных кристаллах // *Зарубежная радиоэлектроника*. 1990. № 3. С. 52–81; № 4. С. 72–89.
5. Garrett M.H., Chang J.Y., Jenssen H.P., Warde C. High beam-coupling gain and deep- and shallow-trap effects in cobalt-doped barium titanate, BaTiO₃:Co // *J. Opt. Soc. Am. B*. 1992. Vol. 9, № 8. P. 1407–1415.
6. Кобозев О.В., Шандаров С.М., Литвинов Р.В. и др. Фоторефрактивный эффект в кристаллах силленитов с мелкими ловушками в знакопеременном электрическом поле // *ФТТ*. 1998. Т. 40, № 11. С. 2037–2043.
7. Гантмахер Ф. Р. Теория Матриц. 4-е изд. М.: Наука, 1988. 548 с.
8. Сурис Р.А., Фукс Б.И. Импеданс образца из компенсированного материала при возбуждении волны пространственной перезарядки // *ФТП*. 1975. Т. 9, вып. 9. С. 1717–1728.
9. Алимпиев В.Н., Гуральник И.Р. О параметрической неустойчивости в фоточувствительном полупроводнике, обусловленной движущейся решеткой интенсивности освещения // *ФТП*. 1986. Т. 20, вып. 5. С. 811–814.
10. Фурман А.С. Спонтанное нарастание волн перезарядки ловушек в кристаллах без центра инверсии при однородном освещении // *ФТТ*. 1987. Т. 29, вып. 4. С. 1076–1085.
11. Sturman B.I., Mann M., Otten J., Ringhofer K.H. Space-charge waves in photorefractive crystals and their parametric excitation // *J. Opt. Soc. Am. B*. 1993. Vol. 10, № 10. P. 1919–1932.

УДК 621.314.6

О МИНИАТЮРИЗАЦИИ МНОГОФАЗНЫХ КЛЮЧЕВЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Л.А. Белицкая, А.О. Писниченко

Показана реализация многофазных ключевых стабилизаторов напряжения на основе модульной структуры силовой части и унифицированных схем управления и вторичных источников питания.

Ключевые слова: многофазность, стабилизаторы напряжения, силовые элементы, электроника, преобразовательная техника.

Основным достоинством стабилизаторов ключевого типа является высокий коэффициент полезного действия. Эти устройства позволяют осуществлять стабилизацию постоянного напряжения с минимальным потреблением энергии первичного источника. Однако наличие реактивных элементов в ключевых стабили-

затрах в значительной мере ограничивает возможности их миниатюризации. Уменьшение объема реактивных элементов возможно только за счет повышения рабочих частот, многофазного включения ключей и использования новейших магнитных материалов и типов конденсаторов. Уменьшение объема ключевых стабилизаторов в целом возможно также в результате тщательной проработки конструкции [1].

В статье приводятся результаты разработки конструкций многофазных ключевых стабилизаторов напряжения с рабочей частотой 10...15 кГц, имеющих известную структуру [2].

На рис. 1 на примере 4-фазного ключевого стабилизатора представлена типичная конструкция таких устройств, где в прямоугольном корпусе помещается силовая элементная база (на базе многофазных ключей) и платы системы управления (СУ) и вторичных источников питания (ВИП). Корпус прибора не только выполняет роль шасси, на котором закрепляются все узлы, но и является общим элементом теплоотвода. Поэтому силовые элементы схемы (модули, диоды, конденсаторы и дроссели) размещены непосредственно на металлическом основании корпуса через компаунд, имеющий высокий коэффициент теплопроводности. Печатные платы жестко прикрепляются к корпусу стабилизатора. Соединение СУ и ВИП с силовыми элементами осуществляется через разъемы, отделяет управление от силовой части металлическая перегородка. Разъемы располагаются на корпусе. Корпус закрывается крышкой.



Рис. 1. Силовая часть 4-фазного ключевого стабилизатора

Таблица 1

Технические данные 4-фазного стабилизатора

Входное напряжение, В	28...34
Выходное напряжение, В	27
Ток нагрузки, А	400
Рабочая частота, кГц	15
Число фаз	4
Выходная частота, кГц	60
Коэффициент полезного действия, %	≥ 90
Мощность, кВт	10,8
Масса, кг	6

Такая конструкция для силовых устройств обладает рядом недостатков, главными из которых являются высокое тепловое сопротивление между платами и корпусом и несимметрия соединений между силовыми ячейками.

На рис. 2 представлен второй вариант конструктивного оформления схемы 16-фазного ключевого стабилизатора (без СУ и ВИП), особенность конструкции которого заключается в том, что он выполнен с возможностью пристраивания к двигателю. Вентиляционную систему охлаждения двигателя можно задействовать и для охлаждения элементов силовой части.

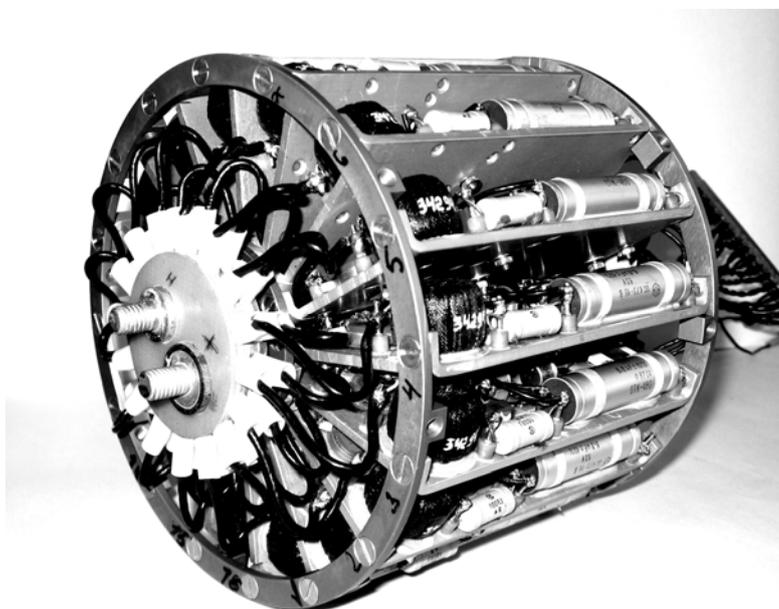


Рис. 2. Силовая часть 16-фазного ключевого стабилизатора

При конструировании 16-фазного ключевого стабилизатора использовался функционально-узловой метод, заключающийся в объединении в конструктивно-технологический законченный узел части схемы, способный выполнять частную задачу преобразования энергии, что позволяет внутри функционального узла получить минимальную длину соединительных проводников. По этому методу скомпонован многофазный ключ, выполненный на основе печатной платы с горизонтальным расположением деталей. Печатная плата приклеивается на метал-

лическое основание, на котором расположены дроссели и снабберы. Эти основания взаимно заменяемы и даже могут отсутствовать. При этом сохраняется работоспособность, но увеличиваются пульсации выходного напряжения.

Таблица 2

Технические данные 16-фазного стабилизатора	
Входное напряжение, В	28...34
Ток нагрузки, А	300
Рабочая частота, кГц	10
Число фаз	16
Выходная частота, кГц	160
Коэффициент полезного действия, %	≥ 91
Мощность, кВт	8
Масса, кг	3
Объем, л	5

Недостаток данного исполнения – необходимость доступа ко всем элементам силовой части схемы в процессе его проверки ограничена и заставляет увеличивать длину жгутов, которые вызывают дополнительные потери мощности.

В первом и втором вариантах используется разная элементная база силовых ячеек – модули (см. рис. 1) и полевые транзисторы (см. рис. 2). Но ВИП и схема СУ многофазных стабилизаторов унифицированы. При этом СУ при неизменной структуре обеспечивает количество выходов управления, кратное числу 2^k , где $k = 1, 2, 3, \dots$ (например, четырех-, восьми-, шестнадцатифазное управление). Имеет номинальную частоту 15 МГц для задания выходной частоты импульсов в диапазоне 10...25 кГц. В основу этой схемы положено решение, приведенное в авторском свидетельстве [3]. СУ имеет отработанную структуру и элементную базу (порядка 30 микросхем). Вариант исполнения этой схемы на ПЛИС (серия 5503, г. Москва, Зеленоград) снижает массогабаритные показатели многофазных стабилизаторов на 10% (рис. 3).

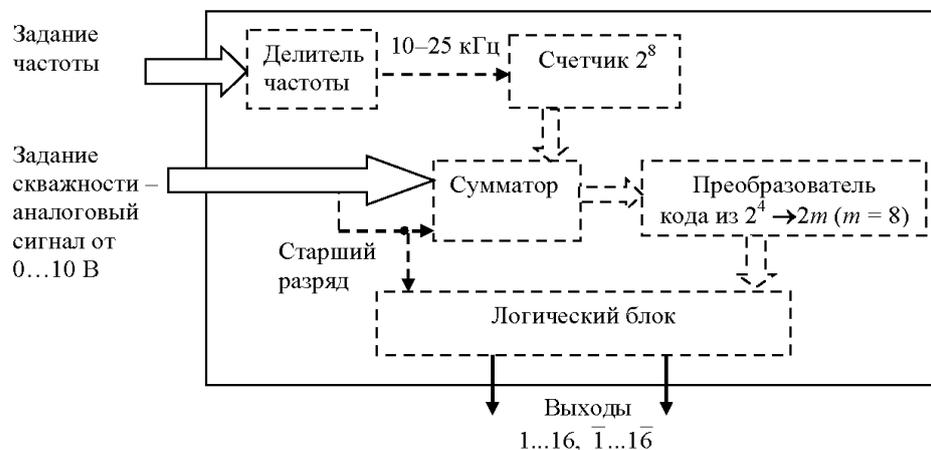


Рис. 3. Структура СУ на ПЛИС

Таким образом, анализ различных вариантов построения многофазных ключевых стабилизаторов привел к следующим конструктивным решениям:

- силовая часть должна состоять из взаимозаменяемых модулей, каждый из которых является силовой преобразовательной ячейкой;
- вся силовая часть должна обеспечивать строгую симметрию относительно друг друга и длину всех подводящих проводников (питание, управление), линий связей до всех ключей одинаковой;
- исполнение СУ на ПЛИС либо на микромодульных элементах, что уменьшает габариты и повышает технологичность устройств;
- СУ вместе с ВИП должна быть выполнена в виде отдельного субблока для исключения наводок и помех;
- элементы выходного фильтра должны распределяться по фазам и конструктивно входить в модули силовых ячеек.

Литература

1. Шуваев Ю.Н., Виленкин А.Г. Многофазные импульсные стабилизаторы // Электронная техника в автоматике. 1977. Вып. 9.
2. Глазенко Т.А. Полупроводниковые преобразователи в электроприводах постоянного тока. Л.: Энергия, 1973. 304 с.
3. А.с. 1356225 СССР. Цифро-аналоговый преобразователь с многофазным выходом / В.И. Кочергин // Открытия. Изобретения. 1987. № 44.

УДК 004.021

ПРОГРАММЫ БЫСТРОГО УМНОЖЕНИЯ «ДЛИННЫХ» ЧИСЕЛ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В СРЕДЕ «MS VISUAL C++ 9.0» С.О. Чечулин, Р.В. Литвинов

Рассмотрены алгоритмы умножения «длинных» чисел, на основе этих алгоритмов написана программа на языке C++, проведена оценка скорости работы реализованных алгоритмов.

Ключевые слова: алгоритм «столбиком», алгоритм Карацубы–Оффмана, алгоритм Тоома–Кука-3, алгоритм на основе БПФ.

Важным понятием в криптографии является понятие «длинного числа» – это число, число разрядов в которых может достигать нескольких сотен и даже тысяч. Арифметические операции с такими числами требуют создания специального программного обеспечения [1]. Большая разрядность таких чисел, диктуемая требованиями надежности и безопасности, приводит к тому, что операции с ними на основе классических алгоритмов требуют значительных временных затрат даже на современных компьютерах. Для ускорения реализуются так называемые «быстрые» алгоритмы, которые позволяют получить выигрыш по времени.

Классический метод умножения «столбиком», известный с момента создания десятичной системы исчисления, предполагает умножение чисел «столбиком». Каждый разряд второго множителя умножается на первое число и затем производится сложение произведений с учетом сдвига разрядов, зависящего от положения разряда во втором множителе. Сложность этого алгоритма оценивается, как [2].

Алгоритм Карацубы–Оффмана сводит сложность вычислений почти до $3n^{\log_2 3} \approx 3n^{1.585}$ элементарных операций [2]. Пусть x и y представляют собой n -значные числа в некотором основании B . Основная идея алгоритма Карацубы заключается в формулах, которые позволяют вычислять произведения 2 больших чисел X и Y , используя три умножения меньших чисел. Каждое из этих чисел состоит из половины цифр чисел X и Y ; плюс потребуется некоторое количество дополнительных операций и сдвигов. Приведем краткое описание алгоритма Карацубы.

Пусть X и Y представляют собой n -значные числа в некотором основании B . Для любого положительного целого числа m меньше n каждое число может быть представлено в виде

$$X = X_1 \cdot B^m + X_0, \quad Y = Y_1 \cdot B^m + Y_0,$$

где X_0 и Y_0 меньше, чем B^m , тогда произведение выглядит следующим образом:

$$X \cdot Y = (X_1 \cdot B^m + X_0) \cdot (Y_1 \cdot B^m + Y_0) = Z_2 \cdot B^{2m} + Z_1 \cdot B^m + Z_0,$$

где $Z_2 = X_1 \cdot Y_1$, $Z_1 = X_1 \cdot Y_0 + X_0 \cdot Y_1$, $Z_0 = X_0 \cdot Y_0$. Эти формулы требуют 4 операции умножения. Но можно вычислить произведение $X \cdot Y$ в три операции с помощью дополнительных преобразований. Действительно, пусть $Z_2 = X_1 \cdot Y_1$, $Z_0 = X_0 \cdot Y_0$, $Z_1 = (X_1 + X_0) \cdot (Y_1 + Y_0) - Z_2 - Z_0$. Таким образом,

$$Z_1 = (X_1 \cdot Y_1 + X_1 \cdot Y_0 + X_0 \cdot Y_1 + X_0 \cdot Y_0) - X_1 \cdot Y_1 - X_0 \cdot Y_0 = X_1 \cdot Y_0 + X_0 \cdot Y_1.$$

Существует также **алгоритм Тоома–Кука** (The Toom-Cook algorithm), который является более быстрым и обобщенным алгоритмом Карацубы [3]

Для частного случая этого алгоритма (Тоома–Кука-3) аналогично получаем:

$$X = X_2 \cdot B^{2m} + X_1 \cdot B^m + X_0, \quad Y = Y_2 \cdot B^{2m} + Y_1 \cdot B^m + Y_0,$$

тогда

$$X \cdot Y = (X_2 \cdot B^{2m} + X_1 \cdot B^m + X_0) \cdot (Y_2 \cdot B^{2m} + Y_1 \cdot B^m + Y_0) = Z_4 \cdot B^{4m} + Z_3 \cdot B^{3m} + Z_2 \cdot B^{2m} + Z_1 \cdot B^m + Z_0,$$

где $Z_4 = X_2 \cdot Y_2$, $Z_3 = X_1 \cdot Y_2 + X_2 \cdot Y_1$, $Z_2 = X_0 \cdot Y_2 + X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_0$, $Z_1 = X_0 \cdot Y_1 + X_1 \cdot Y_0$, $Z_0 = X_0 \cdot Y_0$.

Как и в алгоритме Карацубы–Оффмана, с помощью дополнительных преобразований число операций умножения можно уменьшить с 9 до 5. Теоретическая оценка сложности этого алгоритма – $\Theta(c \cdot n^{\log_3 5}) = c \cdot \Theta(n^{1.465})$ [3].

Умножение с помощью быстрого преобразования Фурье

Можно ли использовать метод умножения полиномов, заданных в виде значений в точках, время выполнения которого линейно зависит от n , для ускорения умножения полиномов, заданных в коэффициентной форме? Ответ зависит от способности быстро выполнять преобразование полинома из коэффициентной формы в форму точки-значения (вычисление) и обратно (интерполяция) [4].

В качестве точек вычисления можно использовать любые точки, однако тщательный выбор точек дает возможность выполнять переход от одного представления к другому за время $\Theta(n \lg n)$. Как будет показано далее, если в качестве точек вычисления выбрать комплексные корни из единицы ω_n , то представление точки-значения можно получить с помощью дискретного преобразования

Фурье (ДПФ). Обратную операцию, интерполяцию, можно выполнить путем применения обратного дискретного преобразования Фурье к парам точки-значения, в результате чего получается вектор коэффициентов.

На рис. 1 данная стратегия представлена графически. Небольшая сложность связана с границами степеней. Произведение двух полиномов степени не выше n является полиномом степени не выше $2n$. Поэтому прежде чем вычислять исходные полиномы A и B , их границы удваиваются и доводятся до $2n$ путем добавления n старших коэффициентов, равных 0. Поскольку теперь векторы коэффициентов содержат по $2n$ элементов, мы используем «комплексные корни $2n$ -й степени из единицы», которые обозначены на рис. 1 как ω_{2n} .

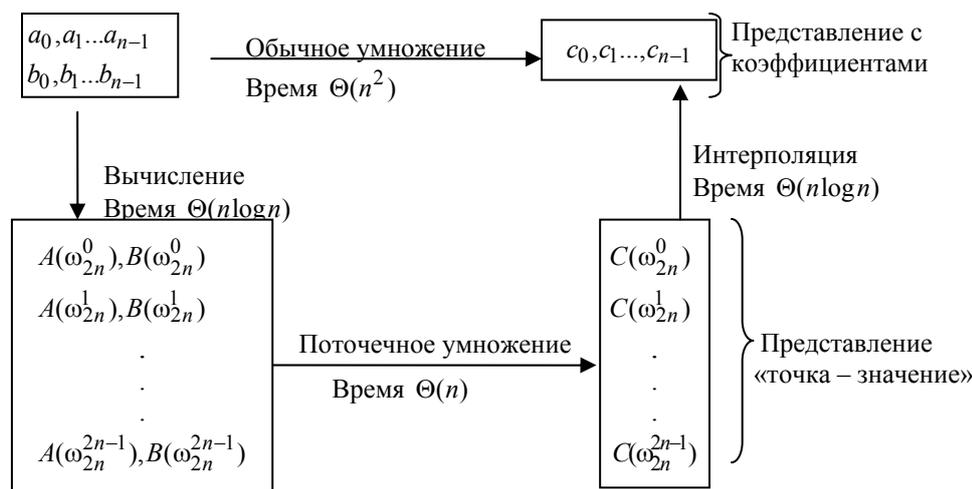


Рис. 1. Графическое представление эффективной процедуры умножения полиномов. Вверху приводится представление в коэффициентной форме, а внизу – в форме точек-значений. Идущие слева направо стрелки соответствуют операции умножения.

Члены ω_{2n} являются комплексными корнями степени $2n$ из единицы

Можно предложить следующую основанную на БПФ процедуру умножения двух полиномов $A(x)$ и $B(x)$ степени не выше n , в которой исходные полиномы и результат представлены в коэффициентной форме, а время выполнения составляет $\Theta(n \lg n)$. Предполагается, что n является степенью 2; это требование всегда можно удовлетворить, добавив равные нулю старшие коэффициенты.

Удвоение границы степени. Создаются коэффициентные представления полиномов $A(x)$ и $B(x)$ в виде полиномов с границей степени $2n$ путем добавления n нулевых старших коэффициентов.

Вычисление. Определяются представления полиномов $A(x)$ и $B(x)$ в форме точки-значения длины $2n$ путем двукратного применения БПФ порядка $2n$. Эти представления содержат значения двух заданных полиномов в точках, являющихся комплексными корнями степени $2n$ из единицы.

Поточечное умножение. Вычисляются представления точки-значения полинома $C(x) = A(x) \cdot B(x)$ путем поточечного умножения соответствующих значений. Это представление содержит значения полинома $C(x)$ в каждом корне степени $2n$ из единицы.

Интерполяция. Создается коэффициентное представление полинома $C(x)$ с помощью однократного применения БПФ к $2n$ парам точка-значение для вычисления обратного ДПФ.

Этапы (1) и (3) занимают время $\Theta(n)$, а этапы (2) и (4) – $\Theta(n \lg n)$.

Быстрое преобразование Фурье

С помощью метода *быстрого преобразования Фурье*, основанного на использовании специальных свойств комплексных корней из единицы, $DFT_n(a)$ можно вычислять за время $\Theta(n \lg n)$, в отличие от метода непосредственного преобразования.

В методе БПФ применяется стратегия декомпозиции, в которой отдельно используются коэффициенты полинома $A(x)$ с четными и нечетными индексами, чтобы определить два новых полинома $A^{[0]}(x)$ и $A^{[1]}(x)$ степени не выше $n/2$:

$$A^{[0]}(x) = a_0 + a_2x + a_4x^2 + \dots + a_{n-2}x^{n/2-1},$$

$$A^{[1]}(x) = a_1 + a_3x + a_5x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n/2-1}.$$

Заметим, что $A^{[0]}(x)$ содержит все коэффициенты $A(x)$ с четными индексами, а $A^{[1]}(x)$ содержит все коэффициенты с нечетными индексами. Для определенных таким способом полиномов справедливо равенство

$$A(x) = A^{[0]}(x^2) + xA^{[1]}(x^2), \quad (1)$$

так что задача вычисления $A(x)$ в точках $\omega_n^0, \omega_n^1, \dots, \omega_n^{n-1}$ сводится к следующим задачам:

Вычислить 2 полинома $A^{[0]}(x)$ и $A^{[1]}(x)$ степени не выше $n/2$ в точках

$$(\omega_n^0)^2, (\omega_n^1)^2, \dots, (\omega_n^{n-1})^2, \quad (2)$$

а затем объединить результаты с использованием формулы (1).

