

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

ШЕСТЬДЕСЯТ СЕДЬМАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ ГУАП

Часть I

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сборник докладов

14 – 18 апреля 2014 г.

Санкт-Петербург
2014

УДК 001

ББК 72

C28

C28 Шестьдесят седьмая международная студенческая научная конференция ГУАП: сб. докл.: В 2 ч. Ч. I. Технические науки / СПб.: ГУАП., 2014. 311 с.: ил.
ISBN 978-5-8088-0941-3 (Ч. I)
ISBN 978-5-8088-0940-6

Представлены доклады Шестьдесят седьмой международной студенческой научной конференции ГУАП, прошедшей в апреле 2014 г.

Научные работы студентов ГУАП посвящены актуальным проблемам авиационного и аэрокосмического приборостроения, проблемам развития новых информационных технологий, радиотехники, электроники и связи, современным проблемам экономики, философии и права.

Под общей редакцией
доктора юридических наук, профессора,
В. М. Боева

Редакционная коллегия:

А. Р. Бестугин, доктор технических наук, доцент,
А. С. Будагов, доктор экономических наук, доцент,
Е. А. Крук, доктор технических наук, профессор,
К. В. Лосев, доктор экономических наук, доцент,
С. В. Мичурин, кандидат технических наук, доцент,
И. А. Павлов, кандидат военных наук, доцент,
Е. Г. Семенова, доктор технических наук, профессор,
В. А. Фетисов, доктор технических наук, профессор,
Н. А. Чернова, кандидат экономических наук,
Л. И. Чубраева, доктор технических наук, профессор,
Ю. Е. Шейнин, доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь редакционной коллегии *В. Н. Соколова*

ISBN 978-5-8088-0941-3 (Ч. I)
ISBN 978-5-8088-0940-6

© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения, 2014

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

УДК 681.51

Л. И. Барбашова

студентка кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

Ю. П. Иванов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ

Методы оптимального оценивания параметров системы по мере поступления информации широко применяются в различных областях техники. Оптимальные алгоритмы оценивания являются результатом решения соответствующих модельных задач при наличии полной априорной определенности относительно моделей сигналов и помех. На практике столь полное описание моделей полезных сигналов и погрешностей встречается относительно редко. Чаще всего задачи обработки информации и принятия решения сопровождаются большей или меньшей априорной неопределенностью, которая ограничивает полноту статистического описания. Распространенность подобных ситуаций и их большая практическая значимость делают особо важными разработку и использование методов обработки информации и принятия решений в условиях априорной неопределенности.

В данной работе исследуются характеристики сингулярно-спектрального метода фильтрации сигналов (SSA) в зависимости от изменения параметров алгоритма фильтрации и помехи и проводится сравнительный анализ данного метода фильтрации с фильтрацией Калмана по показателю качества – дисперсии ошибки оценки.

Приняты следующие исходные данные. Модель измерения линейная. Погрешность аддитивная и некоррелирована с полезным сигналом. Априорная информация о входных сигналах системы отсутствует. Полезный сигнал – стационарный эргодический случайный процесс. Закон распределения и корреляционная функция полезного сигнала неизвестны. В работе рассматриваются варианты моделей погрешностей в виде белого дискретного гауссовского шума и в виде коррелированной гауссовской погрешности.

Алгоритм сингулярно-спектрального метода фильтрации состоит из четырех шагов:

- вложение;
- сингулярное разложение;
- группировка;
- диагональное усреднение.

В основе сингулярно-спектрального метода фильтрации с оптимальной матрицей A (SSA_opt) лежит матрица вида:

$$A = P^T (S - Z) P B^{-1},$$

где P – матрица собственных векторов; $S = X X^T$ – матрица измерений; Z – диагональная матрица погрешностей; B – диагональная матрица собственных чисел.

Для моделирования сингулярно-спектральной фильтрации сигналов выбраны:

- *полезный сигнал* – стационарный эргодический случайный процесс:

$$x_i = x_{i-1}e^{-\alpha\delta} + \sigma_s \sqrt{1 - e^{-2\alpha\delta}} v_i$$

$$v_i[j] = \sqrt{-2\ln \xi_3[j]} \sin(2\pi \xi_4[j])$$

где $\xi_3[j], \xi_4[j]$ – независимые равномерно распределенные в интервале $[0...1]$ случайные величины; α – коэффициент экспоненты корреляционной функции полезного сигнала; σ_s – СКО полезного сигнала.

– погрешность:

белый дискретный гауссовский шум $v_i = \sigma_n \omega_i$, где σ_n – СКО помехи; ω – дискретная гауссовская последовательность, и коррелированная погрешность

$$v_i = v_{i-1}e^{-\beta\delta} + \sigma_n \sqrt{1 - e^{-2\beta\delta}} w_i.$$

– модель измерения линейная:

$$y_i = x_i + v_i,$$

где y – наблюдаемый сигнал; x – измеряемый сигнал; v – погрешность.