Анализ и оценка эффективности программы.

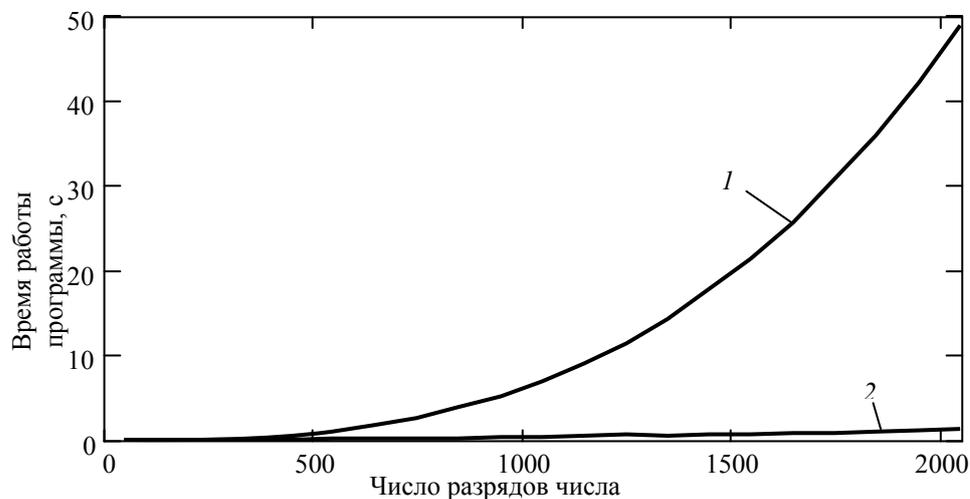


Рис. 2. График зависимости скорости работы алгоритмов от длины числа:
1 – Алгоритм «столбик»; 2 – алгоритм Карацубы-Оффмана

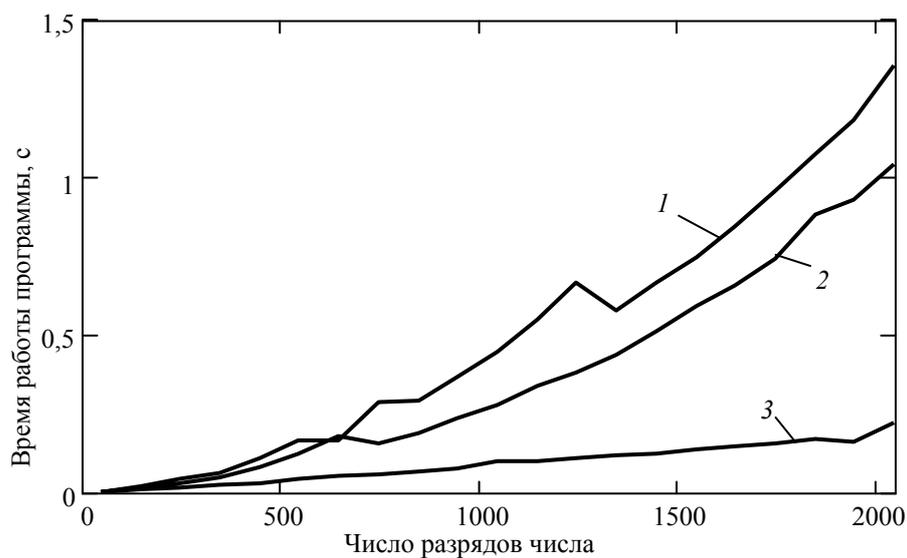


Рис. 2. График зависимости скорости работы алгоритмов от длины числа: 1 – алгоритм Карацубы-Оффмана; 2 – алгоритм Тоома-Кука-3; 3 – алгоритм на основе быстрого преобразования Фурье

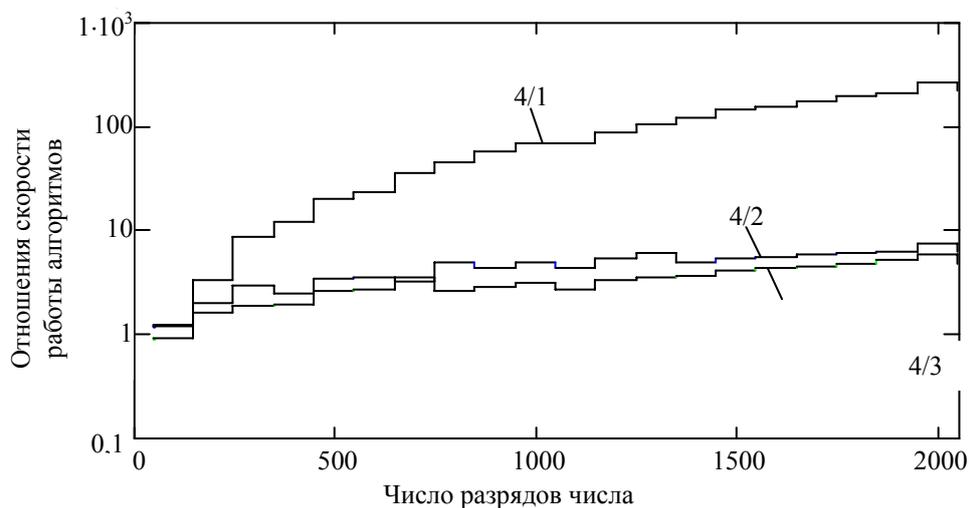


Рис. 4. График отношения скорости работы алгоритмов в зависимости от длины числа: 1 – алгоритм «столбик»; 2 – алгоритм Карацубы-Оффмана; 3 – алгоритм Тоома-Кука-3; 4 – алгоритм на основе быстрого преобразования Фурье

Созданная программа умножает числа длиной до 2048 десятичных знаков. Так как скорость умножения зависит от длины входных чисел, то были проведены эксперименты, в которых с помощью встроенного в C++ класса таймера оценивалось время работы каждого алгоритма в зависимости от длины числа. Тесты проводились по 10 раз для каждого числа разрядов, а полученное время усреднялось. Результаты, усредненные таким образом, представлены на рис. 2–4.

Как видно из рис. 2, скорость работы алгоритма Карацубы–Оффмана превосходит скорость работы алгоритма «столбик», начиная с чисел порядка 2^8 десятичных разряда. При разрядности чисел порядка $2^{11} = 2048$ десятичных знаков преимущество увеличивается почти до ≈ 35 раз. Если говорить о теоретической оценке, то в соответствии с результатами работ [2–4], это преимущество должно достигать $\Theta(2048^2)/\Theta(2048^{1,58}) \approx 41$. Расхождение практических результатов с теоретическими обусловлено тем, что теоретическая сложность оценивается асимптотически при $n \rightarrow \infty$, а в нашем случае $n = 2048$.

Из рис. 3 можно увидеть, что алгоритм Тома–Кука-3 превосходит алгоритм Карацубы–Оффмана, а алгоритм на основе БПФ показывает самое лучшее время, что на практике подтверждает теоретическую оценку сложности алгоритмов (см. работы [2–4]). На числах порядка $2^{11} = 2048$ алгоритм на основе БПФ в 7,5 раз превосходит алгоритм Карацубы–Оффмана и почти в 6 раз превосходит по скорости алгоритм Тома–Кука-3. При теоретической оценке алгоритм на основе БПФ превосходит алгоритм Карацубы–Оффмана в $\Theta(2048^{1,58})/\Theta(2048 \cdot \log_2 2048) = 7,57$ раз, что хорошо подтверждает практический результат. При оценке алгоритма на основе БПФ и алгоритма Тома–Кука-3 получаем $\Theta(2048^{1,45})/\Theta(2048 \cdot \log_2 n) = 3,5$. В первую очередь расхождение практических результатов с теоретическими обусловлено тем, что теоретическая сложность оценивается асимптотически при $n \rightarrow \infty$, а в нашем случае $n = 2048$.

Следует отметить значительную разницу между теоретическим преимуществом скорости работы алгоритма на основе БПФ над алгоритмом Тома–Кука-3 в сравнении с преимуществом этой скорости при работе реализованных вычислительных программ. Кроме причины, указанной выше, это различие связано с большим количеством дополнительных преобразований в алгоритме Тома–Кука-3, реализация которых в разработанной программе требует дополнительных временных затрат. К таким преобразованиям можно отнести: вычисление вспомогательных $P(x)$ и $Q(x)$ полиномов в точках $0, 1, -1, 2, \infty$, которые требуются для вычисления конечного полинома $W(x)$ в этих же точках, и интерполяцию конечного полинома $W(x)$ от вида значение-точка к коэффициентному представлению.

На рис. 4 приведено отношение скорости работы всех реализованных алгоритмов в логарифмическом масштабе. Разница в скорости работы между самым быстрым алгоритмом (на основе БПФ) и самым медленным («столбик») достигает 250 раз. При теоретической оценке алгоритм БПФ превосходит алгоритм «столбик» в $\Theta(2048^2)/\Theta(2048 \log_2 2048) \approx 186$ раз. Такая разница объясняется хорошей оптимизацией реализованного алгоритма умножения на основе БПФ, реализацией его «на месте» (в исходном векторе), что позволяет не выделять память для дополнительных переменных, что в свою очередь положительно сказывается на скорости работы программы.

Таким образом, скорость умножения 2048-значных десятичных чисел при помощи разработанных и реализованных в среде C++ программ сравнима со скоростью, определяемой теоретической оценкой сложности вычислений.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке из средств грантов ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (госконтракты № П543 от 05.08.09, № П580 от 05.08.09, № П1917

от 29.10.09, № П2503 от 20.11.09), а также при финансовой поддержке РФФИ (грант 09-02-99024-р_офи).

Литература

1. Шнайер Б. Прикладная криптография. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М.: Триумф, 2002, 816 с.
2. Василенко О.Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. М.: МЦНМО, 2003. 328 с
3. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 2. Получисленные алгоритмы. М.: Вильямс, 2008. 832 с.
4. Кормен, Лейзерон, Ривест. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание, М.: Вильям, 2005. 1296 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.А. Катаев, А.А. Майнагашев, Д.И. Цой

В связи с разработкой и внедрением обновленной инфраструктуры виртуального пространства предприятия остро встал вопрос обеспечения ее безопасности. Под безопасностью виртуального пространства подразумеваются стабильное функционирование системы (отказоустойчивость, обеспечение доступности информационных ресурсов и сервисов), защита от несанкционированного доступа (НСД), сохранение целостности и достоверности циркулирующей информации.

Требования обеспечения безопасности должны быть согласованными с существующей моделью вычислительной сети предприятия. Политика безопасности и отдельные положения должны быть зафиксированы в соответствующих документах: «Политика безопасности предприятия», «Парольная политика», «Положение о информационно-вычислительной сети предприятия», «Инструкция пользователя информационно-вычислительной сети».

Реализация основных принципов безопасности виртуального пространства организации (конфиденциальность, целостность, доступность) [1]:

– Принцип отказоустойчивости (доступность информации и сервисов) – резервирование каналов передачи информации, зеркалирование серверов, обеспечение бесперебойного энергоснабжения, резервирование аппаратной части сети, территориальное разделение серверов.

– Защита от НСД (конфиденциальность) – применение межсетевых экранов, организация виртуальной частной сети (VPN), единая политика безопасности в сети предприятия, единая система управления учетными записями пользователей, требования парольной политики.

– Принцип обеспечения целостности и достоверности – достигается реализацией отказоустойчивости, корректностью зеркалирования, регулярным резервным копированием критичной информации.

Реализация вышеперечисленных требований осуществляется множеством разносторонних средств, корректное совместное функционирование которых также является жизненно важным условием обеспечения безопасности виртуального пространства.

Средства реализации и необходимость применения каждого конкретного средства согласуются с требованиями экономичности и целесообразности. Резервирование каналов – материально затратное средство обеспечения отказоустойчивости, применение которого зачастую затруднительно и нецелесообразно. Практика работы организации показала надежность каналов передачи, предоставляющих доступ к городской сети (MAN), добросовестность провайдера. Время простоя в год исчисляется в минутах, но включение в существующую инфраструктуру еще одного поставщика (доступ на базе беспроводной сети) требует резервирования данного канала. Таким образом, резервирование каналов передачи осуществляется на данном этапе только для беспроводной сети стороннего поставщика (точка радиосвязи по технологии WiMax (рис. 1).

Среди элементов инфраструктуры сети (см. рис. 1) необходимо выделить:

1. Серверы авторизации, которые обеспечивают централизованное управление и хранение учетных записей. Делятся на главные и подчиненные, последние находятся в каждом филиале.
2. Аппаратная часть с установленным ПО, предназначенным для автоматизации работы библиотеки, «Система Ирбис» (далее основной и резервный Ирбис-сервер).
3. Терминальные серверы, обеспечивающие работу с основной базой данных в режиме терминального доступа.
4. Брандмауэры.

Критически важными являются сервер авторизации и терминальный сервер. Именно от стабильности их функционирования во многом зависит непрерывность бизнес-процессов организации. Для уменьшения влияния сбоев в энергообеспечении, повреждения каналов передачи, ошибок персонала, а также обстоятельств, предвидение и предотвращение которых не представляются возможными, применяются территориально разделенные, дублирующие друг друга серверы, с возможностью полного перенаправления нагрузки в случае выхода из строя одного из них.

Высокие требования к стабильной работе терминальных серверов вызвали необходимость обеспечения балансировки нагрузки между ними и зеркалирования базы. Специфика программы «Ирбис» позволяет использовать ее на данном этапе только на серверах под управлением ОС семейства «Windows». Средства данных ОС позволяют осуществлять балансировку нагрузки только по загруженности сетевых интерфейсов, данный параметр не отражает степень загруженности сервера терминалов [2]. Поэтому было решено воспользоваться средствами сторонних разработчиков, учитывающими нагрузку на ресурсы процессора и оперативную память сервера. Решением, удовлетворяющим потребности предприятия, стало ПО WTWare, обеспечивающее работоспособность сети, пока функционирует хотя бы один терминальный сервер.

Введение системы распределения нагрузки не решает вопрос реплицирования и сохранения баз данных, т. к. терминальные серверы лишь предоставляют доступ. Безопасность базы данных обеспечивается постоянным реплицированием на резервный Ирбис-сервер, который послужит заменой основному в случае его выхода из строя. Ирбис-серверы также территориально разделены и находятся совместно с серверами терминалов.

В случае выхода из строя одного из серверов, второй должен принять на себя нагрузку сети (касается как сервера авторизации, так и терминального сервера), при этом уменьшится часть мощности, выделяемая на выполнение отдельных

задач. Необходимо в кратчайшие сроки восстановить работу второго сервера. В случае перебоев в энергоснабжении и повреждения каналов передачи многое зависит от своевременных действий муниципальных служб или провайдера. В случае же выхода из строя аппаратной части с большой долей вероятности, может потребоваться замена комплектующих, для этого в организации существует резерв серверных компонентов.

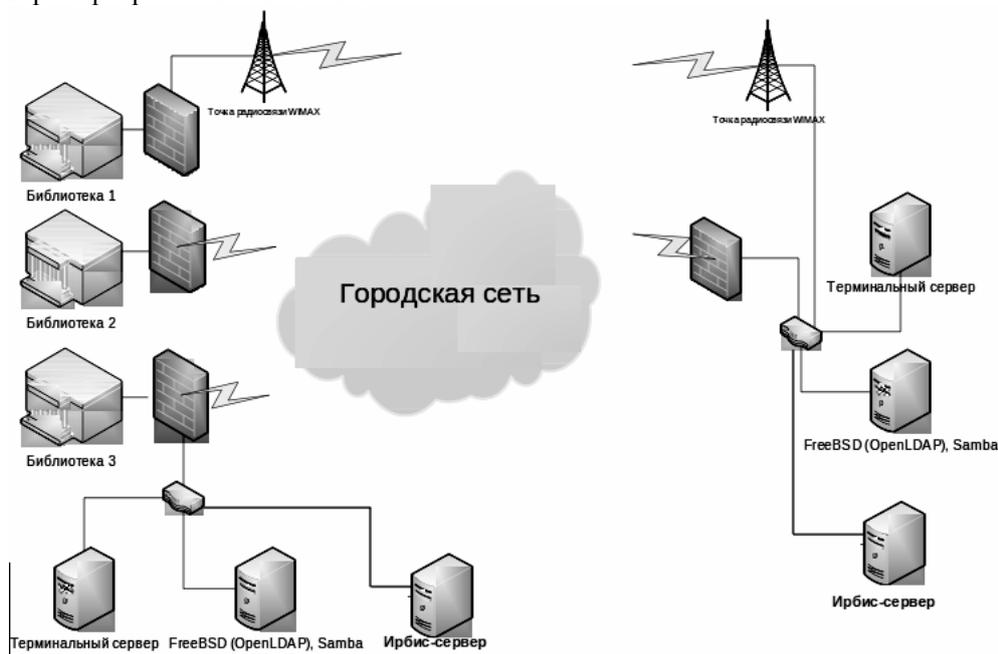


Рис. 1. Инфраструктура сети

За ликвидацию краткосрочных сбоев в энергоснабжении отвечают источники бесперебойного питания (UPS), которые могут обеспечить работоспособность серверов в течение 5–8 мин после прекращения подачи энергии. UPS позволяют сохранить данные, находящиеся в обработке, подготовиться к остановке работы серверов.

Защиту от НСД обеспечивают межсетевые экраны на базе ОС FreeBSD, сконфигурированной под нужды конкретной сети, а также организация сети VPN, в рамках которой передается вся служебная информация организации. Серверы VPN под управлением ОС FreeBSD являются зеркалируемыми точками подключения клиентов виртуальной частной сети. VPN работает на основе протокола IPsec.

Прозрачность управления учетными записями, а значит, уменьшение вероятности ошибок системного администратора призвана обеспечить единая политика безопасности сети. Учетные записи пользователей хранятся на одном главном (MASTER) и нескольких (по одному на каждый филиал) подчиненных (SLAVE) серверах. Главный и один из подчиненных серверов образуют отказоустойчивый кластер. Внесение изменений в таблице доступа на master-сервере повлечет их реплицирование на slave-серверы. В случае неработоспособности master-сервера один из slave-серверов возьмет на себя функции master-сервера (данный подчиненный и главный сервер территориально разделены и располо-

жены в двух наиболее важных точках предприятия), т.е. сеть будет по-прежнему функционировать на существующих slave-серверах, также будет возможность централизованного управления доступом. Но необходимо в кратчайшие сроки восстановить работоспособность вышедшего из строя сервера авторизации [3].

Действия пользователей и администраторов сети регламентируются положением о компьютерной сети предприятия, а также парольной политикой. Соблюдение требований данных документов является обязательным условием, прописанным в должностных инструкциях сотрудников.

Обеспечение целостности и достоверности информации достигается реализацией отказоустойчивости, корректностью зеркалирования, регулярным резервным копированием критичной информации. Резервные копии баз данных на сменных носителях создаются с основного ИРБИС-сервера еженедельно, копирование на резервный сервер осуществляется постоянно.

Литература

1. Щербаков А.Ю. Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты. М.: Книжный мир, 2009. 352 с.
2. Тао Чжоу. Система балансировки нагрузки Web-серверов // Windows 2000 Magazine. №32000.
3. Электронный ресурс «Lissyara». Статья «Создание отказоустойчивого кластера на базе freeBSD (Или RAID1 по сети)» / Язык: русский. Режим доступа [свободный]: http://www.lissyara.su/articles/freebsd/tuning/raid1_via_lan/

УДК: 621.397 : 621.3.011.7

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

А.С. Красько

Предлагается способ расчета функций чувствительности параметров электрических схем к изменению номиналов элементов на основе обобщенного метода узловых потенциалов. Рассматриваются вопросы, связанные с применением предложенного метода применительно к анализу широкополосных активных разветвителей.

Ключевые слова: функция чувствительности, S-параметры, активный разветвитель, обобщенный метод узловых потенциалов.

При создании устройств с несколькими каналами передачи информации, например активных разветвителей сигналов [1], часто предъявляются повышенные требования к идентичности каналов, что приводит к необходимости определения функций чувствительности [2] параметров канальных усилителей к разбросу параметров их элементов.

Ниже описывается метод расчета функции чувствительности, сочетающий прямой метод дифференцирования и косвенный по передаточным функциям, позволяющий за один анализ находить чувствительность к n элементам схемы. Рассмотрим данный способ на примерах получения выражений для абсолютной чувствительности первого порядка S-параметров электронных схем, описанных матрицей проводимости [У].

Функция чувствительности S_i [2] параметра устройства y к изменению параметра компонента x_i определяется как частная производная

$$S_i = \frac{dy}{dx_i}.$$

В матричном представлении характеристики электронных схем, в том числе и параметры рассеяния $[S]$, определяются в виде отношений алгебраических дополнений матрицы $[Y]$ [3]. Изменяемый параметр входит при этом в некоторые элементы алгебраических дополнений. Определение функции чувствительности сводится в этом случае к нахождению производных от отношений алгебраических дополнений (или алгебраических дополнений и определителя) по элементам, в которых содержится изменяемый параметр. В случае когда изменяемый параметр входит в элементы дополнений определителя функционально, чувствительность определяется как сложная производная.

Для определения производных алгебраических дополнений по изменяемым параметрам входящих в них элементов воспользуемся теоремой, утверждающей, что производная определителя по какому-либо элементу равна алгебраическому дополнению этого элемента. Доказательство теоремы основано на разложении определителя по Лапласу

$$\frac{d\Delta}{dY_{ij}} = \frac{d \sum_{i=1}^n Y_{ij} \Delta_{ij}}{dY_{ij}} = \Delta_{ij}.$$

Общее выражение для S-параметров через алгебраические дополнения имеет вид

$$S_{ij} = k_{ij} \Delta_{ji} / \Delta - \delta_{ij},$$

где k_{ij} – нормировочный коэффициент, равный:

$$\begin{aligned} &1/Z_i \text{ – для } S_{ii}, \\ &1/Z_j \text{ – для } S_{jj}, \\ &\frac{2}{\sqrt{Z_i Z_j}} \text{ – для } S_{ij} \text{ и } S_{ji}; \end{aligned}$$

δ_{ij} – символ Кронекера, $\delta_{ij}=1$, если $i=j$, и $\delta_{ij}=0$, если $i \neq j$.

Определим функции чувствительности параметров рассеяния к пассивному двухполюснику y_0 , включенному между произвольными узлами k и l (рис. 1, а).

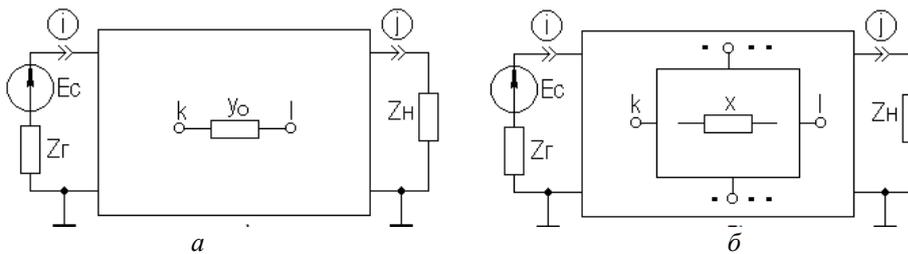


Рис. 1. К определению функций чувствительности

$$\begin{aligned} S_{y_0}^{S_{ij}} &= dS_{ij} / dy_0 = k_{ij} (\Delta_{ji(k+l)(k+l)} \Delta - \Delta_{(k+l)(k+l)} \Delta_{ji}) / \Delta^2 = \\ &= -k_{ij} \Delta_{j(k+l)} \Delta_{(k+l)i} / \Delta^2 = -k_{ij} [(\Delta_{jk} - \Delta_{jl})(\Delta_{ki} - \Delta_{li})] / \Delta^2. \end{aligned}$$

При получении данного и последующих выражений используются следующие матричные соотношения [3]:

$$\Delta_{(i+j)(k+l)} = \Delta_{i(k+l)} + \Delta_{j(k+l)} = (\Delta_{ik} - \Delta_{il}) + (\Delta_{jk} - \Delta_{jl}), \quad \Delta_{ij}\Delta_{kl} - \Delta_{il}\Delta_{kj} = \Delta\Delta_{ij,kl}.$$

Чувствительность параметров рассеяния к любому Y-параметру подсхемы (см. рис. 1, б), например y_{kl} , будет равна

$$S_{y_{kl}}^{S_{ij}} = dS_{ij} / dy_{kl} = k_{ij}(\Delta_{ji,kl}\Delta - \Delta_{kl}\Delta_{ij}) / \Delta^2 = -k_{ij}\Delta_{jl}\Delta_{ki} / \Delta^2.$$

При известной чувствительности y_{kl} к параметру элемента подсхемы x (см. рис. 1, б) чувствительность S-параметров полной схемы к этому параметру, в соответствии с понятием сложной производной, выразится как

$$S_x^{S_{ij}} = (dS_{ij} / dy_{kl})(dy_{kl} / dx) = S_{y_{kl}}^{S_{ij}} \cdot S_x^{y_{kl}}.$$

Последнее выражение указывает на возможность применения метода под-схем при анализе чувствительности сложных электронных схем.

Зная связь параметров рассеяния с вторичными параметрами электронных схем ($K_U, Z_{ВХ}, Z_{ВЫХ}$ и др.) и чувствительность параметров рассеяния к изменению элементов схемы, возможно нахождение функций чувствительности вторичных параметров к изменению этих элементов. Например, для коэффициента передачи по напряжению с i -го на j -й узел $K_{ij} = S_{ji} / (1 + S_{ii})$ чувствительность к изменению параметра x (полагая, что $S_{ij} = f(x)$ и $S_{ii} = \varphi(x)$) получаем

$$S_x^{K_{ij}} = dK_{ij} / dx = [S_x^{S_{ij}}(1 + S_{ii}) - S_x^{S_{ii}}S_{ij}] / (1 + S_{ii})^2.$$

Данный способ столь же эффективно может быть использован при определении чувствительности более высоких порядков для всевозможных характеристик электронных схем. Реализация полученных таким образом алгоритмов расчета чувствительности сводится к вычислению и перебору соответствующих алгебраических дополнений, что хорошо сочетается с нахождением других мало-сигнальных характеристик электронных схем.

Рассмотренный алгоритм был применен при определении ожидаемой неидентичности каналов активного разветвителя дециметрового диапазона частот с компенсацией потерь мощности на разветвление, описанного в [1] (рис. 2).

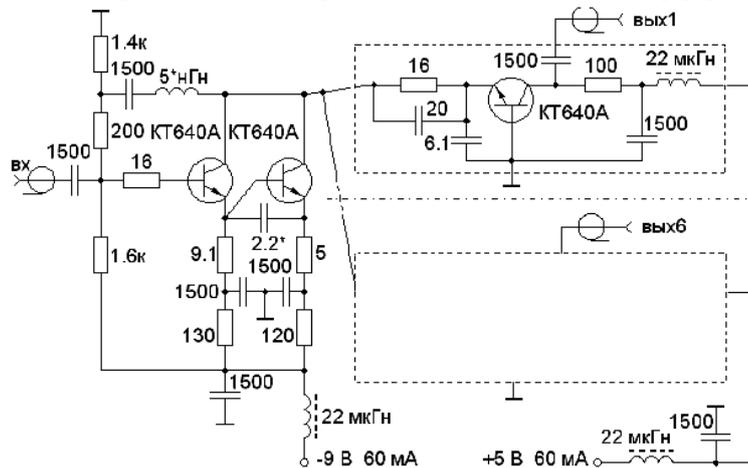


Рис. 2. Активный разветвитель

При использовании в качестве канальных усилителей каскадов на биполярных транзисторах, включенных с ОБ, ожидаемый разброс коэффициента передачи каналов разветвителя составил ± 1 дБ. При этом переходное затухание между выходами составило на верхнем участке рабочего диапазона частот (1 ГГц) порядка 30 дБ.

При использовании в качестве канальных усилителей каскадов на биполярных транзисторах, включенных с ОЭ, охваченных цепями отрицательных обратных связей последовательного и параллельного типов (рис. 3), ожидаемый разброс коэффициента передачи каналов разветвителя уменьшился до $\pm 0,5$ дБ, но при этом уменьшилось и переходное затухание между выходами, которое составило порядка 20 дБ, что объясняется наличием цепи параллельной обратной связи.

Данное обстоятельство указывает на возможность выбора требуемого схемного решения при доминировании того или иного требования.

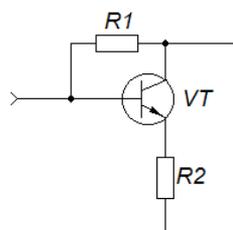


Рис. 3. Каскад с комбинированной ООС

Литература

1. Красько А.С. Активные разветвители мощности: доклад, тезисы доклада / А.С. Красько // Электронные средства и системы управления. Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2005. Ч. 1. С. 156–158.
2. Гехер К. Теория чувствительности и допусков электронных цепей / Пер. с англ. М.: Сов. радио, 1973. 200 с.
3. Сигорский В.П. Анализ электронных схем. Киев: Гос. изд. техн. лит., 1963. 200 с.

SIMULINK® BASED MARGIN CALCULATION OF OPTICAL TRANSMITTER INCLUDED IN POLYMER OPTICAL FIBER TRANSMISSION SYSTEM

R. Kruglov, S. Loquai, J. Vinogradov, G. Surkova

The features of the modeling of polymer optical fiber (POF) transmission system in Simulink/Matlab® software have been discussed in the paper. The improved functionality of the simulation tool has been considered. The simulation shown the required margin of the transmitter bandwidth for the given transmission condition has been carried out.

Index Terms: Optical communication, simulation, polymer optical fiber.

Introduction

Using of the simulation tools helps to reduce the time of the system developing and cut down the expenses. It allows to investigate the system behaviour under the different conditions and finally leads to the better understanding of the operation features. The Simulink based models that have been developed during last years by POF-Application Center in collaboration with Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR) gives an opportunity to investigate the telecommunication systems on the basis of polymer optical fibers [1]. There is a good possibility to simulate the systems with different modulation and equalization schemes with very small differences to the experiment.

In the given paper the new features added to the simulation tool have been considered. The program model of the transmitter has been discussed. The calculation of the optical transmitter margin has been carried out under the different conditions.

Framework of simulation

The framework of the simulation realized in Simulink includes several separate modules which describe the behaviour of corresponding system components [1]. Each module has local parameters and variables which can be changed by user during a simulation. These variables describe the physical parameters of the corresponding units and can be adjusted in dialog boxes.

TX unit can be represented by LED and LD as well. The options of optical source that can be changed by user include wavelength, NA, average power, clipping level, bandwidth of the transmission unit and modulation index. In general the frequency response of TX is defined as [2]

$$M_{LED}(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega\tau_r}; \quad M_{LD}(\omega) = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j\frac{2\alpha\omega}{\omega_0^2}},$$

where τ_r is the recombination time, α is the damping constant; ω_0 is the relaxation oscillation frequency.

The non-linear behaviour of the actual transmitters is not taken into account in current version of the simulation tool. But it can be realised e.g. on the basis of Volterra series [2].

The basis of units describing the operation of the pin photodiode and amplifier are analytical equations of the corresponding frequency responses and noise characteristics. The principal noises associated with photodetectors are quantum noise, dark current noise generated in the bulk material of photodiode and surface leakage current noise [3]. The total noise power of the amplifier is composed of the thermal noise and internal noise sources of the amplifier.

The basis of the unit describing POF behavior is the experimental data which contains information about fiber frequency POF response (SI-POF, MC-POF), output beam NA and attenuation coefficient depending on fiber length and excitation conditions.

Transmitter margin simulation

The performance of the POF transmission system depends on many factors. For the better understanding of the impact of the transmitter bandwidth on the system performance the modelling shown below has been realised on the basis of simulation tool.

Receiver parameters

Name of parameter	Receiver 1	Receiver 2
Active area size of photodiode	800 μm	600 μm
Capacitance of photodiode	4 pF	1,75 pF
Reverse voltage of photodiode	12 V	12 V
Bandwidth of the receiver	500 MHz	900 MHz
Spectral noise density	27 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$	7,3 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Type of the amplifier	1 st stage is based on HEMT	IC

The optical pulses generated by the transmitter are characterised by rise and fall time t_r , t_f which determine the optical source performance. In the given simulation in

order to simplify the modelling procedure we assumed the equality of these two parameters $t_r = t_f$. We investigated the behavior of the transmission system with two different receivers which parameters are shown in Table. The simulation results of $B = 1.25$ Gbit/s transmission over 50 m Mitsubishi GH4001 with decision feedback equalization are shown in Fig. 1.

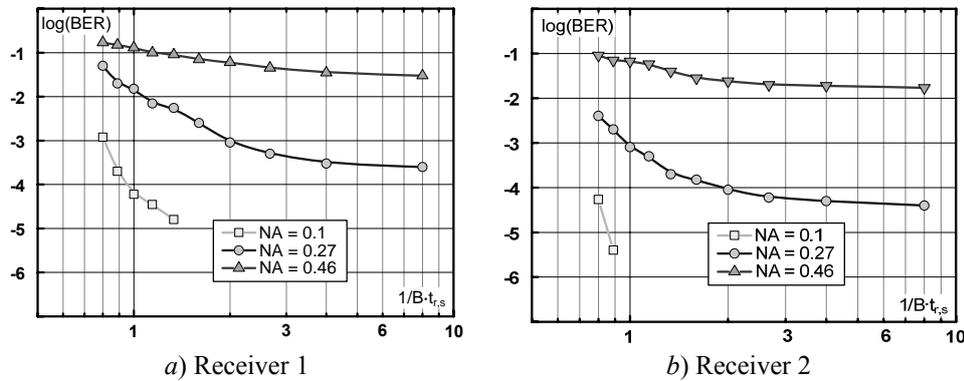


Fig. 1. BER for different excitation conditions versus normalized rise/fall time (received optical power -24 dBm)

The system with Receiver 2 demonstrates higher performance due to the better noise immunity. Nevertheless the excitation of the fiber by the optical source with high $NA = 0.46$ (e.g. LED) does not allow to achieve the BER of 10^{-3} which is a limit for forward error correction (FEC). Using of the transmitter with $NA=0.27$ (e.g. LD) gives us the value of the rise and fall time t_r, t_f for both receivers when BER is equal 10^{-3} .

The alternative approach of the transmitter description is based on approximation of its frequency response by the Gaussian function with cut off frequency BW . The corresponding simulation results of $B = 1.25$ Gbit/s transmission are shown in Fig. 2.

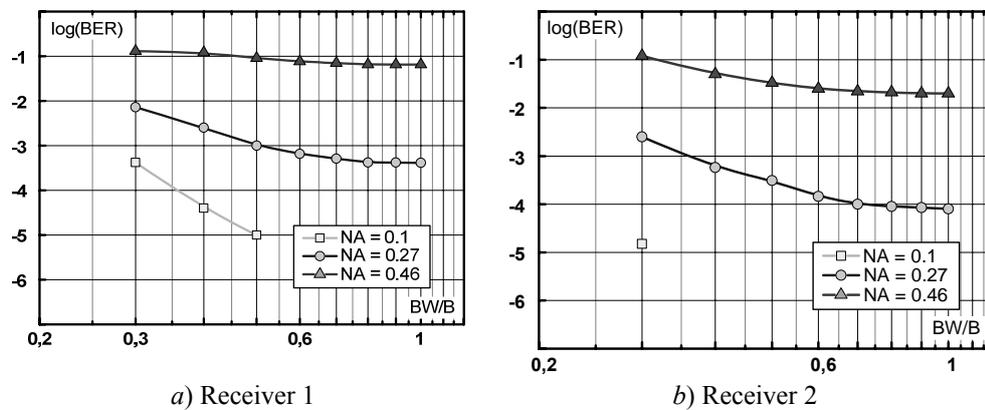


Fig. 2. BER for different excitation conditions versus normalized transmitter bandwidth (received optical power -24 dBm)

These results also demonstrate that the excitation of the fiber by the optical source with high $NA=0.46$ does not allow to achieve the BER of 10^{-3} which is a limit for forward error correction (FEC).

Conclusion

In the given paper the features of the modeling of POF transmission system in Simulink/Matlab software have been discussed. The improved functionality of the simulation tool has been considered. It allows to estimate the required performance of the optical source for the given transmission requirements in terms of the rise/fall time or bandwidth of the transmitter.

Roman Kruglov was supported by Russian Foundation for Basic Research (#09-02-99024-р_офи).

References

1. Kruglov R., Loquai S., Ziemann O., et al. POF Simulation Tool: Aspects of Telecommunication Systems Modeling in Simulink® // Proceedings of the 2nd International Workshop on POF modelling, Sydney, Australia, September 7-8, on CD-ROM.
2. Biswas T.K. and McGee W.F. Volterra Series Analysis of Semiconductor LD // IEEE Photonics Technology Letters. 1991. Vol. 3, № 8. P. 706 – 708.
3. Kasovsky L., Benedetto S., Willner A. Optical fiber communication systems // Artech house Inc., 1996.

УДК 004.056.55

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ NVIDIA В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

И.А. Кукало, П.А. Миклин, Р.В. Литвинов

Выполнено экспериментальное исследование быстродействия средств криптографической защиты информации, работающих на основе симметричного алгоритма шифрования ГОСТ 28147–89. Показано, что эффективность параллельных вычислений на графическом процессоре *NVIDIA* видеоадаптера *GeForce 9600GT* сравнима с эффективностью вычислений на центральном процессоре типа *Intel Core i7*.

Ключевые слова: параллельные вычисления, графические процессоры, криптография.

Известно, что тактовая частота современных процессоров ограничена влиянием на их работу ряда фундаментальных физических ограничений, в том числе возрастанием тока утечки транзисторов, увеличением их мощности и тепловыделением [1]. Ведущие производители компьютерных компонентов определяют повышение уровня параллелизма как главный способ увеличения производительности современных компьютерных систем [2]. Поэтому реализация технологий высокопроизводительных вычислений с использованием недорогих видеокарт с графическими процессорами (*GPU – Graphics processing unit*), обладающими десятками и даже сотнями вычислительных ядер [3], является актуальной.

Возможности высокопроизводительных вычислений на графических процессорах успешно применяются в современных криптографических системах. Исследования, выполненные в работах [4–6], подтвердили эффективность использования технологий параллельных вычислений *GPU* для реализации зарубежных симметричных алгоритмов шифрования. Применение данной технологии обработки данных позволило достичь трехкратного прироста производительности при реализации криптоалгоритмов *AES*, *DES* и др.

В данной работе отечественный криптоалгоритм ГОСТ 28147–89 реализован в виде двух средств криптографической защиты информации (СКЗИ) [7]. Первое СКЗИ реализовано на основе вычислений, выполненных на центральном процессоре (*CPU – Central processing unit*) *Intel Core i7*, а второе СКЗИ – на основе вычислений с использованием графического процессора *NVIDIA*, видеоадаптера *GeForce 9600GT*. Выполнено исследование быстродействия полученных СКЗИ. Проведено сравнение быстродействия разработанных СКЗИ с продукцией лидера рынка криптографических средств защиты информации РФ [8] – сертифицированного СКЗИ *CSP* КриптоПРО 3.6 через интерфейс *CryptoApi*.

Для того чтобы обеспечить работу алгоритма в соответствии с ГОСТ 28147–89 в программную часть СКЗИ встраивались элементарные функции криптоалгоритма, разработанные российской компанией КриптоКом и находящиеся в свободном доступе [9]. Отметим, что эти функции составляют основу сертифицированного СКЗИ «MagPro КриптоПакет». Шифрование данных осуществлялось в режиме простой замены, являющемся аналогом режима *ECB (Electronic codebook)*, рекомендованного международными правилами *NIST (National Institute of Standards and Technology)* [10]. Этот режим обеспечивает независимую обработку данных каждого блока на входе криптоалгоритма и может быть использован для организации параллельной, многопоточной обработки данных.

Последовательная циклическая обработка данных на центральном процессоре, разработанным СКЗИ, может быть описана соотношением, представленным в форме:

$$C_i = f(T, K, S, n),$$

где C_i – зашифрованный блок данных на выходе СКЗИ; f – обозначение функции криптоалгоритма; T_i – исходный блок данных; K – ключевая информация; S – блок таблиц замен; $i = 1 \dots n$ – номер блока исходного текста; n – количество блоков исходного текста.

СКЗИ на графическом процессоре реализует принцип компьютерных вычислений *SIMD (Single Instruction, Multiple Data* – одиночный поток команд, множественный поток данных) и использует параллельную циклическую обработку данных, которая может быть описана соотношением, представленным в форме

$$C_{idx} = f(T_{id}, K, S, numBlocks, numThreads),$$

где $idx = (blockIdx \cdot numBlocks + threadIdx) < n$ – уникальный идентификатор текущего потока, соответствующий номеру блока исходного текста; $blockIdx = 1 \dots numBlocks$ – идентификатор текущего вычислительного блока; $threadIdx = 1 \dots numThreads$ – идентификатор текущего потока в блоке; $numThreads$ – количество запускаемых потоков в вычислительном блоке; $numBlocks$ – количество запускаемых вычислительных блоков.

Программная часть СКЗИ была реализована в среде разработки *Visual Studio 2008* на языке программирования *C++* с программным обеспечением *CUDA Toolkit v.2.1*, реализующим доступ к аппаратной составляющей видеоадаптера. Сравнение быстродействия СКЗИ осуществлялось с помощью встроенного счетчика времени работы программы. Скорость работы СКЗИ в Мбит/с, а также размер обрабатываемых данных в байтах являлись выходными параметрами работы программы. Программа, реализующая криптоалгоритм ГОСТ 28147–89 с помощью различных СКЗИ, запускалась не менее 25 раз на ПК со следующими параметрами: *Intel Core i7 860* 2,8 ГГц/ *DDR*, 533 МГц, 8 Гб/ *ATA IDE*, 240 Гб/ *Nvidia GeForce 9600 GT/Ethernet*, 10/100 Мбит. Время генерации усреднялось по всем полученным реализациям.

На рис. 1 представлены зависимости скорости работы программной части разработанных СКЗИ от объема (в байтах) обрабатываемых данных. Из полученных зависимостей следует, что при обработке больших объемов данных размером, превышающем 100 кбайт, производительность СКЗИ, реализующего криптоалгоритм ГОСТ 28147–89 с использованием ресурсов графического процессора, превзошла производительность прочих СКЗИ и составила более 500 Мбит/с. При этом быстродействие многопоточной обработки данных на графическом процессоре, увеличиваясь с ростом их объема, превышает быстродействие обработки данных в остальных случаях, начиная с объема данных размером 6 кб.