Параметры сигнала, помехи и алгоритма сингулярно-спектральной фильтрации представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Обозначение	Исходное значение	Диапазон изменения значений
SigmaS, м	среднеквадратическое отклонение полезного сигнала	1	
SigmaN, м	среднеквадратическое отклонение помехи	1	
MS	математическое ожидание полезного сигнала	0	
Delta, с	показатель степени корреляции функции	1	
Alfa, с-1	коэффициент экспоненты корреляционной функции полезного сигнала	0.01	
NN	длина последовательности	5000	
R	длина окна	15	10:1:40
N	объем выборки	135	100:5:200
SigmaN/SigmaS	отношение СКО помехи к СКО сигнала	1	0.1:0.2:5
GrupNum	количество троек	1	1:1:9

Результаты моделирования

1. Зависимость показателя качества оценки алгоритма от длины окна R (рис. 1 и рис. 2).

Длина окна – один из основных параметров сингулярно-спектрального метода фильтрации сигналов, так как она определяет количество спектральных компонент, на которые раскладывается исходный ряд.

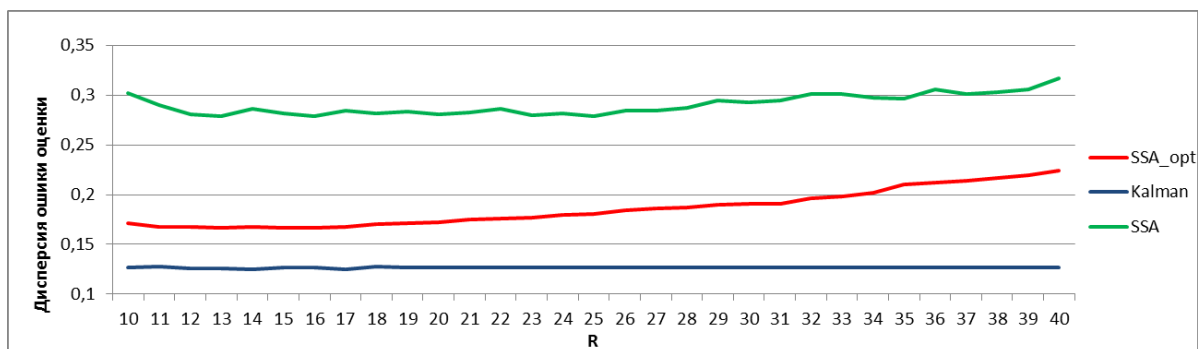


Рис. 1. Зависимость дисперсии ошибки оценки от длины окна при помехе белый шум

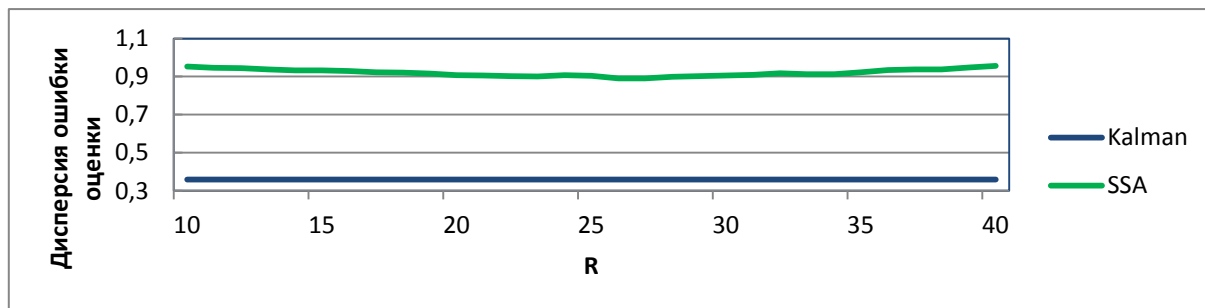


Рис. 2. Зависимость дисперсии ошибки оценки от длины окна при коррелированной помехе

2. Зависимость показателя качества оценки алгоритма от длины обрабатываемой последовательности N (рис. 3 и рис. 4).

Длина обрабатываемой последовательности N – объем выборки («кусочек») всей последовательности, обрабатываемый на текущем шаге.