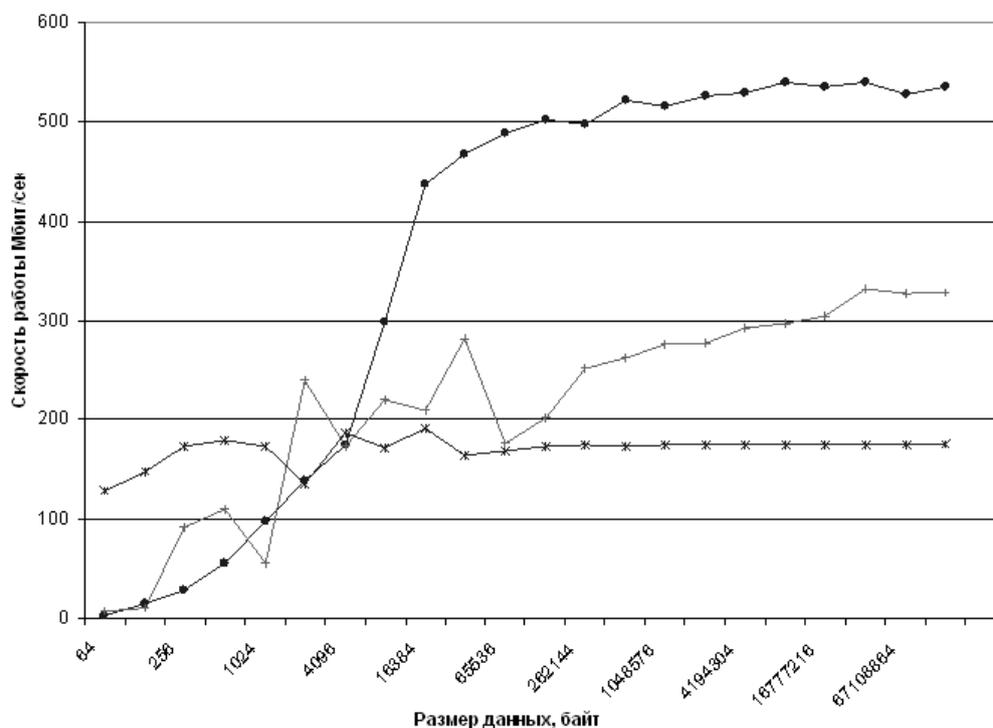


Рис. 1. График зависимости скорости работы СКЗИ от объема обрабатываемых данных. * – СКЗИ вычисления на CPU; ♦ – СКЗИ вычисления на GPU; + – СКЗИ КриптоПРО 3.6

Таким образом, использование недорогих видеокарт *GeForce 9600GT* с графическими процессорами *NVIDIA* для реализации вычислений по алгоритмам симметричного шифрования позволяет достичь производительности обработки информации, сравнимой с производительностью вычислений по этим алгоритмам, реализованным на значительно более дорогих центральных процессорах типа *Intel Core i7*. Использование вычислительных мощностей графических процессоров в системах криптографической защиты информации в качестве криптоускорителей позволит значительно снизить вычислительную нагрузку на центральные процессоры компьютеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 09-02-99024-р_офи). С.А. Михнов поддержан грантом в рамках Федеральной целевой про-

граммы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (госконтракт № П543 от 05 августа 2009 г.).

Литература

1. Does gigahertz matter anymore? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.infoworld.com/t/platforms/does-gigahertz-matter-anymore-410> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
2. Платформа 2015: развитие процессоров и платформ Intel® в ближайшие 10 лет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.intel.com/cd/corporate/europe/emea/rus/update/213969.htm> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
3. NVIDIA CUDA – неграфические вычисления на графических процессорах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
4. Cuda compatible GPU as an efficient hardware accelerator for AES cryptography, In Proc. IEEE International Conference on Signal Processing and Communication, ICSPC 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.manavski.com/downloads/PID505889.pdf> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
5. AES and DES Encryption with GPU. Brandon P. Luken, Ming Ouyang, and Ahmed H. Desoky. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:-V7IGFJOqIYJ:bioinformatics.louisville.edu/ouyang/Luken-Ouyang-Desoky-PDCCS2009.pdf+AES+and+DES+Encryption+with+GPU&> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
6. Harrison O., Waldron J. Efficient Acceleration of Asymmetric Cryptography on Graphics Hardware [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cs.tcd.ie/~harrisoo/publications/PKOnGPU.pdf> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
7. Руководящий документ. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения (Утверждено решением председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.).
8. КриптоПро eToken CSP [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.aladdin.ru/catalog/etoken/models/crypto_pro_etoken_csp/ – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
9. Поддержка российских криптоалгоритмов в OpenSSL [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cryptocom.ru/OpenSource/OpenSSL_rus.html – свободный (дата обращения: 01.08.2010).
10. Recommendation for Block Cipher Modes of Operation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-38a/sp800-38a.pdf> – свободный (дата обращения: 01.08.2010).

ОБЪЕДИНЕНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ В ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО

А.А. Майнагашев, Е.А. Катаев, Д.И. Цой

Информация на сегодняшний момент является самым главным экономическим ресурсом предприятия. Этот ресурс необходимо обеспечивать средствами его обработки передачи и хранения, что объединяет термин «информационное пространство предприятия».

Информационное пространство (ИП) – это совокупность информационных ресурсов, структурированных и взаимодействующих между собой для создания среды наполненной информацией и обеспечения деятельности человека [1, 2].

На предприятии, которое имеет распределенную структуру, ИП обеспечивается каналами передачи данных, в качестве которых чаще всего используются компьютерные сети.

В случае если предприятие начинает расширяться, то появляется необходимость в объединении новых информационных ресурсов с существующим ИП. В данной статье рассматривается объединение нескольких сетей как одного из примеров расширения информационного пространства предприятия.

В условиях, когда отдельные филиалы имеют разный тип подключения, сеть становится разделенной на сегменты или части. Возникает задача объединения этих сегментов в единую корпоративную сеть. Решение поставленной задачи осуществляется с минимальной адаптацией существующих программно-аппаратных комплексов ИП [3]:

1. Определение технических возможностей реализации.
2. Создание модели работы сегмента в составе единой корпоративной сети.
3. Выбор поставщика услуг – сравнение рынка провайдеров и выбор наиболее оптимального варианта.
4. Техническая реализация.
5. Создание организационной базы.

В Муниципальной информационной библиотечной системе города Томска эта задача решалась в процессе подключения трех библиотек к единой корпоративной сети.

Особенности используемых средств и ресурсов зависят от провайдера. Выбор осуществлялся из следующих вариантов:

1. Использование Adsl-модема. Плюсами этого варианта является скорость передачи данных, которая составляет 8 Мбит/с. Однако зависимость от телефонной линии является недостатком данного решения.
2. Организация беспроводной связи. В данном случае плюсом являются независимость от работы городских телефонных сетей и простота обслуживания. Минусом является относительно высокая стоимость подключения.
3. Подключение к выделенной оптоволоконной линии. Плюсы здесь очевидны, однако есть и ограничение – не везде возможна прокладка кабеля.

В результате оптимальным решением стало подключение с помощью беспроводной связи, так как скорость передачи достаточна для функционирования структурного подразделения, а независимость от расположения позволит подключить точки, размещенные за городом.

Модель функционирования сегмента в составе единой корпоративной сети представлена на рис. 1.

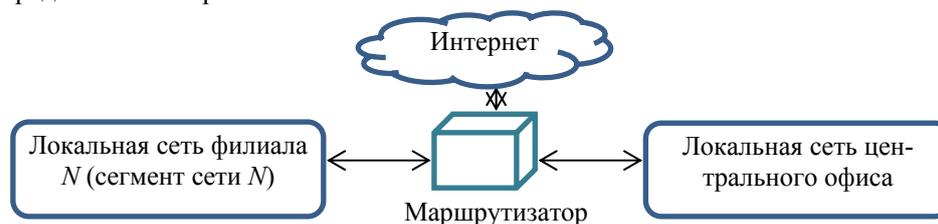


Рис. 1. Модель функционирования сегмента сети

В модели маршрутизатор контролирует потоки данных, выполняет разграничение доступа отдельных сегментов сети к ресурсам центрального офиса.

Организационные меры для обеспечения функционирования сегмента в составе корпоративной сети включают в себя – ознакомление персонала с положениями о компьютерной сети, о безопасности использования ресурсов предприятия и прочими инструкциями.

В конечном итоге полученная единая мультисервисная сеть будет дополнять информационное пространство предприятия, способствуя более эффективной его работе.

Литература

1. Берестова Т.Ф. Библиотека как элемент информационного пространства (к разработке концепции) // Библиотекведение. 2004. № 6. С. 43–51.
2. Гирич В.Л., Чуприна В.Н. Глобальное информационное пространство и проблема доступа к мировым информационным ресурсам / Национальная библиотека Украины им. В.И. Вернадского. Киев, Украина, 2005.
3. Ершова Т.Б. Организационные аспекты создания единого информационного пространства предприятия // Транспортное дело России. 2009. №2.

УДК 621.317, 621.383

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ НАПЫЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

А.А. Соловьев, В.И. Иордан, А.И. Постоев

Приведены структурные схемы автоматизированного оптоэлектронного комплекса для измерения распределенных температурно-скоростных параметров процессов напыления порошковых покрытий и его основных подсистем, а также изложены принципы их работы. Приведены структурные схемы оптико-электронных устройств, позволяющих имитировать тепловое излучение потоков частиц с заданными распределениями скоростей и температур, и предназначенных для тестирования пирометрических измерительных комплексов.

Ключевые слова: измерение, фотоприемник, напыление покрытий, температура, скорость.

В настоящее время для гетерогенной плазмохимии и физического материаловедения большой интерес представляют такие наукоемкие технологии, как плазменное, детонационно-газовое, газопламенное напыление покрытий с помощью микрокапель расплавов различных порошковых материалов [1]. В области оптических методов анемометрии и методов спектральной пирометрии быстропротекающих многофазных потоков частиц, использующихся при напылении порошковых покрытий, широко применяются оптико-электронные преобразователи сигналов в виде линейных и матричных фотоприемников. В работах [2–3] апробированы методы, использующие линейные фотоприемники для регистрации интенсивности и интегрального спектра теплового излучения частиц в различных сечениях гетерогенного потока при напылении покрытий. Для тестиро-

вания систем измерения разработаны специальные устройства – управляемые имитаторы теплового излучения потока частиц, которые позволяют имитировать тестовые распределения частиц по скоростям и температурам.

Автоматизированный оптоэлектронный измерительный комплекс и принцип его работы

В состав автоматизированного оптоэлектронного комплекса для измерения распределенных температурно-скоростных параметров процессов напыления порошковых покрытий (АОЭК) входят 2 основные аппаратные подсистемы: регистратор спектра теплового излучения и регистратор интенсивности излучения (рис. 1, а). Излучение от плазменного потока подается на вход обеих подсистем, при этом регистратор интенсивности излучения осуществляет сбор данных в нескольких измерительных сечениях плазменного потока. Функционально большая часть вычислений производится на базе персонального компьютера (ПК), а измерительные подсистемы отвечают за сбор данных и их первичную математическую обработку.

Подсистема регистрации интенсивности излучения

На рис. 1, б представлена структурная схема подсистемы регистрации интенсивности излучения. Инфракрасное излучение от объекта попадает на фотоприемник (ФП), который преобразует оптический сигнал в напряжение или ток. Электрический сигнал с выхода ФП поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) через схему согласования, в которой происходит первичное аналоговое шумоподавление и линейное масштабирование сигнала, чтобы максимально использовать динамический диапазон АЦП. Внешний высокостабильный источник опорного напряжения (ИОН) необходим для того, чтобы обеспечить максимальную точность аналого-цифрового преобразования.

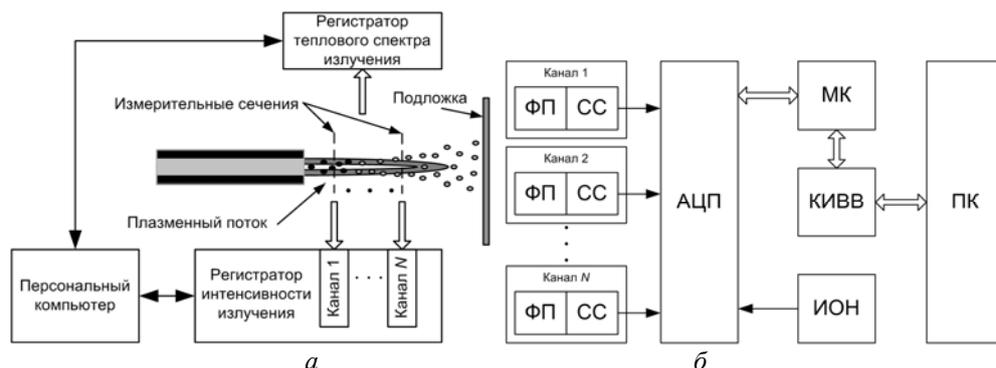


Рис. 1. структурная схема АОЭК – а; структурная схема подсистемы регистрации интенсивности теплового излучения – б

Микроконтроллер (МК) считывает данные с АЦП и производит их первичную обработку, затем передает их в ПК через контроллер интерфейса ввода-вывода (КИВВ). Первичная обработка заключается в нормировке отсчетов сигнала согласно калибровочной таблице, которая хранится в ПЗУ МК. Также сигнал может быть пропущен через КИХ-, гауссовский или линейный фильтр, коэффициенты которого загружаются в МК от ПК при инициализации.

Подсистема регистрации спектра теплового излучения

В основе подсистемы регистрации спектра используется многоэлементный линейный фотоприемник с переносом заряда, установленный фокальной плоско-

сти дисперсионного устройства, которое разлагает входное тепловое излучение от плазменной струи, сфокусированное на входной щели, в непрерывный спектр. Управление временем накопления, тактовой частотой опроса фотоприемника и преобразование видеосигнала в цифровую форму для ввода в компьютер осуществляется измерительным модулем, который более подробно описан в работе [3].

Опико-электронные имитаторы для тестирования измерительных подсистем комплекса

Имитатор быстропротекающего импульсного гетерогенного потока частиц (ИБИГПЧ) используется при проведении экспериментов по тестированию системы измерения скорости. ИБИГПЧ управляет процессом последовательного зажигания и гашения миниатюрных ламп накаливания, сгруппированных в виде линейки, имитируя тем самым движение потока частиц (рис. 2, а).

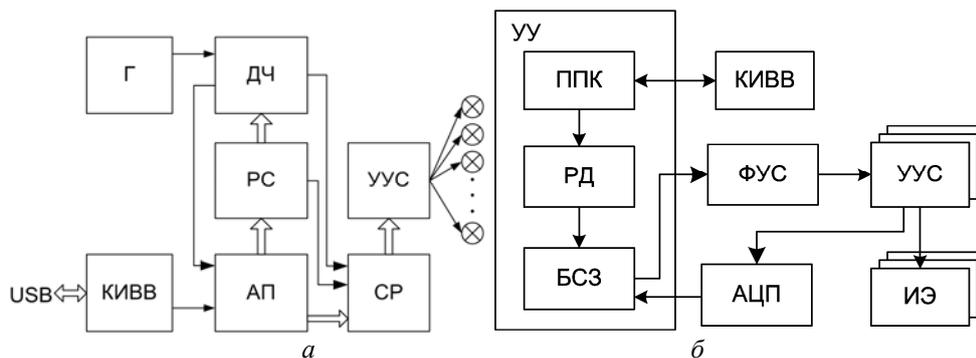


Рис. 2. Структурно-функциональные схемы: а – ИБИГПЧ; б – ОЭИТИ

В состав ИБИГПЧ входит КИВВ, который осуществляет связь ПК. Асинхронный приемник (АП) получает данные от КИВВ и записывает их в регистр состояния (РС) и в сдвиговый регистр (СР). В РС хранится управляющее слово, определяющее коэффициент деления для делителя частоты (ДЧ). Сигнал тактирования СР определяет имитируемую скорость потока частиц. Параллельный выход СР подключен к усилителю управляющих сигналов (УУС). Таким образом, лампы зажигаются и гаснут последовательно, за счет чего создается эффект перемещения группы частиц.

Для тестирования и проведения сквозного физического эксперимента подсистемы регистрации спектра используется опико-электронный имитатор теплового излучения (ОЭИТИ), по тепловому спектру излучения которого с заданным тестовым температурным распределением производится восстановление температурного распределения, подобное заданному тестовому распределению (см. рис. 1, б).

Устройство управления (УУ) принимает данные от ПК посредством КИВВ, затем через приемник последовательного кода (ППК) происходит запись в регистр данных (РД). Блок сравнения и записи (БСЗ) корректирует значения скважности ШИМ-сигнала за счет сравнения данных от АЦП с эталонными значениями и записывает результирующие значения скважности в формирователь управляющих сигналов (ФУС), который формирует сигналы, определяющие интенсивность излучающих элементов (ИЭ). Сигналы от ФУС поступают на УУС, а далее на ИЭ. Для обратной связи с УУС снимаются напряжения, пропорциональные току через ИЭ, и подаются на входы АЦП.

Заключение

Рассмотренные в настоящей статье оптико-электронные методы измерения температурно-скоростных параметров частиц при напылении защитных покрытий и способы их тестирования способствуют совершенствованию самих методов измерения температурно-скоростных параметров столь сложных быстропротекающих процессов, а также они позволяют повысить надежность и точность этих измерений.

Литература

1. Солоненко О.П. Высокоэнергетические процессы обработки материалов / О.П. Солоненко, А.П. Алхимов, В.В. Марусин и др. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 425 с. (Низкотемпературная плазма. Т. 18).
2. Соловьев А.А. Измерение скорости волнового фронта быстропротекающих процессов многоканальным пироэлектрическим детектором / А.А. Соловьев, В.И. Иордан // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. 2009. № 4(88). С. 158–167.
3. Иордан В.И. Редукция температурного распределения частиц гетерогенных потоков методом «обращения» их интегрального теплового спектра / В.И. Иордан, А.А. Соловьев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. 2010. № 2(98). С. 85–95.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SERVICE DESK В РАБОТЕ ОТДЕЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БИБЛИОТЕКАХ

Д.И. Цой, Е.А. Катаев, А.А. Майнагашев

Service Desk – представляет собой информационную систему технической поддержки клиентов (как внешних в условиях аутсорсинга, так и внутренних) на базе отдела информационных технологий (ИТ-отдела), обеспечивающую его качественную и эффективную работу.

Один из примеров организации Service Desk приведен на рис. 1.

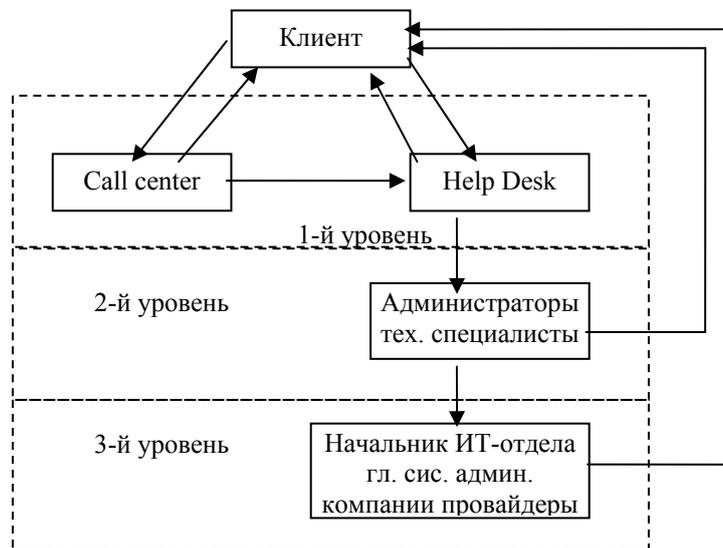


Рис. 1. Схема Service Desk

В данном примере клиент обращается в Call-центр такими средствами, как обмен мгновенными сообщениями, электронная почта, телефон, факс и другие средства коммуникации.

Далее заявленная проблема разрешается Call-центром либо передается на второй уровень посредством Help Desk. Help Desk – это корпоративный портал или сайт, предназначенный для приема и передачи заявок от клиентов к системным администраторам. Используя Help Desk, клиент может обратиться напрямую ко второму уровню технической поддержки. Возможно также, что клиент найдет решение своей проблемы при помощи инструментов Help Desk.

После поступления системному администратору заявка либо находит свое решение, либо переходит на третий уровень.

Данные о стадии решения проблемы, поставленных сроках поступают в HelpDesk.

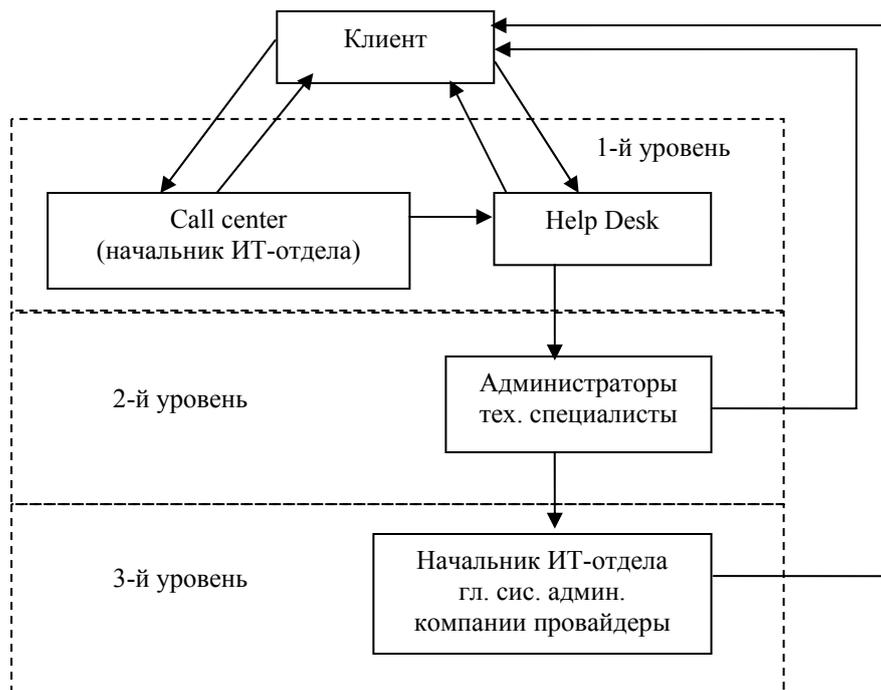


Рис. 2. Схема Service Desk муниципальных библиотек г. Томска.

Роль Call-центра выполняет начальник ИТ-отдела

Данной моделью обеспечиваются положительные стороны:

1. Единая точка доступа клиентов к поставщику услуг.
2. Избежание потери заявок или их некорректности.
3. Стандартный способ выдачи заявок сотрудникам ИТ-отдела.
4. Распределение заявок по приоритетности и по уровню технических знаний необходимых для отыскания решения.
5. Контроль сроков, стадии, материальных затрат и прочего как со стороны клиента, так и со стороны начальника отдела.
6. Ведение единой базы знаний по ранее решенным проблемам, что позволяет ускорить выполнение однотипных заявок.

7. Мониторинг качества работы ИТ-отдела в целом и отдельных его сотрудников.

8. Мониторинг состава заявок для определения «слабых звеньев» информационной системы.

Также присутствуют и отрицательные стороны использования Service Desk. На ранней стадии внедрения данной концепции, срок заявки может не уменьшиться, а, наоборот, увеличиться, т.к. всегда существует время адаптации к новой системе. Также эффективности от внедрения может не быть, если ИТ-отдел изначально плохо организован.

На практике в библиотеках г. Томска как распределенной системе обработки хранения данных реализована следующая схема работы Service Desk.

За каждым системным администратором закреплено несколько библиотек. Заявки, поступившие в Help Desk через Web-интерфейс, автоматически распределяются между системными администраторами. Каждый системный администратор обслуживает библиотеки, закрепленные за ним. Этот признак и используется при автоматическом распределении.

Далее специалист устанавливает сроки устранения проблемы, которые могут контролировать через Help Desk начальник ИТ-отдела и авторы заявок. Также возможна передача проблемы на третий уровень, где запрос будет адресован службам технической поддержки компаний, предоставляющим услуги (компаний–провайдеры) Интернета, телефонии и др.

В качестве Help Desk используется GLPI – бесплатное программное обеспечение, позволяющие принимать и обрабатывать заявки, вести базу знаний, а также вести учет имеющейся техники.

Используя Service Desk в библиотеках г. Томска, мы получили следующие результаты:

- 1) автоматизированная выдача заявок;
- 2) регистрация всех заявок, доступная для контроля начальнику ИТ-отдела и авторам заявок;
- 3) гибкие возможности в области учета техники, оперативное внесение данных об изменениях в системе;
- 4) наличие единой базы знаний как средства обмена опытом.

Литература

1. Электронный ресурс «Википедия». Статья «Служба технической поддержки». Язык: русский. Режим доступа [свободный]: http://ru.wikipedia.org/wiki/Service_Desk
2. Электронный ресурс «ITSM online». Статья «Системы Helpdesk (Service Desk)». Язык русский. Режим доступа [свободный]: <http://www.itsmonline.ru/helpdesk/>
3. Электронный ресурс «Computer-Aided Software Engineering Club». Статья «Что такое Naumen Service Desk?». Автор С. Трофимов. Язык русский. Режим доступа [свободный]: <http://www.caseclub.ru/articles/nservice.html>

ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Председатель – Пустынский Иван Николаевич, зав. каф. ТУ, д.т.н., проф.

УДК 621.397.13

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ОТКАЗАМ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

А.Н. Иванов, В.Б. Иванов

Рассматривается комплекс мер по обеспечению отказоустойчивости цифровых сетей телевизионного вещания на основе технических средств дистанционного контроля, автоматического резервирования технологического оборудования и каналов передачи.

Ключевые слова: цифровые сети, телевидение, ретранслятор.

Эффективность работы сети определяется не только многообразием ТВ- и РВ-программ, степенью охвата населения услугами телевизионного вещания, но и качеством предоставления этих услуг. Точная оценка надёжности цифровой системы и применение современных методов реализации отказоустойчивости являются неотъемлемой частью проекта любой телекоммуникационной системы. Пренебрежение данными расчётами на этапах проектирования и строительства сети цифрового телевизионного вещания неизбежно приведет:

- к низкой эффективности её работы;
- экспоненциальному росту расходов на её эксплуатацию;
- снижению качества услуг, предоставляемых населению;
- неизбежности возникновения случайных отказов всей сети или её отдельных сегментов.

Поэтому решающим фактором, определяющим эффективность работы сети цифрового телевизионного вещания, является её устойчивость к отказам.

Отказоустойчивость – это свойство системы сохранять свою работоспособность при возникновении отказов отдельных элементов или узлов [1]. Применение элементов или узлов, имеющих высокую надёжность, не гарантирует работоспособность сложных систем, поэтому устойчивость к отказам является основным свойством всех телекоммуникационных сетей [2]. Отказоустойчивость систем достигается комплексным применением различных видов избыточности:

1. Аппаратная избыточность. Данный вид избыточности предусматривает использование статического, динамического или гибридного резерва:

а) динамический резерв применяют на обслуживаемых ретрансляторах, где персонал может восстанавливать работоспособность резервного оборудования по мере необходимости, без перерыва вещания;

б) гибридный резерв больше подходит для необслуживаемых (труднодоступных) ретрансляторов, где замена или восстановление резерва возможны только в плановом порядке (когда появляется возможность доставки резерва).

2. Информационная избыточность. Данный вид избыточности активно используется во всех цифровых системах. Он подразумевает:

- а) применение резервирования и защиты важной информации;
- б) защиту от сбоев и ошибок, несанкционированного и неквалифицированного использования (man-made faults);
- в) помехоустойчивое кодирование с обнаружением и восстановление повреждённой информации;
- г) мониторинг, самодиагностику системы.

3. Временная избыточность подразумевает использование дополнительных временных (вычислительных) затрат при возникновении сбоя или неисправности.

Отказоустойчивость центров формирования мультиплексов

Надёжность технических средств центров формирования мультиплексов федеральных, региональных и местных программ определяет работу всей сети цифрового телевизионного вещания (рис. 1). Поэтому при проектировании данных центров особое внимание следует уделить следующим вопросам:

1. Обеспечить «горячее» резервирование по схеме 1×1 следующего оборудования: мультиплексоров (ремultipлексоров) и скремблеров СУД, инкапсуляторов и MIP-инсёртеров, модуляторов, для DVB-S повышающих конвертеров BUC и усилителей мощности SSPA. При формировании нескольких мультиплексов в одном центре (в том числе формирование дублей) необходимо дополнительное «скользящий» резерв для подмены неисправного резерва на время ремонта.

2. Обеспечить «скользящее» резервирование кодеров РВ- и ТВ-программ, цифровых (SDI) или аналоговых линий подачи программ, IP-DVB шлюзов. Для этого необходимо использовать унифицированные (одинаковые) кодеры, на каждые два основных кодера ТВ- и РВ-программ необходим один «скользящий» резерв.

3. Для автоматизированного управления резервом необходимы:

- а) коммутаторы цифровых (SDI) или аналоговых линий подачи программ на входе кодеров;
- б) коммутаторы цифровых DVB-ASI сигналов на входе мультиплексоров (ремultipлексоров);
- в) надёжный сервер управления резервом с комплектом приёмников-декодеров для обратного контроля.

4. Для осуществления объективного контроля формирования и передачи мультиплекса чрезвычайно важно обеспечить центры средствами измерения и оперативного контроля:

- а) анализаторами транспортного потока (1 анализатор с входом ASI на 1 мультиплекс);
- б) профессиональными анализаторами спектра, с возможностью измерения MER (1 анализатор на 1 канал);
- в) полиэкранный процессор (1 полиэкранный процессор на 1 мультиплекс) с аналоговыми (видео/аудио) и цифровыми (SDI) входами, в комплекте с ЖК-панелями для визуального контроля ТВ- и РВ-программ мультиплекса, для фиксации сбоев в работе кодеров и мультиплексоров, искажений входных сигналов.

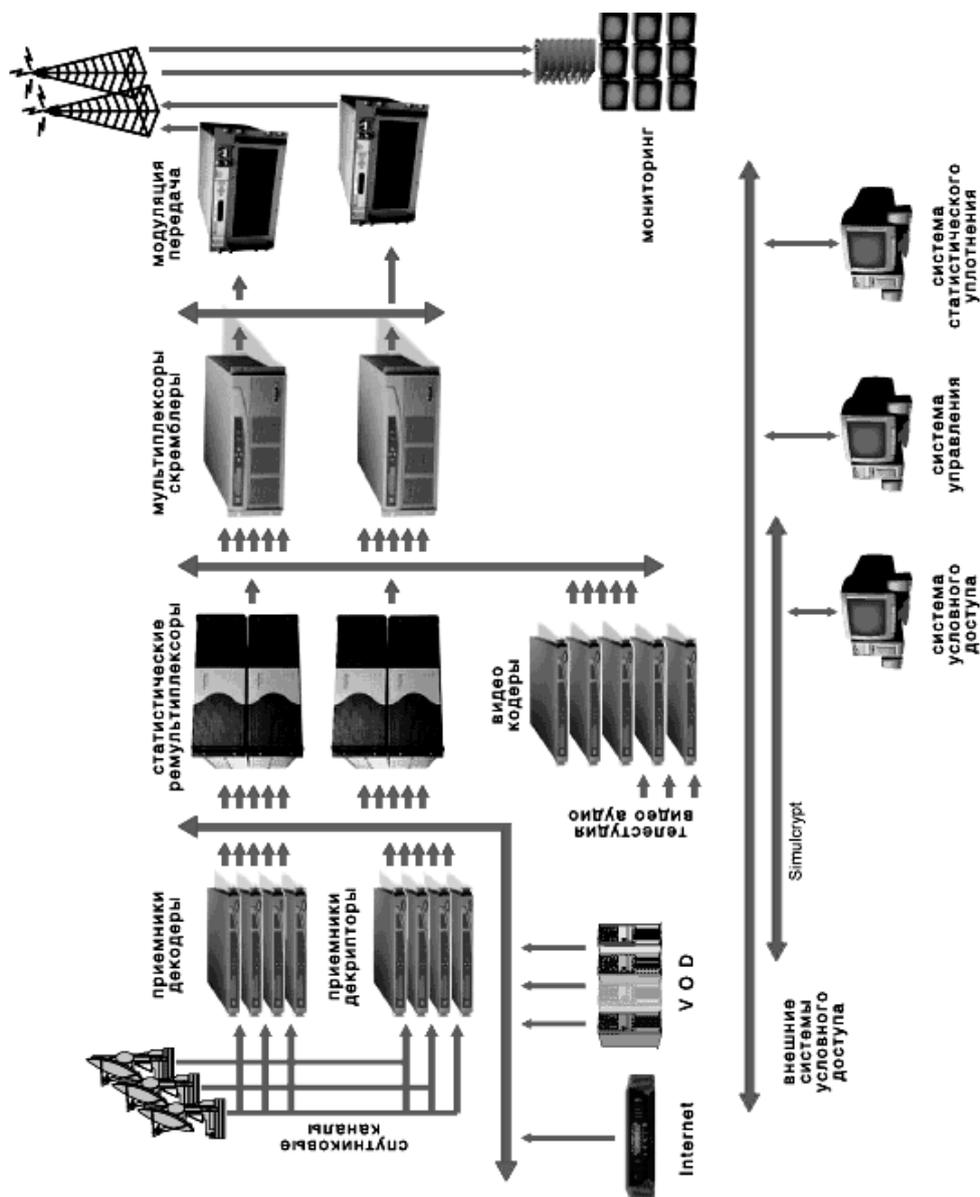


Рис. 1. Обобщённая структурная схема центра формирования мультиплекса (составлена Syrus Systems)

Сети первичного распределения ТВ- и РВ-программ

Надёжная работа сети первичного распределения ТВ- и РВ-программ является залогом бесперебойной работы сети телевизионного вещания. В качестве сетей первичного распределения используются: аналоговые и цифровые кабельные линии, ВОЛС, радиорелейные линии и спутниковые каналы передачи. Для увеличения эффективности резервирования данных сетей необходимо учитывать:

1) сети должны иметь разный тип или среду распространения сигнала. Например, ВОЛС хорошо резервируется спутниковым каналом;

2) сети должны обслуживаться разными операторами. Например, спутниковые каналы ФГУП «Космическая связь» на ИСЗ «Экспресс-АМЗ3» 96,5°E хорошо резервируются каналами ОАО «Газпром. Космические системы» на ИСЗ «Бонум-1» 90°E;

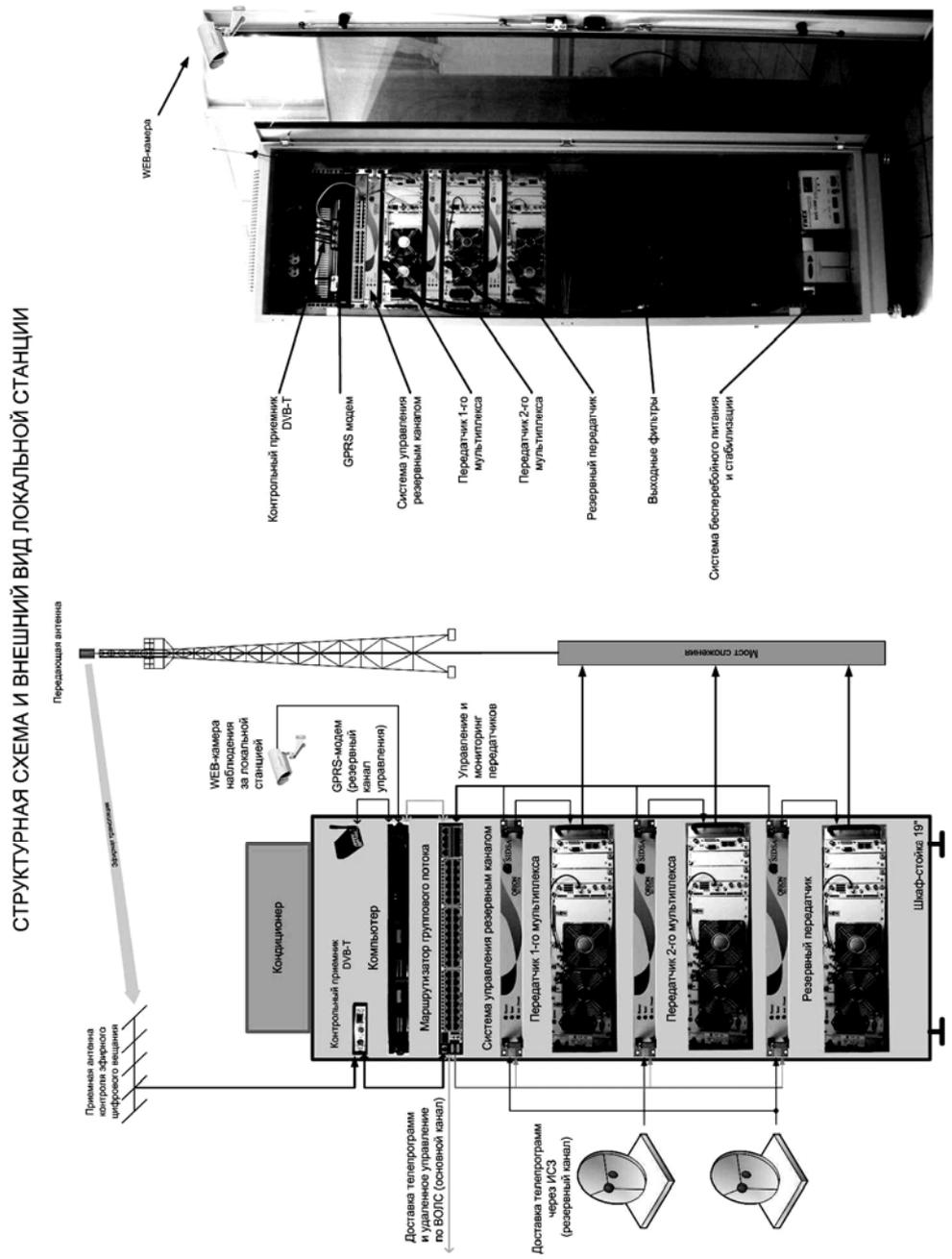


Рис. 2. Структурная схема необслуживаемого ретранслятора 1-го и 2-го мультиплекса (составлен А.Д. Михх)

3) качественные показатели основной и резервной сети должны быть сопоставимы, для того чтобы резервирование не приводило к ухудшению качества вещания;

4) переход с основной на резервную сеть должен производиться с помощью минимума переключений и настроек оборудования.

Отказоустойчивость обслуживаемых ретрансляторов

Обслуживаемые ретрансляторы мощностью от 100 Вт и выше характеризуются наличием обслуживающего персонала, способного выполнить замену и ремонт резервного оборудования. При строительстве данного ретранслятора необходимо обеспечить (рис. 2):

1) «скользящее» резервирование аналоговых или цифровых передатчиков. Для этого на каждую пару передатчиков необходим один резервный передатчик с возможностью быстрой смены ТВК. Коммутация входных и выходных сигналов осуществляется с помощью устройства резервирования;

2) «скользящее» резервирование приёмников-декодеров. Для этого на каждую пару IRD необходим один резервный приёмник-декодер (для QPSK приёмная антенна). Коммутация входных и выходных сигналов осуществляется с помощью устройства резервирования.

Отказоустойчивость необслуживаемых ретрансляторов

Необслуживаемые ретрансляторы мощностью от 1 до 100 Вт характеризуются отсутствием обслуживающего персонала, замена или ремонт резервного оборудования могут производиться в плановом порядке. За один раз обслуживаются ретрансляторы одного направления.

Заключение

Соблюдение перечисленных выше мер позволяет достичь достаточно высокого уровня отказоустойчивости цифровых сетей телевизионного вещания. Настораживает тот факт, что государственные и коммерческие телерадиокомпании не желают оплачивать расходы на обеспечение отказоустойчивости сети телерадиовещания. Этому способствует:

1) непродуманная тарифная политика федерального оператора связи ФГУП «РТРС». Тарифы не связаны с показателями эффективности работы сети, работа ретрансляторов с резервом никак не оплачивается;

2) недалёковидное стремление государственных и коммерческих телерадиокомпаний развивать сети только в количественном отношении, при этом качество вещания их интересует мало.

Указанные тенденции могут привести к тому, что при переходе на цифровое эфирное вещание DVB-T с текущим качеством предоставляемых услуг увеличится количество жалоб от населения. Это связано с тем, что каждый цифровой ретранслятор будет обеспечивать вещание пакета программ (1 мультиплекс: 8 ТВ-программ и 3 РВ-программы), а не одной программы. Поэтому при отказе ретранслятора население будет лишено возможности принимать какие-либо программы данного мультиплекса.

Литература

1. Авиженис А. Отказоустойчивость – свойство, обеспечивающее постоянную работоспособность цифровых систем // ТИИЭР. 1978. Т. 66, №10.
2. Левин Б.Р. Теория надёжности радиотехнических систем (математические основы): учеб. пособие для вузов. М.: Сов. радио, 1978. 264 с.
3. Опыт строительства и эксплуатации сети цифрового телевидения в Свердловской области / А.Д. Михх // Матер. конф. 2009. Февраль. 28 слайдов.

4. Телевизионная техника: Справочник / под ред. Ю.Б. Зубарева и Г.Л. Глоризо-ва. М.: Радио и связь, 1994. 312 с.
5. Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. М.: Компания Сайрус Системс, 2001. 446 с.
6. Омелянюк И.В. Цифровое эфирное телевидение. Практика, новые направле-ния развития цифрового эфирного телевидения и создания цифровых эфирных теле-сетей. СПб.: Телеспутник, 2010. 152 с.

УДК 621.397.6:004.94

ОБРАБОТКА МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОСИСТЕМАХ С ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ТЕЛЕВИЗИОННЫМИ ДАТЧИКАМИ

М.И. Курячий, А.Г. Костевич, И.В. Гальчук

Рассматривается обработка малоразмерных объектов на последовательности телевизионных изображений в видеосистемах при использовании высоко-чувствительных телевизионных датчиков с электронно-оптическими преоб-разователями.

Ключевые слова: ранговый алгоритм, малоразмерный объект, цифровая об-работка изображений, телевизионный датчик, видеосистема, ранговый алго-ритм, сцинтилляция.

Широкое применение телевизионных средств при сопровождении аэрокос-мических, транспортных и других подвижных объектов подразумевает решение задачи выделения изображения объектов, перемещающихся в условиях естествен-ных и искусственных помех. Подобная задача возникает также при анализе изо-бражений различного происхождения (телевизионных, радиолокационных, рент-геновских, тепловизионных и т.п.) с целью выделения малоразмерных объектов (МО) на сложном фоне. Задача усложняется тем, что реальные фоновые образо-вания содержат перепады яркости и плохо описываются нормальным законом распределения яркостей. Кроме того, в высокочувствительных телевизионных датчиках с электронно-оптическими преобразователями можно наблюдать поме-ховые световые образования – «вспышки», или сцинтилляции, даже в отсутствие сигнала [1], которые являются следствием спонтанной эмиссии электронов фото-катодом, из-за вторичной эмиссии выбитых из микроканальной пластины ионов и электронов, а также из-за воздействия фотонов, которые не были поглощены фотокатодом. Подобные сцинтилляции – это кратковременные малоразмерные световые образования, которые необходимо устранять. Во всех описанных слу-чаях линейные процедуры обработки сигналов объектов, такие как двойное диф-ференцирование, различные аппроксимации лапласианов, оптимальные линей-ные фильтры, мало пригодны. Данные процедуры обработки дают значительный паразитный сигнал от резких перепадов яркости и угловых точек фоновых обра-зований.