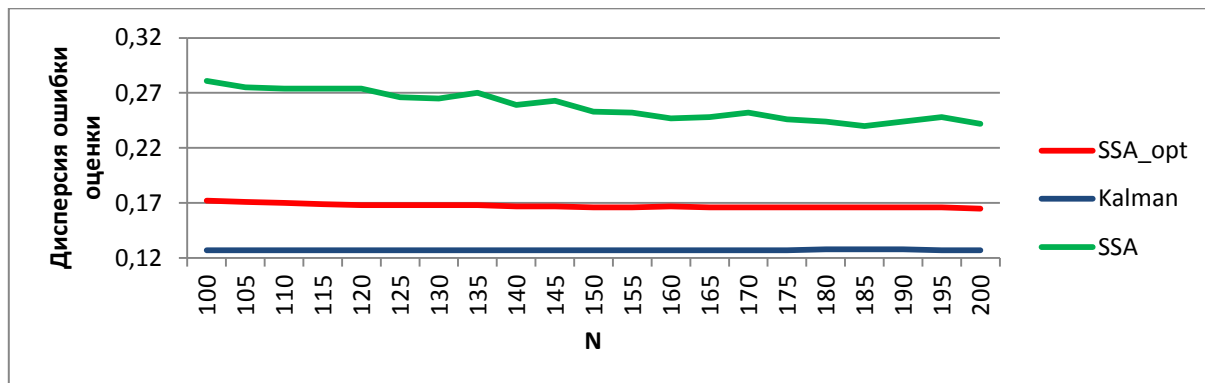


Рис. 3. Зависимость дисперсии ошибки оценки от N при помехе белый шум

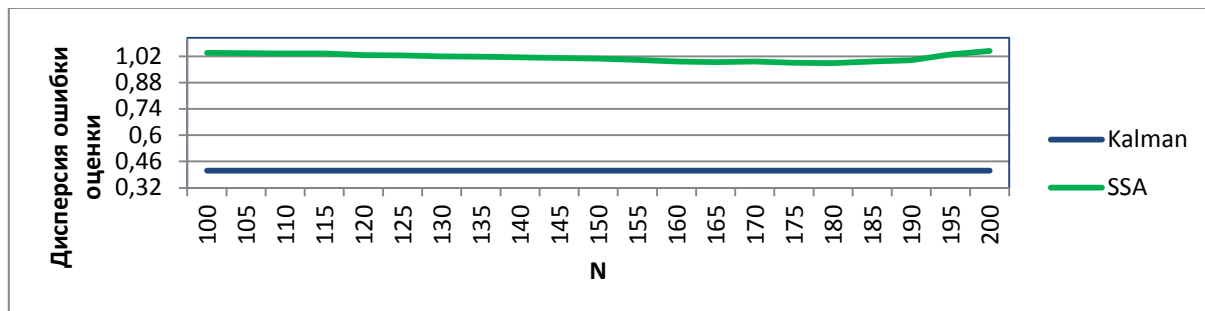


Рис. 4. Зависимость дисперсии ошибки оценки от N при коррелированной помехе

3. Зависимость показателя качества оценки алгоритма от отношения СКО помехи к СКО

полезного сигнала (рис. 5 и рис. 6).

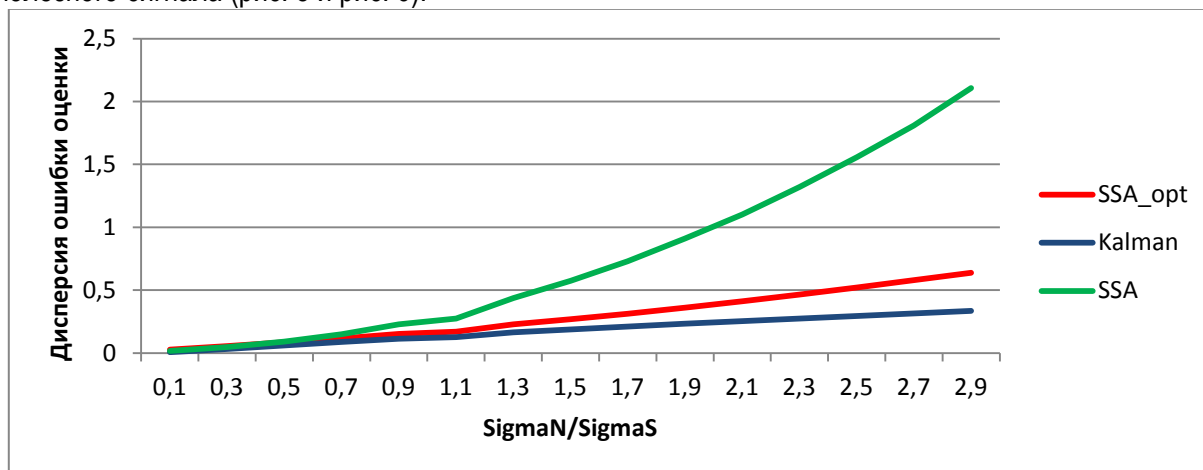


Рис. 5. Зависимость дисперсии ошибки оценки от SN/SS при помехе белый шум

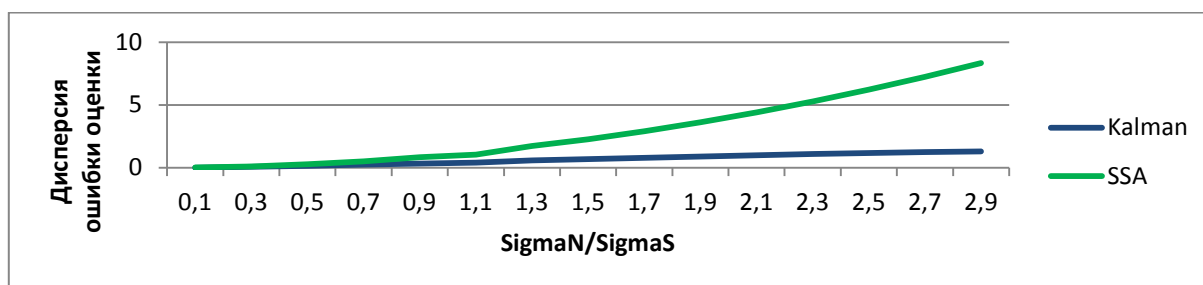


Рис. 6. Зависимость дисперсии ошибки оценки от SN/SS коррелированной помехе

Отношение среднеквадратического отклонения помехи к среднеквадратическому отклонению полезного сигнала показывает, насколько сильно зашумлен сигнал.

Выводы

Сингулярно-спектральный метод фильтрации на основе собственных троек по дисперсии ошибки оценки уступает алгоритму, в основе которого лежит оптимальная матрица А. При определенном выборе параметров сингулярно-спектральный алгоритм на основе оптимальной матрицы А по точности приближается к фильтру Калмана. Данный метод фильтрации не требует представления сигнала в пространстве состояний, достаточно прост в реализации, применяется в условиях априорной неопределенности. Сингулярно-спектральный алгоритм фильтрации сигналов не требует стационарности и марковости ряда, знаний о корреляционной функции сигнала. Для работы с методом нужно знать только, что модель измерения линейная, погрешность аддитивная, некоррелированная с полезным сигналом.

УДК 519.682.6

А. А. Белозерова, А. К. Шамшин

магистранты кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

И. Л. Коробков

научный руководитель

TLM 2.0 В ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ OVP

Моделирование широко применяется в процессе разработки вычислительных систем, как способ предоставить детальную проверку спецификации и провести верификацию проекта до ап-

паратной реализации. Моделирование позволяет затрачивать меньше усилий, времени и денег на разработку конечного продукта [1]. Одним из современных средств моделирования является библиотека Transaction Level Modelling (TLM).

TLM – моделирование на уровне транзакций – это стандарт, позволяющий моделировать процессы на уровне транзакций, созданный группой разработчиков Open SystemC Initiative (OSCI). TLM разработан на основе библиотеки SystemC [2, 3] и применяется для разработки программного обеспечения, оценки производительности, проведения архитектурного анализа и верификации аппаратуры. Позволяет проводить моделирование процессоров, периферийных устройств и др. [4].

Первая версия стандарта – TLM 1.0 – была выпущена в 2005 г. и имела ряд существенных недостатков:

- отсутствовали стандартные классы транзакций, поэтому для каждого приложения разработчики вынуждены были создавать свой, нестандартный класс. Это приводило к плохой совместимости моделей между собой;
- отсутствовал стандартный способ временного взаимодействия между моделями. Модели TLM 1.0, как правило, реализуют задержки, которые вызывают ожидания, что замедляет моделирование;
- все объекты транзакций и данных должны передаваться по значению или константной ссылке. Данное требование увеличивало время моделирования. Некоторые приложения обходят это ограничение путем использования указателей в объектах транзакций, но это не стандартизовано, а потому приводит к несовместимости моделей [4].

В связи с этим, в 2008 г. была создана версия TLM 2.0, которая является самой современной, на данный момент времени. Недостатки предыдущей версии были устранены, благодаря добавлению временной аннотации с блокирующими и неблокирующими транспортными интерфейсами, а также добавлением нового транспортного интерфейса, который позволяет увеличить «время жизни» объектов транзакций с помощью дополнительных транспортных вызовов (calls) [4].

TLM 2.0 имеет два главных достоинства:

- значительно ускоряет процесс моделирования;
- стандартизует, унифицирует, упрощает взаимодействие между разработчиками за счет использования единых правил, одинаковых блоков. Обеспечивается простота соединения и совместимости блоков, спроектированных разными разработчиками [4].

К основным механизмам TLM 2.0 относятся: блокирующие и неблокирующие интерфейсы, сокет, Direct Memory Interface (интерфейс прямого доступа к памяти), механизм передачи данных и глобальный временной квант [4].

Также одной из особенностей TLM 2.0 является то, что он поддерживает две стратегии программирования: loosely-timed и approximately-timed.

Loosely-timed – работа всех процессов выполняется последовательно (потактно), через равные кванты времени (рис. 1).

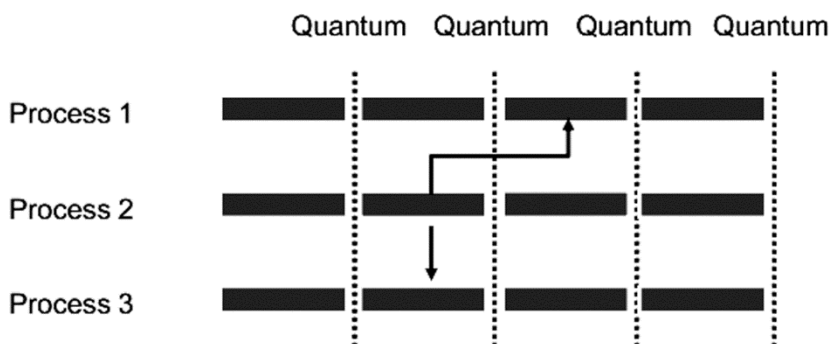


Рис. 1. Переключение процессов, согласно стратегии Loosely-timed

Approximately-timed – моделирование процессов без ожидания (рис. 2). В отличие от loosely-timed при моделировании пропускаются моменты времени, когда процесс находится в режиме ожидания, не выполняет никаких действий. Таким образом, происходит моделирование действий, происходящих внутри модели, а ожидание выполняется только с целью получения ресурса от другого процесса.