В работе рассматривается сравнительно новый класс нелинейных методов выделения объектов, основанный на использовании порядковых статистик отсче-тов сигнала, а также первых и вторых разностей сигналов и их модулей в некото-рой локальной окрестности объектов [2]. Данные методы по своей сути можно назвать ранговыми методами выделения объектов.

Под ранговой обработкой данных подразумевают преобразование набора отсчетов сигнала в вариационный ряд (ВР), в котором отсчеты сигнала расставлены по значимости (значению амплитуды). Первый (минимальный) ранг в ВР чисел занимает отсчет сигнала с минимальной амплитудой. Последний (максимальный) ранг в ВР имеет отсчет сигнала с максимальной амплитудой. Наиболее часто при фильтрации сигналов из импульсных помех используются медианные фильтры, в которых реализуется процедура построения вариационного ряда и нахождения его срединного значения. Для решения задачи выделения объектов, перемещающихся на фоне с перепадами яркости, лучше подходит экстремальная фильтрация на основе порядковых статистик с минимальным и максимальным рангом. При экстремальной фильтрации текущий отсчет заменяется отсчетом сигнала из его окрестности с максимальным или минимальным значением. При этом процедуры сортировки, поиска максимума и минимума, используемые в ранговых фильтрах, достаточно просты при реализации в цифровом виде.

Построение ВР производят из набора отсчетов, полученных с помощью маски. В частном случае маска и соответствующая ей апертура A могут быть представлены в виде двумерной матрицы, один из возможных вариантов построения которой показан на рис. 1. С помощью данной маски выбираются отсчеты входного сигнала путем управления коммутатором, на вход которого подается сигнал от исходного изображения [3]. При этом лучшие результаты выделения малоразмерных объектов получаются, если для построения ВР используются не сами отсчеты сигнала, а их первые или вторые разности.

			A_3			
	A_2				A_4	
A_1			A_0			A_5
	A_8				A_6	
			A_7			

Рис. 1. Маска выбора отсчетов сигнала

Авторами исследовано, аппаратно и программно реализовано около десяти различных ранговых алгоритмов. Приведем аналитические записи некоторых из них, считая, что обрабатываемый сигнал представлен набором чисел на квадратной решетке $\{x(i, j)\}$, где (i, j) изменяются на некотором подмножестве Z^2 :

$$y_1(i, j) = f \left[R_{(1, n)} \left\{ d_k(i, j) : k \in \overline{1, n} \right\} \right], (i, j) \in Z^2,$$

$$\begin{aligned}
y_2(i,j) &= R_{(1,n)} \left\{ |d_k(i,j)| : k \in \overline{1,n} \right\}, (i,j) \in Z^2, \\
y_3(i,j) &= \text{med} \left\{ d_k(i,j) : k \in \overline{1,n} \right\}, (i,j) \in Z^2, \\
y_4(i,j) &= f \left[R_{(1, \frac{n}{2})} \left\{ g_k(i,j) : k \in \overline{1, \frac{n}{2}} \right\} \right], (i,j) \in Z^2, \\
y_5(i,j) &= R_{(1, \frac{n}{2})} \left\{ |g_k(i,j)| : k \in \overline{1, \frac{n}{2}} \right\}, (i,j) \in Z^2, \\
y_6(i,j) &= \text{med} \left\{ g_k(i,j) : k \in \overline{1, \frac{n}{2}} \right\}, (i,j) \in Z^2, \\
y_7(i,j) &= f \left[R_{(1,n)} \{d_k(i,j)\} \right] + f \left[R_{(1,n)} \{-d_k(i,j)\} : k \in \overline{1,n} \right], (i,j) \in Z^2,
\end{aligned}$$

где $R_{(s,t)} \{\cdot\}$ – оператор нахождения s -й порядковой статистики из t значений; $y(i,j)$ – отсчет выходного сигнала; $f[\cdot]$ – функция ограничения отрицательных значений. Здесь выражения для первой и второй разностей между текущим отсчетом сигнала и k -м окрестным отсчетом имеют, соответственно, следующий вид:

$$d_k(i,j) = x(i,j) - x(i+l_k, j+m_k), (l_k, m_k) \in A, k \in \overline{1,n},$$

$$g_k(i,j) = x(i,j) - 0,5[x(i+l_k, j+m_k) + x(i-l_k, j-m_k)], (l_k, m_k) \in A, k \in \overline{1, \frac{n}{2}},$$

где A – скользящая апертура, с помощью которой формируют ВР, при этом должно выполняться условие $(l_k, m_k) \in A \Rightarrow (-l_k, -m_k) \in A, (0,0) \notin A$; (l_k, m_k) – координаты k -го элемента в апертуре, $(l_{k+0,5n}, m_{k+0,5n}) = (-l_k, -m_k)$; n – число элементов в апертуре, используемых при обработке.

Динамическое изображение, получаемое при наблюдении за подвижным объектом, можно представить последовательностью статических изображений, каждое из которых представляет различные варианты взаимного расположения выделяемого объекта и фоновых образований (ФО): светлый объект на темном фоне (объект положительного контраста), темный объект на светлом фоне (объект отрицательного контраста), объект на границе ФО и объект вблизи границы фонового образования. Для удобства исследования все описанные выше ситуации объединены в одном изображении (с резкими – рис. 2, *а* и плавными – рис. 2, *б* перепадами яркости фона). Ниже приведены результаты обработки исходного изображения с резкими перепадами яркости следующими методами: рис. 3 *а* – минимум первых разностей или МПР ($y_{1,4}$); рис. 3, *б* – модифицированный минимум первых разностей или ММПР ($y_{2,5}$); рис. 3, *в* – усовершенствованный минимум первых разностей или УМПР (y_7). Результат обработки изображения с плавными перепадами методом ММПР показан на рис. 3, *г*. По результатам обработки видно, что фоновые образования с резкими перепадами яркости полностью устраняются всеми тремя методами. При обработке изображения с плавными перепадами яркости методом ММПР появляются так называемые «ложные» объекты (см. рис. 3, *г*), что объясняется использованием операции взятия модуля. Алгоритмы выделения медианы первых и вторых разностей (y_3 и y_5) позволяют выделить сигналы от объектов, имеющих как положительный, так и отрицательный контраст без изменения его полярности, т.е. достоинством использования подобных алгоритмов является неискаженное выделение сигналов от объектов. Однако при этом остаются нескомпенсированными угловые части фонового изображения, проявляющиеся в выходном сигнале в виде выбросов [4].

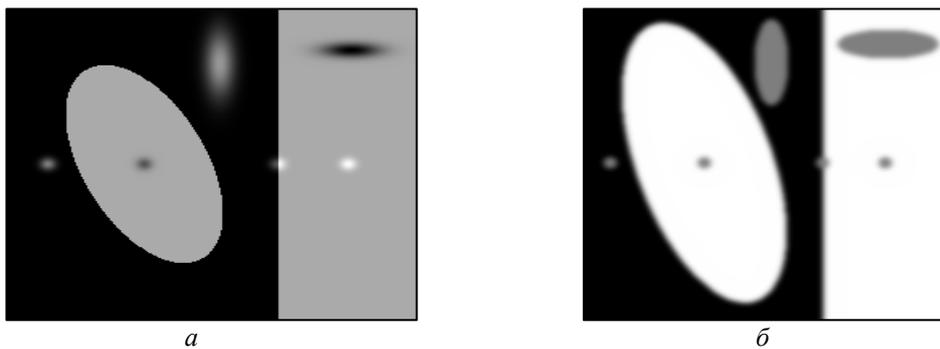


Рис. 2. Исходные изображения с резкими (*a*) и плавными (*б*) перепадами яркости фона

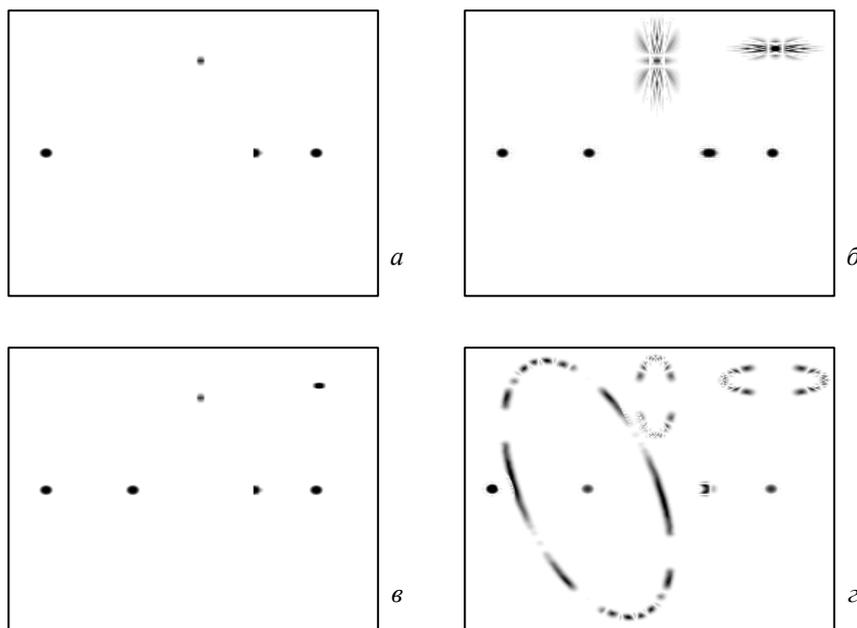


Рис. 3. Результаты ранговой обработки изображений: *a* – МПР, резкие перепады яркости на фоне; *б* – ММПР, резкие перепады яркости на фоне; *в* – УМПР, резкие перепады яркости на фоне; *г* – ММПР, плавные перепады яркости на фоне

В ходе эксперимента исследовалось также поведение алгоритмов в условиях некоррелированных гауссовых шумов при оценке координат объектов на постоянном фоне методом «центра масс». На рис. 4 приведены зависимости средне-квадратичной погрешности измерения координат гауссового объекта от его размера при отношении сигнал/шум, равном десяти. Размеры апертуры выбраны таким образом, что объекты с радиусом R от 0 до 2,5 элементов на уровне 0,606 выделялись без искажений. Из рисунка видно, что в области селекции объектов с радиусом менее 2,5 элементов определение координат происходит с меньшей погрешностью при использовании алгоритма МПР для объектов положительного контраста и алгоритма ММПР для объектов отрицательного контраста, чем при определении координат без предварительного использования этих алгоритмов. Например, при $R = 1$ элемент погрешность в определении координат без обра-

ботки равна 1,45 элемента, при обработке алгоритмом МПР она равна 0,35 элемента, а при использовании алгоритма ММПР – 0,45 элемента. Это обстоятельство свидетельствует о достаточно высокой помехоустойчивости разработанных алгоритмов [5].

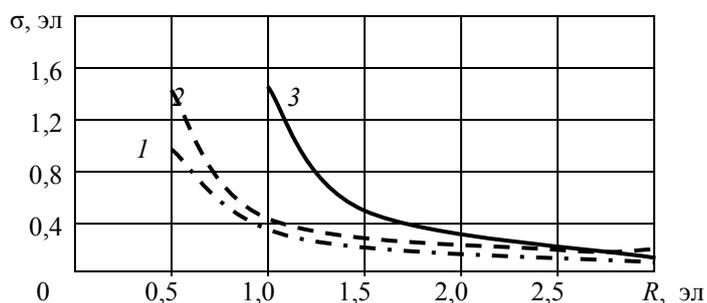


Рис. 4. Среднеквадратическая погрешность измерения координат гауссового объекта: 1 – алгоритм МПР; 2 – алгоритм ММПР; 3 – без обработки

Что касается устранения паразитных малоразмерных объектов (сцинтилляций) в телевизионных системах с высокочувствительными датчиками, то из теории цифровой обработки сигналов и изображений известно – против кратковременных явлений эффективно применение рангового медианного фильтра с достаточно длинным ВР [6].

Учитывая, что сцинтилляции имеют положительный контраст, выдвинем гипотезу, что применение межкадрового рангового минимума эффективнее аналогичной медианы, т.к. для устранения сцинтилляции алгоритму межкадрового минимума достаточно нескольких кадров, а вероятность их пространственного совпадения в соседних кадрах достаточно мала.

Для проведения эксперимента в области устранения малоразмерных объектов используем последовательности синтезированных исходных изображений, представляющих собой неоднородные случайные поля сцинтилляций, количество которых соответствует распределению Пуассона [7, 8]. На рис. 5 приведена используемая для формирования полей схема моделирования количества сцинтилляций в единицу времени для отдельной точки, где α – равномерно распределённая на интервале (0; 1) случайная величина, а $\lambda(x, y)$ – параметр Пуассона. Если $M < 0$, то сцинтилляции в данной точке нет. Если $M \geq 0$, то на заранее сформированный фон аддитивно добавляется сцинтилляция в виде двумерной гауссоиды, имитирующей функцию рассеяния точки. В данном случае синтезированные исходные изображения имеют нулевой фон, но содержат фоновые образования, которые необходимо сохранить в результате фильтрации. В процессе проведения эксперимента формируются выборка из 100 изображений для обработки, а также локальные выборки (последовательности тестовых изображений), по которым оценивается пиковое отношение сигнал/шум. Доверительную вероятность выбираем равной 0,98, а коэффициент Стьюдента равным 3,7.

Для обработки сформированных полей ранговыми алгоритмами используются точечные маски и изменяется длина ВР за счет варьирования числа кадров. В таблице приведены результаты эксперимента по оценке пикового отношения сигнал/шум с указанием доверительных интервалов. Следует отметить, что для сравнения результатов устранения сцинтилляций в эксперименте был также ис-

следован алгоритм «скользящее среднее», усредняющий информацию по нескольким соседним кадрам. На рис. 6 результаты эксперимента приведены в виде графической зависимости значений пикового отношения сигнал/шум от числа кадров, используемых при обработке (I – ранговый минимум, 2 – медиана, 3 – скользящее среднее).



Рис. 5. Формирование сцинтилляции в точке (x, y)

Зависимость значения пикового отношения сигнал/шум от числа обрабатываемых кадров

Число кадров	Ранговый минимум	Медиана	Скользящее среднее
2	$48,5 \pm 0,7$	$33,99 \pm 0,13$	$33,99 \pm 0,13$
3	$62,3 \pm 3,4$	$43,8 \pm 0,5$	$35,7 \pm 0,06$
4	$73,5 \pm 6,6$	$46,23 \pm 0,34$	$36,74 \pm 0,11$
5	$82,9 \pm 8,4$	$53,2 \pm 0,8$	$37,62 \pm 0,11$
6	$91,2 \pm 10,4$	$54,9 \pm 0,6$	$38,21 \pm 0,1$
7	$99,8 \pm 0$	$59,55 \pm 1,3$	$38,82 \pm 0,09$
8	$99,8 \pm 0$	$60,3 \pm 0,7$	$39,19 \pm 0,06$
9	$99,8 \pm 0$	$64,5 \pm 1,4$	$39,62 \pm 0,06$
10	$99,8 \pm 0$	$64,96 \pm 1,13$	$39,89 \pm 0,05$
11	$99,8 \pm 0$	$68,78 \pm 1,04$	$40,27 \pm 0,05$
12	$99,8 \pm 0$	$68,6 \pm 0,7$	$40,36 \pm 0,05$
13	$99,8 \pm 0$	$71,99 \pm 1,03$	$40,63 \pm 0,03$

По результатам эксперимента видно, что медианный фильтр удаляет сцинтилляции хуже, чем фильтр, использующий минимальный ранг. С увеличением числа кадров, используемых при обработке, качество фильтрации значительно улучшается. Такое поведение медианного фильтра связано с тем, что при малой длине вариационного ряда, например 3 членов (кадров) – достаточно всего лишь двух пространственно совпадающих сцинтилляций, чтобы их подавление не произошло. В то же время при длине вариационного ряда в 11 членов (кадров) для того же эффекта уже необходимо 6 пространственно совпадающих сцинтилляций. Следовательно, при прочих равных условиях, с ростом числа кадров, ис-

пользуемых для обработки изображений (т.е. с увеличением длины вариационного ряда), увеличивается вероятность подавления синтилляций медианным фильтром, но использование фильтра межкадрового минимума будет более эффективным.

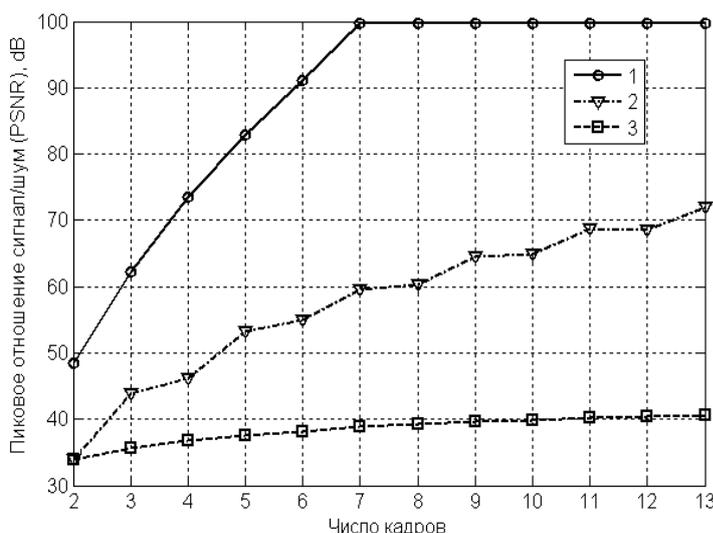


Рис. 6. Зависимость значений пикового отношения сигнал/шум от числа кадров, используемых при обработке: 1 – ранговый минимум; 2 – медиана; 3 – скользящее среднее

Таким образом, достоинством предложенных ранговых алгоритмов является более эффективное подавление сигнала от сложного фона при незначительных искажениях выделенных малоразмерных объектов по сравнению с линейными алгоритмами. Кроме того, можно рекомендовать применять ранговый алгоритм межкадрового минимума для устранения малоразмерных помеховых образований в видеосистемах при использовании высокочувствительных телевизионных датчиков с электронно-оптическими преобразователями.

Литература

1. Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений, Т. 1 / Под ред. Б. Кейзана. М.: Мир, 1978. 336 с.
2. А.с. 1702401 СССР. Устройство для обработки изображений объектов / Дмитриенко В.Л., Костевич А.Г., Курячий М.И., Ульянов В.Н. Опубл. в Б.И. 1991. № 48.
3. Казанцев Г.Д., Курячий М.И., Пустынский И.Н. Измерительное телевидение. М.: Высшая школа, 1994. 288 с.
4. Ильин А.Г., Костевич А.Г., Курьянович Е.Я., Ульянов В.Н. Сравнительная характеристика алгоритмов выделения малоразмерных объектов на сложном фоне. Деп. в ВНИИТР 24.01.87, № 21 – тр87, 13 с.
5. Ильин А.Г., Костевич А.Г., Курячий М.И. Прецизионное измерение координат объектов цифровыми телевизионными следящими системами // Изв. вузов СССР. Приборостроение. 1991. № 4. С. 64–69.
6. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Пер. с англ. М.: Техносфера, 2007. 584 с.
7. Бакунов А.О., Щукин И.В. Методы проверки статистических свойств псевдослучайных точечных изображений при испытании алгоритмов анализа структуры // Автометрия. 1984. №6. С. 53–57.
8. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Т. 3. М.: Сов. радио, 1976. 288 с.

АЛГОРИТМ ПОИСКА И ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО ЦВЕТОВЫМ ПРИЗНАКАМ

С.В. Сай, И.С. Сай

Предлагается алгоритм поиска и обнаружения объекта изображения по его цветовым признакам в системе $L^*a^*b^*$. Приводятся результаты компьютерного моделирования на примере поиска и обнаружения оттиска печати в изображении документа.

Ключевые слова: распознавание изображений, алгоритм поиска, цветовые признаки.

Описание известных алгоритмов поиска и распознавания объектов изображений достаточно хорошо представлено в литературе, например, в [1] и [2]. Обзор литературных источников показывает, что в большинстве случаев в задачах распознавания учитываются такие признаки объекта, как его геометрическая форма и распределение яркостей по площади всего объекта. В качестве критерия распознавания обычно используется среднеквадратичное отклонение. Дополнительно к основным признакам используются спектральные характеристики, числовые моменты, цветовые признаки, сегментация и др. К новейшим методам [3] обработки и распознавания изображений относятся вейвлет-анализ и фрактальное распознавание.

В настоящей работе предложен алгоритм поиска и обнаружения объекта по его цветовым признакам в колориметрической системе координат $L^*a^*b^*$.

К колориметрическим системам координат относятся: диаграмма цветности uv , равноконтрастные WUV , $W^*U^*V^*$, $L^*u^*v^*$, $L^*a^*b^*$ системы и др. Колориметрические системы координат разработаны для оценки точности цветопередачи крупных деталей изображения.