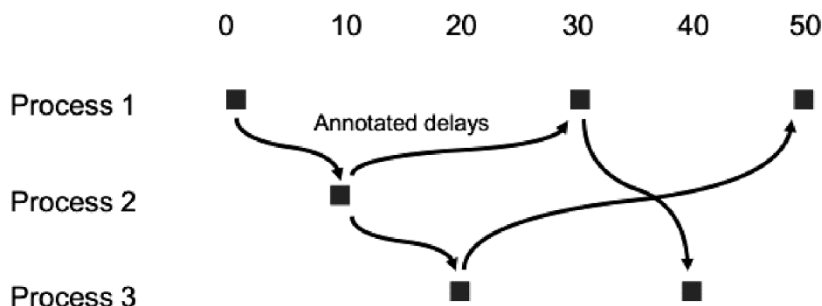


Рис. 2. Переключение процессов, согласно стратегии Approximately-timed

Применение этих двух стратегий позволяет значительно ускорить процесс моделирования.

TLM 2.0 состоит из механизмов TLM 1.0, уровня совместимости и дополнительных инструментов. TLM 1.0 описывает интерфейсы ядра TLM, буферы `tlm_fifo`, интерфейсы и порты для анализа, разрабатываемой модели. Уровень совместимости включает в себя механизмы передачи данных и базового протокола, интерфейсы передатчика и приемника (сокеты), глобальный временной квант, механизмы TLM 2.0 (блокирующие и неблокирующие транспортные интерфейсы, DMI, интерфейс отладки транзакций). Дополнительные инструменты состоят из очередей событий передачи данных, менеджера временного кванта.

Таким образом, TLM – это удобный инструмент для построения имитационных моделей. Работа с объектами осуществляется на уровне передачи информации между функциями/классами, описываемых моделей. TLM является связующим звеном между разработчиком RTL-уровня и программистом программного обеспечения. За счет стандартизации, применяемой при создании моделей с помощью TLM, блоки, спроектированные разными специалистами, будут обладать совместимостью между собой (при условии отсутствия ошибок в них), что в результате приводит к упрощению и ускорению процесса разработки конечного продукта.

На основе библиотеки TLM 2.0 была разработана технология виртуального прототипирования Open Virtual Platforms (OVP) компанией Imperas в 2008 г. OVP – это система моделирования, предназначенная для разработки встроенного программного обеспечения. OVP состоит из 3х основных компонентов: технологии OVPsim; технологии OVP API; моделей OVP [5].

Технология OVPsim представляет собой структуру для описания вычислительных платформ с одним и более процессорами, имеющими общую память, шины с арбитрируемыми топологиями и периферийные устройства [5]. Для создания платформ используются средства C API, API ICM (C++, SystemC и TLM2.0). Модели компонентов, платформы или системы могут быть разработаны в рамках одного проекта, а затем применяться в других. При необходимости проектировщик может самостоятельно внести изменения в модель компонента с помощью языков C++, SystemC или TLM 2.0. Технология OVPsim позволяет моделировать работу процессоров со скоростью до 10^8 операций в секунду, несмотря на то, что в платформе могут использоваться различные модели процессоров. OVP не ориентирован на проведение моделирования с точностью до цикла (для этого следует использовать языки HDL или SystemC) [5].

Технология OVP API представляет собой интерфейсы виртуальной платформы, состоящие из Innovative CPU Manager (ICM), Virtual Machine Interface (VMI), Behavioral Hardware Modeling (BHM) [5].

ICM служит для создания платформы и соединения нескольких процессоров, шин, модулей памяти и периферийных устройств в произвольной топологии. Это позволяет обеспечивать

арбитраж мультипроцессорной системы с общей памятью и гетерогенных многопроцессорных платформ.

VMI предназначен для создания процессоров. Описывает поведение каждой команды процессора с использованием вызовов, которые отображаются в компиляторе примитивов Just-In-Time Code Morphing, что дает сверхбыстрые скорости моделирования [5]. К основным компонентам VMI относятся: инструкция декодирования, инструкция поведения, кэш L1, исключения, асинхронные события и интерфейс отладки. Помимо этого позволяет моделировать кэш L2, любые общие ресурсы (например, в процессоре SMP) и любые их расширения [5].

VNM используется для поведенческого моделирования за счет использования процессов, механизмов задержек и событий [5].

Модели OVP – это специально созданные, готовые модели процессоров/периферии. Модели поставляются в виде готовых к выполнению объектов. Все модели можно разделить на три основные группы: модели платформ, модели процессоров и модели периферии.

В настоящее время существует множество примеров платформ, поддерживающих от 1 до 24 процессоров. Компанией Impegas разработаны модели процессоров таких семейств, как OpenCores, ARM, Synopsys ARC, MIPS, PowerPC, Altera, Xilinx, Renesas и др. Для каждой модели процессора есть примеры/тесты, которые позволяют произвести проверку правильности установки и работы модели процессора [5]. Кроме того, предоставляется библиотека поведенческих моделей основных периферийных устройств, таких как UART, таймер, DMA и т.д. Есть также все периферийные устройства, необходимые для загрузки Linux [5].

В данной статье был приведен обзор с описанием основных особенностей современного средства моделирования TLM 2.0, использующегося в технологии виртуального прототипирования OVP, которая активно применяется в европейских странах при разработке вычислительных платформ для встраиваемых систем.

Библиографический список

1. V. Olenev, I. Korobkov, N. Martynov, A. Shadursky RMAP and STP protocols modelling over the SpaceWire SystemC model// Proceedings of 8th Seminar of Finnish-Russian University Cooperation in Telecommunications (FRUCT) Program Lappeenranta University of Technology (LUT)/ СПбГУАП. СПб., 2010, с.111
2. Open SystemC Initiative (OSCI), "IEEE 1666™-2011 Standard for SystemC Language Reference Manual", 2011, с. 614
3. J. Gipper, SystemC the SoC system-level modeling language. Embedded computing Design, 2007
4. Open SystemC Initiative (OSCI), "TLM-2.0 Language Reference Manual", 2009, с. 184
5. Open Virtual Platforms: домашняя страница проекта [Электронный ресурс]. URL: <http://ovpworld.org> (дата обращения: 11.05.2014).

УДК 629.735.33

А. Г. Бондарева

магистрант кафедры аэрокосмических приборов и измерительно-вычислительных комплексов

В. Ю. Чернов

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ» В СРЕДЕ ПАКЕТА MATLAB

Раньше проблема моделирования динамических систем решалась с помощью аналоговых программ. Но на сегодняшний день имеется большое число пакетов прикладных программ, с помощью которых задача моделирования существенно упрощается.

Задачи исследования и моделирования динамических систем наиболее распространены. Они встречаются в самых различных прикладных областях – авиации, космонавтике, электро- и радио-

технике, приборостроении, теоретической механике, экономике и многих других. Но в то же время они довольно трудоемки, сложны для решения и требуют применения серьезного математического аппарата – линейной алгебры и теории матриц, дифференциальных и разностных уравнений, вариационного исчисления, оптимального управления, теории фильтрации, теории случайных процессов и т. п.

Возможности аналитического решения указанных задач весьма ограничены, поэтому инженерам и специалистам, занимающимся анализом, синтезом и конструированием динамических систем, приходится обращаться к помощи компьютера и использовать те или иные пакеты прикладных программ.

На сегодняшний день на рынке программного обеспечения имеются десятки подобных пакетов, различающихся кругом решаемых задач, представлением входных и выходных данных, используемым математическим аппаратом, требуемыми вычислительными ресурсами и другими характеристиками. К ним, в частности, относятся математические и инженерные пакеты EUREKA, СИАМ, VISSIM, LAB VIEW, ENGINE, CIRCUITMAKER, MATHCAD, MATLAB, SCILAB, DERIVE, MAPLE, MATHEMATICA, THEORIST, CLASSIC, MODELVISION, STUDIO FOX и другие, которые могут быть использованы как в учебном процессе, так и в научной работе.

При разработке учебно-исследовательского практикума были поставлены следующие задачи: введение актуальных задач управления в полуавтоматическом режиме; исследование динамики человек-оператор в контуре полуавтоматического управления; исследование статического автопилота; исследование астатического автопилота; исследование системы управления захода на посадку; исследование и моделирование системы управления космическим летательным аппаратом.

В результате сопоставительного анализа существующих пакетов, был выбран MATLAB. Он удовлетворяет всем требованиям к поставленным задачам. В пакет MATLAB, кроме символьного тулбокса, вошли прикладные инженерные тулбоксы, а также средство структурного моделирования SIMULINK, что привело к объединению трех типов обработки данных (числового, структурного и символьного) в рамках одной системы.

MATLAB – это высокопроизводительный язык технического программирования. Однако имеются и существенные отличия.

1. Основным элементом, с которым оперирует MATLAB, является не число, а двумерный массив, т.е. матрица. Это позволяет решать много технических вычислительных задач, особенно в матричной и векторной формулировках, гораздо быстрее, чем при написании программ на скалярном неинтерактивном языке, таком как Си или Фортран.

2. MATLAB – интерактивная система, язык MATLAB является языком команд, представляющих собой готовые алгоритмы тех или иных вычислений. Например, можно одной командой решить систему линейных уравнений или построить график сложной функции.