В 1976 г. МКО рекомендовала две примерно равные равноконтрастные системы: $(L^*u^*v^*)$ и $(L^*a^*b^*)$. Первая из них получена из следующих величин [4]:

$$\begin{aligned} L^* &= 25 Y^{1/3} - 16; \\ u^* &= 13L^*(u - u_o); \\ v^* &= 13L^*(v' - v'_o), \end{aligned} \quad (1)$$

где L^* – светлота и u^* , v^* – координаты цветности. Второе приблизительно равноконтрастное цветовое пространство $(L^*a^*b^*)$ получается при откладывании по взаимно перпендикулярным осям координат [1]:

$$\begin{aligned} L^* &= 116(Y/Y_o)^{1/3} - 16; \\ a^* &= 500[(X/X_o)^{1/3} - (Y/Y_o)^{1/3}]; \\ b^* &= 200[(Y/Y_o)^{1/3} - (Z/Z_o)^{1/3}]. \end{aligned} \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2) значения u_o, v_o, X_o, Y_o, Z_o соответствуют координатам опорного белого цвета при значении $Y_o = 100$. Переход от RGB сигналов основных цветов приемника к координатам стандартной системы XYZ и к координатам цветности uv осуществляется с помощью известных [4] преобразований.

К особенностям системы $L^*a^*b^*$ относится то, что координаты цветности a^* и b^* не зависят от значения светлоты. Данное обстоятельство послужило выбором

системы $L^* a^* b^*$ для решения задачи поиска и обнаружения объекта по его цветовым признакам

В задачах распознавания обычно используются изображение эталона и его признаки, по которым выполняется поиск объекта. Рассмотрим алгоритм формирования цветowych признаков эталона. На первом этапе вычисляем гистограммы распределения цветностей эталона:

$$A_i^* = N_i(a_i^*), B_i^* = N_i(b_i^*), \quad (3)$$

где число N_i определяет количество пикселей эталонного изображения, соответствующих значениям цветностей a_i^* или b_i^* . Далее находим максимальные значения гистограмм: $A_m^* = \max(A_i^*)$ и $B_m^* = \max(B_i^*)$ и соответствующие им координаты цветностей a_m^* и b_m^* .

Отметим, что при вычислении A_m^* и B_m^* может возникнуть ситуация, когда количество пикселей цветного изображения объекта будет меньше чем количества пикселей неокрашенного фона. В этом случае значения A_m^* и B_m^* будут соответствовать координатам цветности фона близким к нулю. Для исключения такой ситуации в алгоритме построения гистограмм предложено учитывать вектор цветности для каждого (x, y) пикселя изображения:

$$\Delta C_{x,y} = \sqrt{(a_{x,y}^*)^2 + (b_{x,y}^*)^2} \quad (4)$$

и вычислять гистограммы (3) при выполнении условия $\Delta C_{x,y} > \eta$. При невыполнении данного условия полагаем значения A_i^* и B_i^* равными нулю. Значение порога η обычно выбирается экспериментально и зависит от цветовых характеристик объекта.

В случае одноцветного изображения объекта гистограммы A_i^* и B_i^* представляются в виде одиночных линий и однозначно определяют его цвет. Для реальных изображений цветность объекта может изменяться в некоторых пределах относительно координат a_m^* и b_m^* . Поэтому на втором этапе алгоритма определяем диапазоны изменения координат цветности эталонного объекта по следующим выражениям:

$$\begin{aligned} \text{if}((A_i^* = pA_m^*) \text{and}(i < m)) a_{\min}^* = a_i^*; \text{if}((A_i^* = pA_m^*) \text{and}(i > m)) a_{\max}^* = a_i^*; \\ \text{if}((B_i^* = pB_m^*) \text{and}(i < m)) b_{\min}^* = b_i^*; \text{if}((B_i^* = pB_m^*) \text{and}(i > m)) b_{\max}^* = b_i^*, \end{aligned}$$

где значение p определяет минимальное количество пикселей с координатами цветностей (a_{\min}^*, a_{\max}^*) и (b_{\min}^*, b_{\max}^*) относительно максимальных значений A_m^* и B_m^* . В результате получаем цветные признаки объекта в виде значений диапазона изменений цветностей (a_{\min}^*, a_{\max}^*) и (b_{\min}^*, b_{\max}^*) .

Рассмотрим алгоритм поиска и обнаружения объекта по его цветовым признакам на примере поиска оттиска печати в изображении документа. На рис. 1 показан пример эталонного изображения оттиска печати и гистограммы распределения цветностей. Отметим, что при построении графика гистограмм координаты цветностей смещены на 100, что соответствует опорному белому цвету. Значение вектора цветности выбрано $\Delta C_{x,y} \geq 10$.

При поиске оттиска печати на первом этапе исключаем из анализа все пиксели изображения документа, для которых $\Delta C_{x,y} < \eta$, и оставляем так называе-

мые «точки интереса». Далее для каждой точки интереса вычисляем координаты цветности и проверяем следующее условие:

$$(a_{\min}^* \leq a_{x,y}^* \leq a_{\max}^*) = \text{true}; \text{ and } (b_{\min}^* \leq b_{x,y}^* \leq b_{\max}^*) = \text{true}. \quad (5)$$

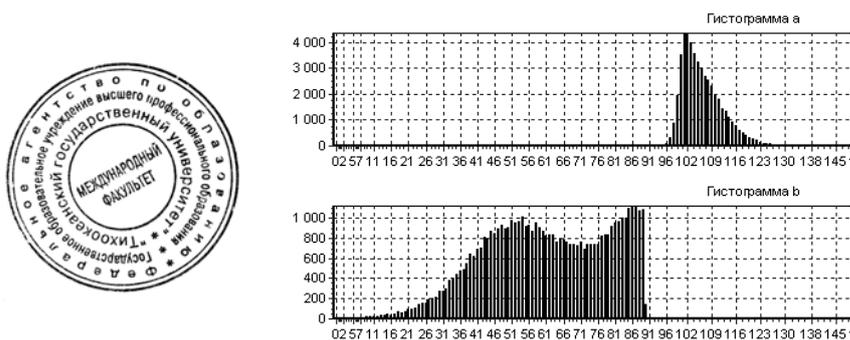


Рис. 1. Изображение оттиска печати и гистограммы цветности

Если условие (5) выполняется, принимаем решение о том, что пиксель с координатами (x, y) принадлежит изображению оттиска печати. Если условие (5) не выполняется, точка исключается из анализа и заменяется фоновой точкой. На рис. 2 слева показан фрагмент документа с изображением оттиска печати. Справа показан тот же фрагмент после выполнения алгоритма поиска и обнаружения объекта по цветовым признакам.

Из рис. 2 видно, что разработанный алгоритм позволяет не только выделять печать в изображении документа, но и выполняет предварительную фильтрацию объекта от посторонних точек. В частности, из изображения оттиска печати удалены точки, которые относятся к подписи. Данный факт позволяет повысить эффективность следующих этапов распознавания и идентификации объекта изображения по другим признакам [5].

предоставить предложения
знат Международного факульт

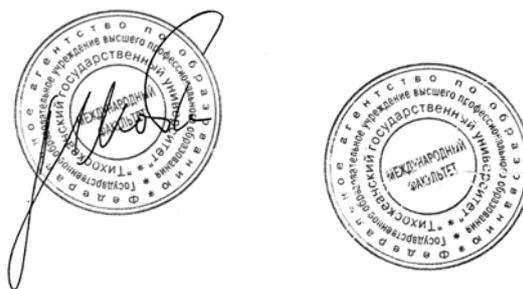


Рис. 2. Фрагмент изображения документа

Литература

1. Pratt W.K. Digital Image Processing / Wiley, 2001.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
3. Новейшие методы обработки изображений / под ред. А.А. Потапова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 496 с.
4. Новаковский С.В. Цвет в цветном телевидении. М.: Радио и связь, 1988. 288 с.
5. Сай И.С. Эффективность алгоритмов поиска оттиска печати в изображении документа // Вестник ТОГУ. 2009. №4(15). С. 53–60.

ВСТРАИВАЕМАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ*Д.В. Тутов*

Представлена встраиваемая оптико-электронная система, обеспечивающая анализ видеоданных, расширение и изменение её функциональных возможностей, которая может быть применена для решения различных задач автоматизированного наблюдения и контроля заданной территории и объектов.

Ключевые слова: интеллектуальные системы управления, распознавание, схема, модуль, видеокамера.

Современный этап развития методов и средств автоматизированного управления техническими и организационно-техническими системами характеризуется тенденцией алгоритмической, схемотехнической, конструктивно-технологической интеграции средств и объектов управления, что объективно обуславливает создание так называемых встраиваемых систем. Указанная тенденция характерна и для развития робототехнических систем (РТС), поскольку область применения этих систем существенно расширяется.

Специфика создания автоматизированных РТС предполагает проектирование элементов, имеющих относительную простоту аппаратно-программной реализации, высокую надежность функционирования, минимизацию массогабаритных, энергетических, стоимостных и других показателей, способных к конструктивному объединению и обладающих возможностью адаптации к управлению в условиях неопределенности. Таким образом, можно констатировать, что создание автоматизированных РТС согласуется с проблемной областью синтеза встраиваемых интеллектуальных систем управления (ВИСУ). В связи с этим целью работы является разработка встраиваемой оптико-электронной системы видеонаблюдения.

Основными функциями интеллектуальных систем видеонаблюдения, как правило, являются запись всей поступающей видеоинформации без какой-либо обработки на ПЭВМ, или запись только кадров, соответствующих движению объекта заданного размера. Существенные недостатки систем видеонаблюдения заключаются в сложности поиска конкретного события в общем объеме ранее записанных видеоданных и использования хранилищ данных большого объема, необходимости постоянного наблюдения за обстановкой на видеодисплее, сложности (а иногда и невозможности) перестройки системы под решение другой задачи.

ВИСУ решают задачи простоты использования, дешевизны, надежности встраиваемых систем и пригодности для реализации сложных алгоритмов интеллектуального управления [1].

Предлагаемая оптико-электронная система построена по модульному принципу на основе архитектуры «Евромеханика 19», системной шины CompactPCI и модулям в форм-факторе 3U, обеспечивающим быстрое реконfigurирование ее под решение различных задач путем замены или добавления необходимого аппаратного или программного модуля, и отличается от известных возможностью интеллектуального анализа поступающих видеоданных, под которым понимаются адаптивная коррекция помех и погрешностей изображения при различных условиях работы системы, возможность обнаружения (распознавания) заданных

объектов и событий, получение детализированных изображений заданных объектов (рис. 1).

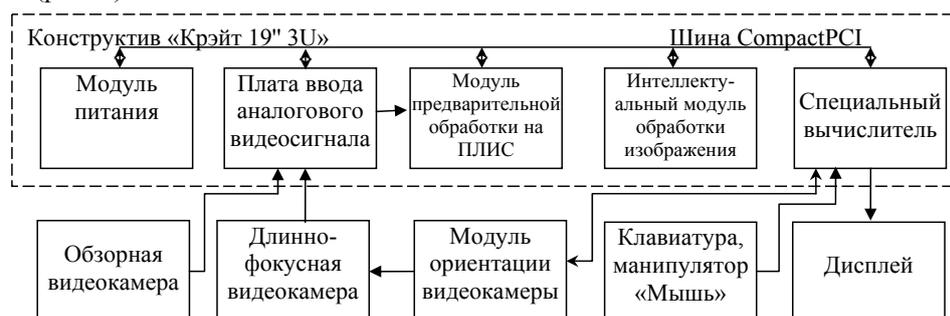


Рис. 1. Структурная схема модульной встраиваемой интеллектуальной оптико-электронной системы видеонаблюдения

В базовой версии система выполняет следующие функции: ввод изображения и адаптивная коррекция искажений изображения; обнаружение на изображении объекта заданного класса; получение детализированного изображения обнаруженного объекта путем ориентации длиннофокусной видеокамеры на объект; обнаружение заданного события (например, въезд автомобиля в заданную область); ведение базы данных; контекстный поиск событий или объектов [2].

Дополнительно система может быть оснащена модулями распознавания объектов по их изображениям, измерения геометрических параметров обнаруженных объектов, повышения четкости изображения движущихся объектов.

Таким образом, представленная структурно-функциональная организация модульной встраиваемой оптико-электронной системы видеонаблюдения обеспечивает интеллектуальный анализ поступающих видеоданных, расширение и изменение ее функциональных возможностей и может быть применена для решения различных задач автоматического и автоматизированного наблюдения и контроля заданной территории и объектов.

Литература

1. Васильев А.Е., Криушов А.В., Шилов М.М. // Инструментальные средства и методология подготовки специалистов в области встраиваемых интеллектуальных систем управления в информационно-управляющих системах. 2009. № 4. С. 43–52.

2. Пат. №2351983РФ, МКИ G06K9/32. Устройство ввода изображения в ЭВМ и коррекции дисторсии / Д.В. Титов, М.И. Труфанов. №2007140622; заявл. 1.11.2007; опубл. 10.04.09. Бюл. № 10. 8 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЧ- И СВЧ-ЦЕПЕЙ

Председатель – Семенов Эдуард Валерьевич, к.т.н., доцент каф. РЗИ

УДК 621.3.029.6

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КОМБИНАЦИЕЙ РАДИОФИЗИЧЕСКОГО И СУХОВЕСОВОГО МЕТОДОВ

Е.В. Емельянов, Г.Е. Дунаевский, В.И. Суслев

Предлагается комбинированный метод контроля влажности, обеспечивающий одновременную фиксацию радиоволновых и весовых параметров применением, соответственно, резонаторного (открытый резонатор) радиофизического и суховесового методов. При этом достигается повышение достоверности калибровки и возможность исследования поведения величины диэлектрической проницаемости в области порога перколяции, разделяющего связанную и свободную воду.

Ключевые слова: СВЧ-измерения, открытый резонатор, влажность, диэлектрическая проницаемость, бесконтактные измерения.

Измерение влажности во многих случаях необходимо для получения новых знаний о физических характеристиках природных и искусственных веществ. Контроль количества влаги необходим для обеспечения качества производимой продукции: обширного ряда бинарных смесей, изделий из дерева, бумаги и др.

Среди принятых в настоящее время методов диагностики влажности выделяют радиофизические методы: кондуктометрические, емкостные, волноводные, резонаторные (объемные, микрополосковые, коаксиальные, диэлектрические резонаторы). К достоинствам радиофизических методов относятся: высокая чувствительность, быстродействие, возможность выдачи информации в цифровом виде и относительная простота автоматизации процесса сбора и обработки данных.

В данной работе предлагается комбинированный метод, обеспечивающий одновременную фиксацию радиоволновых и весовых параметров применением, соответственно, резонаторного радиофизического и суховесового методов.

Экспериментальная установка для синхронных измерений диэлектрической проницаемости и влажности плоских листовых материалов

Блок-схема установки приведена на рис. 1. Для проведения исследований использовалось оборудование ЦКП «Центр радиоизмерений ТГУ», аккредитованного в 2009 г. на техническую компетентность в области измерения диэлектрической проницаемости на СВЧ. Измерительная установка включает в себя: ЭВМ, векторный анализатор цепей *PNA E8363B* фирмы *Agilent Technology*, 8-мм открытый резонатор, аналитические весы *AUX320* фирмы *Shimadzu*, сушильный шкаф (ВШ), генератор пара (ГП), коаксиальные линии связи, а также волноводно-коаксиальные переходы (ВКП-1, ВКП-2).

Измерения проводились в 8-мм диапазоне длин волн в ОР длиной $L=13,4$ см, образованном вогнутыми зеркалами с диаметром апертуры $2a=12$ см и радиусом кривизны $R=20$ см. Использовался основной тип колебаний, схема измерения «на проход».

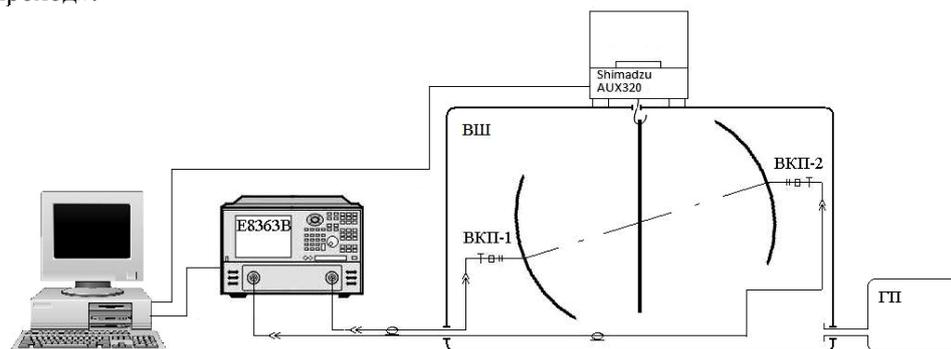


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки

Связь резонатора с трактом осуществлялась с помощью волноводов прямоугольного сечения, сходящихся по узкой стенке в щели на зеркалах. При этом, во-первых, потери и сдвиги фаз, вносимые элементами связи, не зависят от положения бумаги; во-вторых, обеспечивается линейная поляризация колебаний ОР (ортогональная плоскости щелей связи), в плоскости, ортогональной плоскости исследуемого образца.

Сигнал от первого входа анализатора цепей E8363B через коаксиальный кабель, ВКП-1 и волновод попадает на элемент связи ОР. Далее сигнал проходит через резонатор с исследуемым образцом, через элемент связи второго зеркала поступает в волновод, ВКП-2 и коаксиальный кабель и подается на второй вход анализатора цепей. На ЭВМ поступает сигнал с анализатора цепей и аналитических весов AUX320, производится синхронная запись в память ЭВМ результатов электродинамических и весовых измерений. Установка довольно компактна, так как генераторный и измерительный блоки являются составляющими анализатора цепей PNA E8363B.

Во избежание быстрого высыхания образца резонатор помещался в пластиковый корпус вытяжного шкафа радиохимического 1ШВ1–2ОС (ВШ) и устанавливался на подставке с возможностью изменения угла ϑ между оптической осью резонатора и плоскостью образца. Для изменения влажности в ВШ предусмотрен генератор пара, с помощью которого задавался и поддерживался необходимый уровень влажности в шкафу. Влажность и температура контролировались гигрометром психометрическим ВИТ-2. Образец подвешивался посредством нити к весам AUX320, конструкцией которых предусмотрено такое крепление.

Результаты экспериментальных исследований

Измерения проводились на писчей бумаге марки *ZOOM Extra A4*. Размер листа определялся конструкцией резонатора (диаметром пучка поля резонатора), и в нашем случае составлял размер А5. «Сухой» лист бумаги предварительно взвешивался, затем помещался в кювету с дистиллированной водой, где смачивался несколько минут до полного промокания. Под термином «сухой» понимается бумага с естественным содержанием влаги, т.е. специально вся влага не удалялась (поскольку при полном удалении влаги физические характеристики бумаги изменяются необратимо).

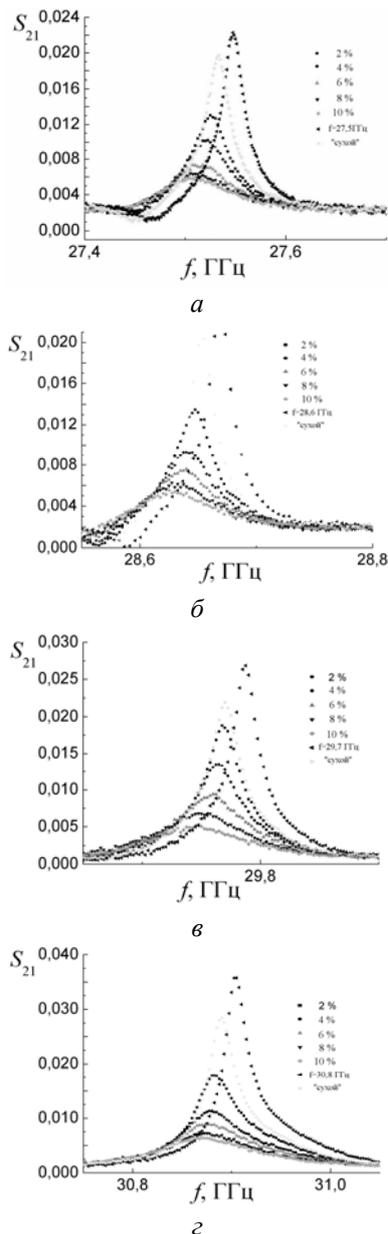


Рис. 2. Графики резонансных частот открытого резонатора с влагосодержащей бумагой:

$$a - f_{\text{рез}1} = 27,5 \text{ ГГц};$$

$$б - f_{\text{рез}2} = 28,6 \text{ ГГц};$$

$$в - f_{\text{рез}3} = 29,7 \text{ ГГц};$$

$$г - f_{\text{рез}4} = 30,8 \text{ ГГц}.$$

Угол наклона диэлектрика к продольной оси резонатора – 34°

Далее для равномерной пропитки водой лист помещался в полиэтиленовый мешок (мультифору) на 10 мин, после чего влажный лист бумаги вертикально размещался в наклоненный под углом ϑ ОР и одновременно крепился к измерительным весам.

Вес листа естественной влажности принимался за исходный, содержание влаги определялось изменением веса: $W\% = \frac{P_{\text{вл}} - P_{\text{сух}}}{P_{\text{сух}}}$,

здесь $W\%$ – влажность листа; $P_{\text{вл}}$ – вес влажного листа; $P_{\text{сух}}$ – вес «сухого» листа.

Измерения значений коэффициента прохождения резонатора (S_{21}) были проведены в окрестности четырех резонансных частот $f_{\text{рез}}$: 27,5; 28,6; 29,7; 30,8 ГГц, полученные результаты показаны на рис. 2 в виде резонансных кривых, амплитуда и ширина которых изменяется по мере изменения влажности образца.

Приведенные на рис. 2 результаты доказывают возможность достоверной калибровки устройства контроля влажности листовых материалов на основе объемного резонатора, по сути, с любым заданным шагом изменения влажности. Преимущество данного метода измерения влажности заключается в одновременном измерении веса влажной бумаги и ее комплексной диэлектрической проницаемости. Влияние изменения влажности воздуха в объеме резонатора устранялось дополнительной калибровкой пустого резонатора. Полученные поправочные зависимости статистически обрабатывались и использовались для корректировки конечного результата. В реальных производственных условиях изменение влажности в рабочей области резонатора не предполагается.