3. Язык MATLAB специально предназначен и особенно эффективен при решении научно-технических задач, численном моделировании систем и процессов.

4. Имеет средства графической визуализации для автоматизации математических расчетов.

В работе представлена информация о возможностях и функциях MATLAB, что позволяет студентам самостоятельно изучить систему, не прибегая к дополнительной литературе. А наглядные примеры упрощают изучение пакета. Расширился объем исследуемых коэффициентов для каждой системы, что ускорило решение поставленных задач рассматриваемой системы. Решается задача параметрического синтеза.

Частично практикум позволяет более наглядно составлять методику решения аналогичных систем: динамики и влияния отказов, разброса параметров. В рамках практикума рассмотрены варианты систем полуавтоматического (эргатического) режима управления и полностью автоматического, что позволяет сравнивать управления ЛА в этих режимах.

Разработанная методика позволяет студентам закрепить знания по курсу, выполнять самопроверку знаний, укрепить навыки работы с вычислительной техникой.

Была разработана единая методика проведения лабораторных работ в среде MATLAB по курсу «системы автоматического управления ЛА». Разработаны типовые системы с управляющим и возмущающим воздействием и даны качественные и количественные оценки поведения систем. Впервые введены в курс лабораторные работы по синтезу и анализу системы посадки и управления космическим летательным аппаратом. Проведена оценка временных затрат на проведение лабораторного практикума и даны рекомендации по пакетам лабораторных работ для очной, вечерней и заочной форм обучения.

Библиографический список

1. Л. А. Мироновский. Обзорный доклад «Сравнительный анализ прикладных пакетов программ для исследования динамических систем». СПб ГУАП.
2. И. В. Черных. «Simulink среда создания инженерных приложений». Москва «диалог-мифи». 2004 г. – 486 стр.
3. В. А. Боднер. «Системы управления летательными аппаратами». Москва «машиностроение». 1973 г. – 503 стр.
4. В. Ф. Худяков, В. А. Хабuzов. «Моделирование источников вторичного электропитания в среде MATLAB 7.x». СПб. 2008г. – 331стр.

УДК 629.7.063.6

А. И. Галенза

студент кафедры аэрокосмических приборов и измерительно-вычислительных комплексов

Р. Н. Малаханов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОДКАЧКИ И ПЕРЕКАЧКИ ТОПЛИВА НА САМОЛЕТЕ

Существующая методика расчетов системы подкачки и перекачки топлива на самолете [1], изложенная в [2], имеет ряд недостатков:

- для упрощения расчетов скорость движения топлива во всей системе принимается постоянной, что не обеспечивает получение оптимальных параметров топливной системы (ТС);
- расчет параметров осуществляется без учета ограничения максимальной скорости слива топлива в бак;
- не учитывается изменение расхода топлива двигателем во время полета;
- не учитываются требования относительно унификации типоразмеров трубопроводов.

Методика расчета, изложенная в [2], носит приближенный характер потому, что рассчитанные значения диаметров труб округляются до ближайших значений по [3], в результате чего скорость движения топлива в ТС может превысить максимальное значение.

При увеличении скорости движения топлива в ТС потери давления из-за гидравлических сопротивлений возрастают, а также увеличивается электролизация ТС, поэтому скорость топлива ограничивают.

Проектирование системы подкачки и перекачки топлива сводится к расчету параметров системы, которые обеспечивают ее минимальную массу, при заданных минимальных давлениях (на участках где установлены струйные насосы), ограничению максимальной скорости движения топлива и меняющемся во времени расходом топлива в системе.

Расчет массы ТС производится в соответствии с [4]. Следует отметить, что за счет уменьшения диаметров труб также достигается уменьшение массы агрегатов системы заправки (кранов, клапанов, переходников и пр.).

Первым шагом является разбиение трубопроводов системы перекачки на отдельные участки так, чтобы узлами являлись места разветвления трубопроводов (рис. 1). Участок представляет собой топливопровод заданной длины, на котором расход и местные сопротивления неизменны.