Другое возможное приложение предлагаемого метода – исследование комплексной диэлектрической проницаемости влагосодержащих композитов, которое дает возможность получения новых знаний о физике взаимодействия молекул воды с субстратом, определения степени связанности воды и порога перколяции.

Для определения диапазона значений угла ϑ , при которых обеспечивается инвариантность к продольным перемещениям

и вибрациям образца, проводились измерения для образцов с одинаковой влажностью при различных углах наклона.

Наиболее эффективно устройство диагностики влажности на основе ОР работает в диапазоне углов ϑ в пределах 30–50°, когда влияние малых изменений этого угла и поперечных вибраций листа становится несущественным.

Заключение

Предложенное одновременное измерение влажности суховесовым методом и методом квазиоптического резонатора существенно повышает точность и качество калибровки. Экспериментально определенные значения угла ϑ , при которых вибрации и перемещения образца вдоль оси резонатора не влияют на электродинамические характеристики резонатора, лежат в пределах от 30 до 50°.

Работа выполнена при поддержке грантов: АВЦП 2.1.1/4513 по проекту «Разработка физических основ создания методов и средств терагерцовой диагностики фундаментальных характеристик материалов искусственного и природного происхождения»; госконтракт № П 2126 от 05.11.2009 г. «Разработка элементной базы устройств гигагерцового и терагерцового диапазонов на основе квазистатических и квазиоптических подходов»; госконтракт № П 2476 от 19.11.2009 г. «Многофункциональная аппаратура гигагерцового и терагерцового диапазонов на принципах квазистатических и квазистатических подходов».

УДК 621.3.091.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ В СРЕДАХ С ПОГЛОЩЕНИЕМ

А.В. Убайчин

Приводится методика оценки возможности определения собственного электромагнитного излучения, вызванного работой скрытого радиозакладного устройства, в средах с поглощением при помощи радиометра.

Ключевые слова: радиотермограф, радиотермоконтраст, радиозакладки, противодействие иностранным техническим разведкам, модель радиозакладного устройства, среды с поглощением.

Применение радиотеплолокаторов, или радиометров, сегодня находит широкое применение в различных сферах человеческой деятельности: медицине, дистанционном зондировании Земли, метеорологии, технологиях специального назначения и т.д. [1].

Анализ современного состояния вопросов противодействия промышленному шпионажу и иностранным техническим разведкам (ИТР) диктует необходимость создания новых, более совершенных приборов для обнаружения радиозакладных устройств (РЗУ). Так, нелинейный локатор, как наиболее распространенный прибор для обнаружения РЗУ, имеет ряд недостатков [2]. Автором предложен метод обнаружения РЗУ по их собственному электромагнитному излучению.

Модель радиозакладного устройства

Наиболее типичными местами установки РЗУ для несанкционированного снятия акустической информации являются помещения [3]. Предположим, что моделируемое РЗУ располагается в бетонной стене.

В состав РЗУ входят: микрофон, согласующее усилительное устройство (СУУ), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), память, микроконтроллер, передатчик (рис. 1).

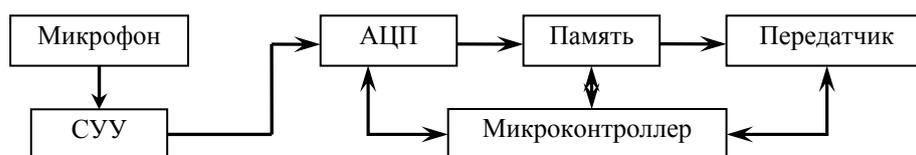


Рис. 1. Структурная схема радиозакладного устройства

На текущий момент используется flash-память как наиболее доступная с широкой номенклатурой и низкой потребляемой мощностью. Выберем для моделирования РЗУ микросхему K9W8G08U1 (Samsung) [4].

Расчет тепловых цепей

Работая в пассивном режиме записи, наиболее энергоемким элементом РЗУ является микросхема памяти. Потребление тока РЗУ при питании от 5 В батареи составляет около 2 мА, тогда потребляемая мощность составит 10 мВт, что соответствует энергопотреблению микросхемы в режиме «энергосберегающей» записи [4].

В работе [5] приводится принцип проектирования интегральных микросхем (ИМС) по функционально-узловому методу: электрическая схема устройства разбивается на части, конструктивно выполняемые в ИМС, которые впоследствии соединяются между собой в функционально законченные блоки.

Рассмотрим теплотехнические процессы ИМС. Запишем «тепловой закон Ома»:

$$P_t = \Delta T / R_t,$$

где $R_t = d / (\zeta \cdot S)$ – тепловое сопротивление, К/Вт.

Проведем расчет теплового режима полупроводникового прибора микросборки памяти на одном кристалле.

Температуру кристалла рассчитаем в первом приближении, приняв данные для расчета: поперечная длина кристалла $l = 0,1 \cdot 10^{-3}$ м, площадь основы $S = 1 \cdot 10^{-7}$ м, коэффициент теплопроводности (кремний) $\zeta = 23$ Вт/м·К, коэффициент теплопроводности (клей) $\zeta = 10$ Вт/м·К, толщина пленки клея $\zeta = 1 \cdot 10^{-6}$ м, потребляемая мощность $P = 10$ мВт, температура окружающей среды $T_{\text{окр}} = 290$ К (17 °С).

Рассчитаем температуру кристалла:

$$T_{\text{кристалла}} = P \cdot R_t + T_{\text{окр}},$$

где P – потребляемая мощность; R_t – температурное сопротивление кристалла, равное:

$$R_t = \frac{l}{\zeta \cdot S} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{2,3 \cdot 10^{-7}} = 434 \text{ К/Вт}.$$

Тогда

$$T_{\text{кристалла}} = P \cdot R_t + T_{\text{окр}} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 434 + 290 = 4,43 + 290 = 294,43 \text{ К}.$$

Создадим тепловую модель для расчета поверхностной температуры микросхемы. Путь прохождения теплового потока от кристалла микросхемы к внешней

среде выглядит следующим образом: кристалл – клей – монолит – внешняя среда (рис. 2).

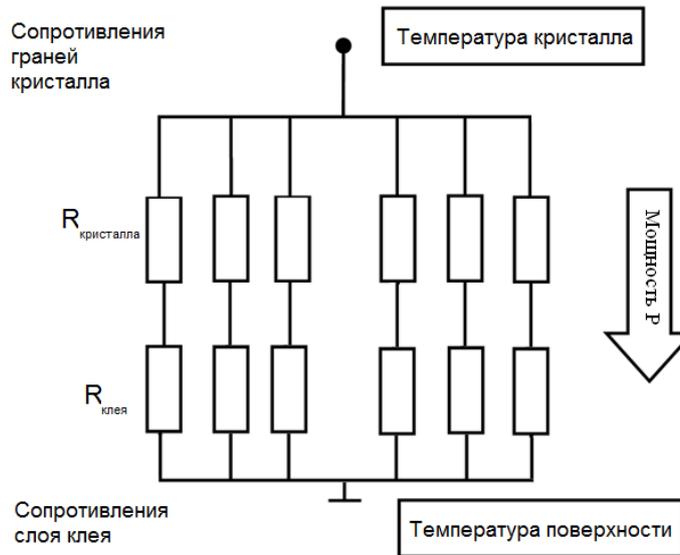


Рис. 2. Эквивалентная схема температурных сопротивлений

Рассчитывая эквивалентное тепловое сопротивление, получим приращение температуры:

$$\Delta T = R_{\text{экв}} \cdot P = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 263,598 = 2,6 \text{ К}.$$

Примем температуру микросхемы равную:

$$T_M = \Delta T + T_{\text{окр}} = 2,6 + 290 = 292,6 \text{ К}.$$

Расчет интенсивности излучения

Проведем расчет интенсивности электромагнитного излучения для тела с температурой $T_M = 292,6 \text{ К}$ для частоты от 1 до 10 ГГц, основываясь на законе Рэлея–Джинса – приближении закона излучения Планка для радиодиапазона [6].

$$B = 2 \cdot k \cdot T \cdot (c/f)^{-2},$$

где B – интенсивность, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{Гц}^{-1} \cdot \text{стерад}^{-1}$; $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$ – постоянная Больцмана; T – температура, К; f – частота излучения, Гц; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – скорость света в вакууме.

Как видно из рис. 3, интенсивность излучения тела растет с увеличением частоты. Следовательно, максимальная энергия излучения будет находиться в области более высоких частот.

Рассчитаем ослабление полезного сигнала по методике, изложенной в [7], учитывая затухание в бетонной конструкции (рис. 4). Для бетона тангенс угла диэлектрических потерь ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) 0,05–0,20, диэлектрическая проницаемость ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) 6–10. Электрические параметры бетона меняются в зависимости от влажности, температуры, давления, содержания различных примесей и концентрации компонентов.

График интенсивности излучения РЗУ с вносимым ослаблением среды представлен на рис. 5.

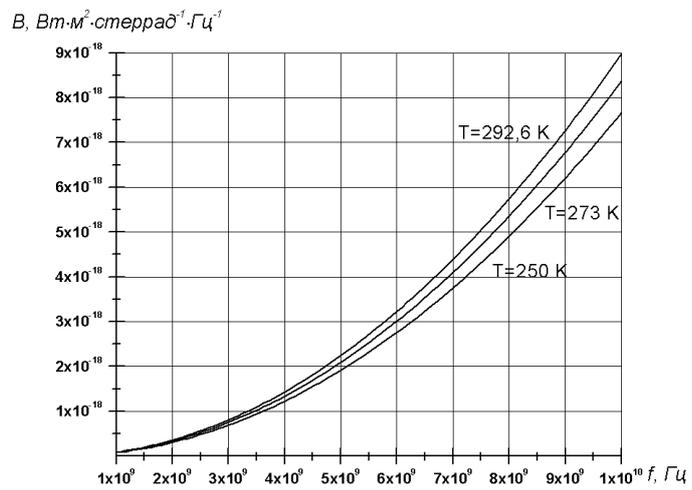


Рис. 3. Интенсивность электромагнитного излучения РЗУ

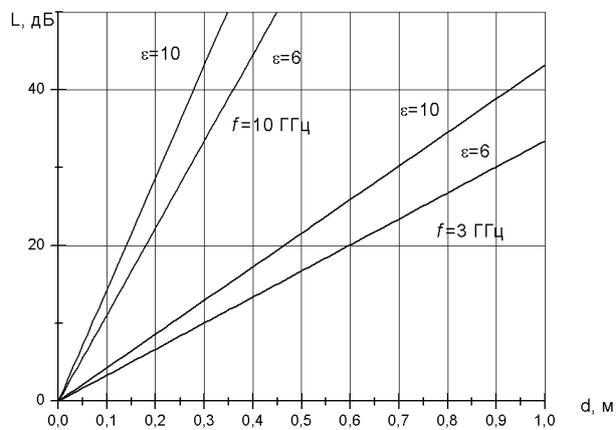


Рис. 4. Затухание полезного сигнала в бетоне ($\text{tg } \delta = 0,05$)

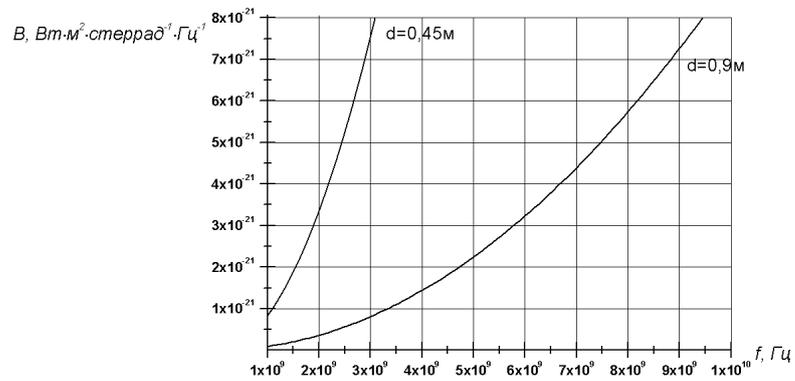


Рис. 5. Интенсивность излучения РЗУ, находящегося в бетоне

График, представленный на рис. 5, наглядно показывает зависимость интенсивности излучения от толщины бетона.

Заключение

Разработанная математическая модель дает основание говорить о возможности создания радиометра для обнаружения скрытых РЗУ в однородных средах.

Литература

1. Филатов А.В. Радиометрические системы нулевого метода измерений / А.В. Филатов. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. 276 с.
2. Вернигоров Н.С. Принцип обнаружения объектов нелинейным радиолокатором // Конфидент. № 5. 1998.
3. Хорев А.А. Способы и средства защиты информации. М.: МО РФ, 1998. 316 с.
4. Samsung K9W8G08U1M Flash Memory. 2004. May 31. 102 с.
5. Э.А. Матсон. Конструкции и технология микросхем. Минск.: Выш. шк., 1985. 207 с.
6. Краус Д.Д. Радиоастрономия. М.: Сов радио. 1973. 456 с.
7. Боков Л.А. Электромагнитные поля и волны: учеб. пособие. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2003. 214 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 11

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ

Председатель – *Черкашин Михаил Владимирович*, декан ФВС, к.т.н.,
доцент каф. КСУП

Е.А. Губина

ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ЦЕЛОСТНОСТИ СИГНАЛА
В ALTIUM DESIGNER.....3

Е.П. Каратаев, С.Ю. Дорофеев, М.А. Песков, А.О. Абрамов, А.А. Самуилов

МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ
INDESYS.....5

Ю.А. Маслюк, А.В. Холстинина, С.М. Салих

РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ NI DIGITAL
ELECTRONICS FPGA BOARD.....8

Д.В. Озёркин, А.В. Пепеляев

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ SPICE-МОДЕЛЕЙ РОССИЙСКОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ.....11

А.С. Ушаков

ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ФУТБОЛЬНЫЙ
СИМУЛЯТОР ПЛАТФОРМЫ РОБОФУТБОЛ СРЕДНЕЙ ЛИГИ».....14

М.А. Зайцева, С.Ю. Дорофеев

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ САПР и ГИС.....18

Секция 12

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Председатель – *Шелупанов Александр Александрович*, проректор по ИР,
зав. каф. КИБЭВС, д.т.н., проф.

Д.В. Белов

МОНИТОРИНГ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСУРСОВ
КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ25

И.Г. Бевзенко

ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ СКРЫТОГО МОДАЛЬНОГО АНТИПОДА
КАБЕЛЯ МАРКИ ВВГп-3×1,5.....27

А.А. Борисенкова

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ТЕХНОЛОГИИ IPTV.....30

А.А. Борисенкова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ
БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ
CISCO SYSTEMS31

С.В. Ишкова, Д.Э. Кусраева

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОСТКРИЗИСНЫХ
УСЛОВИЯХ34

С.Ю. Исхаков

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ.....36

М.А. Куцакин

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ХАРАКТЕРИСТИК
КРИПТОМАРШРУТИЗАТОРА «Дионис ТС».....38

Т.А. Нгуен	КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД КОНТЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРОТИВОПРАВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	40
В.А. Перегудов	АТАКИ НА ПРОТОКОЛ SSL.....	42
П.А. Петров	ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ И АУТЕНТИЧНОСТИ ИНФОРМАЦИИ.....	45
Д.Ю. Срогович	О ВЫБОРЕ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ВОПРОСЕ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	47
М.О. Таныгин	ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ МЕЖДУ УСТРОЙСТВОМ И ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ	49
Е.С. Волокитина	РЕИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ И МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ	52
М.И. Войтенко	О ВНЕДРЕНИИ СКРЫТОГО КАНАЛА В СХЕМУ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ГОСТ Р 34.10–2001	54

Секция 13

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Председатель – Ехлаков Юрий Поликарпович, проректор по информатизации
и управлению ТУСУР, зав. каф. АОИ, д.т.н., проф.*

П.Г. Нестеренко, А.Н. Рыбаков, Д.С. Гордин	МАЛАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ – БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ЖКХ.....	57
Г.А. Грищенко	АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В ФГОУ СПО ЮТМиИТ.....	61
И.В. Лазарев	ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ВУЗА.....	65
М.Г. Мустафаев	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ	68
М.В. Савчук	РИСКИ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ВНЕДРЕНИЯ erp-СИСТЕМ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	72
А.О. Савельев	АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЛОГ-ФАЙЛОВ КАК СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ТОРГОВЛИ, ПОЛИТИКИ, НАУКИ	74
Н.О. Троян	ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА И ДОКУМЕНТООБОРОТА В РОССИИ.....	77

Секция 14

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Председатель – *Дмитриев Вячеслав Михайлович*, зав. каф. ТОЭ, д.т.н., проф.

С.С. Алексеенко

ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЕ LabVIEW 81

В.А. Дремин, С.П. Манухов

ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС С ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТОЙ
ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СРЕДЕ
РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ «ALGORITHM BUILDER» 83

М.Я. Епифанцева, В.С. Мозжерин

ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПОСОБИЯ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ 86

П.А. Хаустов

АЛГОРИТМ НЕЧЕТКОГО СРАВНЕНИЯ ИСХОДНЫХ КОДОВ
ПРОГРАММ 90

И.С. Цевменкова

ПРОТОТИП ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ АСУ ТП 94

Секция 15

ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОНИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

Председатель – *Осипов Юрий Мирзоевич*, зав. отделением каф. ЮНЕСКО,
д.э.н., д.т.н., проф.

С.В. Чубов, В.Б. Чубов

СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ ПассаЖИРОВ ОБЩЕСТВЕННОГО
ТРАНСПОРТА 98

Н.М. Борисова, С.В. Комзолов

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ 99

С.В. Комзолов

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ
МНОГОКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА 102

А.Н. Лукин

АЛГОРИТМ ОРИЕНТАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ 105

В.Ю. Новиков, И.С. Прилуцкий

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ
И НАНОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ 109

Секция 16

ЭЛЕКТРОНИКА, ОПТОЭЛЕКТРОНИКА И ФОТОНИКА

Председатель – *Задорин Анатолий Семёнович*, декан РТФ, зав. каф. РЗИ,
д.т.н., проф.

Е.Ю. Агеев, Р.В. Литвинов, Н.Д. Хатьков

КИНЕТИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ
КРИСТАЛЛЕ С МЕЛКИМИ ЛОВУШКАМИ ВО ВНЕШНЕМ
МЕАНДРОВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ 114

Л.А. Белицкая, А.О. Писниченко

О МИНИАТЮРИЗАЦИИ МНОГОФАЗНЫХ КЛЮЧЕВЫХ
СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ 119

С.О. Чечулин, Р.В. Литвинов ПРОГРАММЫ БЫСТРОГО УМНОЖЕНИЯ «ДЛИННЫХ» ЧИСЕЛ В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В СРЕДЕ «MS Visual C++ 9.0»	123
Е.А. Катаев, А.А. Майнагашев, Д.И. Цой БЕЗОПАСНОСТЬ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	129
А.С. Красько СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ	132
Р. Kruglov, S. Loquai, J. Vinogradov, G. Surkova SIMULINK [®] BASED MARGIN CALCULATION OF OPTICAL TRANSMITTER INCLUDED IN POLYMER OPTICAL FIBER TRANSMISSION SYSTEM	135
И.А. Кукало, П.А. Миклин, Р.В. Литвинов ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ NVIDIA В КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	138
А.А. Майнагашев, Е.А. Катаев, Д.И. Цой ОБЪЕДИНЕНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ В ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО	141
А.А. Соловьев, В.И. Иордан, А.И. Постоев АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ НАПЫЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ	143
Д.И. Цой, Е.А. Катаев, А.А. Майнагашев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SERVICE DESK В РАБОТЕ ОТДЕЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БИБЛИОТЕКАХ	146

Секция 17

ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Председатель – Пустынский Иван Николаевич, зав. каф. ТУ, д.т.н., проф.

А.Н. Иванов, В.Б. Иванов ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ОТКАЗАМ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ	149
М.И. Курячий, А.Г. Костевич, И.В. Гальчук ОБРАБОТКА МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОСИСТЕМАХ С ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ТЕЛЕВИЗИОННЫМИ ДАТЧИКАМИ	154
С.В. Сай, И.С. Сай АЛГОРИТМ ПОИСКА И ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО ЦВЕТОВЫМ ПРИЗНАКАМ	161
Д.В. Титов ВСТРАИВАЕМАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	164

Секция 18

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЧ- И СВЧ-ЦЕПЕЙ

Председатель – Семенов Эдуард Валерьевич, к.т.н., доцент каф. РЗИ

Е.В. Емельянов, Г.Е. Дунаевский, В.И. Суляев ИССЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КОМБИНАЦИЕЙ РАДИОФИЗИЧЕСКОГО И СУХО- ВЕСОВОГО МЕТОДОВ	166
А.В. Убайчин ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ В СРЕДАХ С ПОГЛОЩЕНИЕМ	169

Научное издание

**VI Международная
научно-практическая конференция**

**ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА
И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Материалы докладов

13–16 октября 2010 г.

В 2 частях. Часть 2

Ответственный редактор – д.т.н. Н.Д. Малютин

Корректор – В.Г. Лихачева
Верстка В.М. Бочкаревой

Издательство «В-Спектр»
Сдано на верстку 05.06.2011. Подписано к печати 15.08.2011.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная.
Печ. л. 11,1. Усл. печ. 10,5.
Тираж 100 экз. Заказ 26.

Тираж отпечатан в издательстве «В-Спектр»
ИНН/КПП 7017129340/701701001, ОГРН 1057002637768
634055, г. Томск, пр. Академический, 13/24, тел. 49-09-91.
E-mail: bvm@sibmail.com