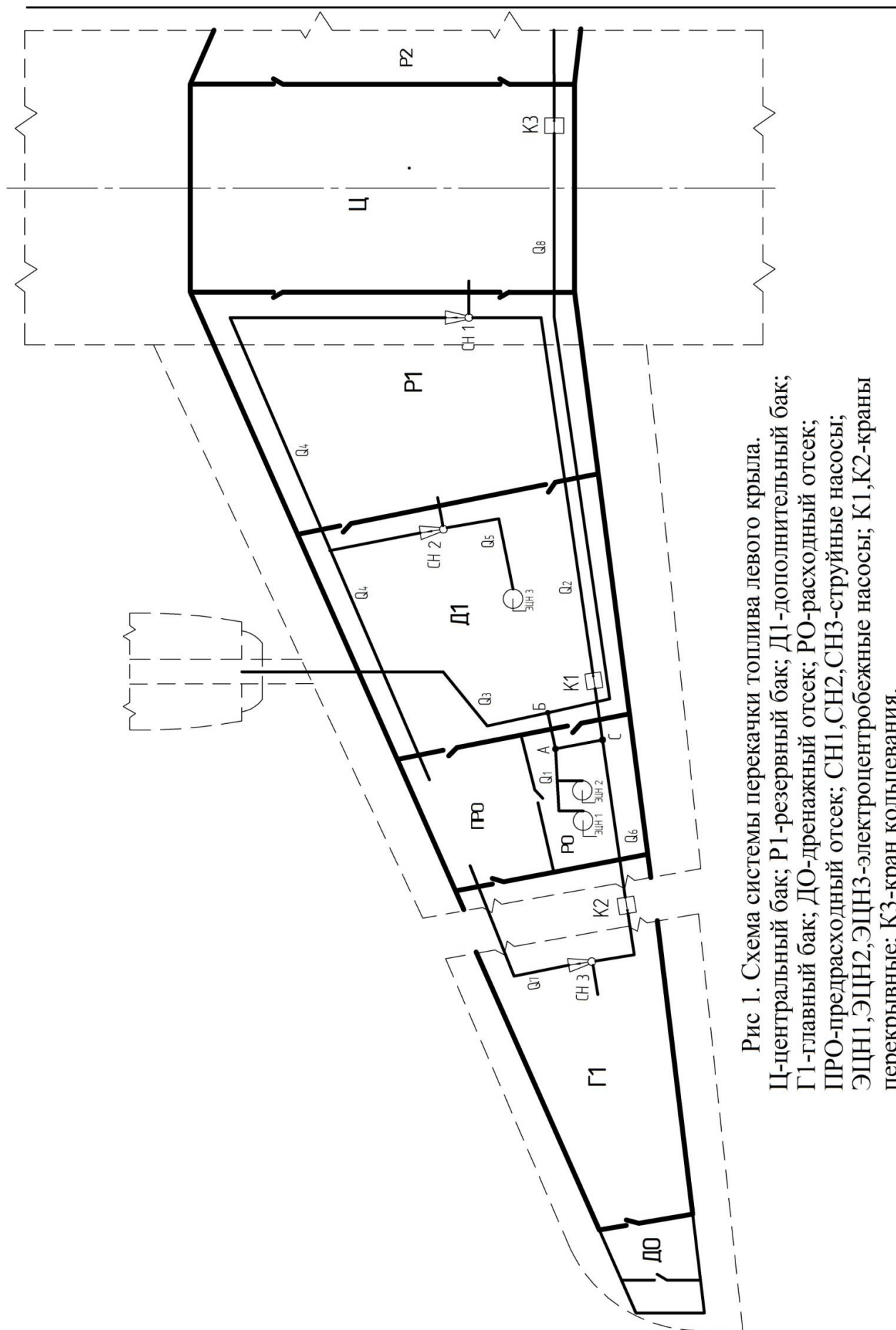


Рис 1. Схема системы перекачки топлива левого крыла.
 Ц-центральный бак; Р1-резервный бак; Д1-дополнительный бак;
 Г1-главный бак; ДО-дренажный отсек; РО-расходный отсек;
 ПР0-предрасходный отсек; СН1, СН2, СН3-струйные насосы;
 ЭЦН1, ЭЦН2, ЭЦН3-электроцентробежные насосы; К1, К2-краны
 перекрытые; К3-кран кольцевания.

Затем для каждого участка нужно найти ряд параметров, необходимых для дальнейших расчетов, а именно: расходы, местные сопротивления.

Расход на участке топливопровода со струйным насосом равен расходу перекачивающей рабочей жидкости, необходимой для работы этого насоса.

На участке топливопровода, идущего от струйного насоса, расход рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{CH} = Q_a + Q_{П},$$

где Q_{CH} – расход струйного насоса; Q_a – расход активной рабочей жидкости, $Q_{П}$ – расход перекачивающей рабочей жидкости.

Расход на участке топливопровода, идущего к двигателю, рассчитывается исходя из параметров силовой установки.

Расход на участке, где установлен кран кольцевания, равен расходу необходимому для запитывания второго двигателя.

Максимальный расход в системе получается только при взлете летательного аппарата (ЛА). В этот интервал времени топливо перекачивается из центрального бака в ПРО, также некоторое количество топлива переливается в ПРО самотеком:

$$Q_{max} = Q_c + Q_4,$$

где Q_{max} – максимальный расход топлива в системе; Q_c – количество топлива, перетекающее самотеком; Q_4 – расход струйного насоса СН1.

Кран К1 включается не сразу, а по сигнализатору уровня топлива в ПРО, что позволяет избежать переполнения ПРО.

После полного опустошения центрального бака, кран К1 перекрывает подачу топлива к струйному насосу СН1. В работу системы перекачки включается электроцентробежный насос ЭЦН3, который обеспечивает струйный насос СН2 перекачивающей рабочей жидкостью. В период работы ЭЦН3 топливо выкачивается из резервного бака Р1 и дополнительного бака Д1, так же некоторое количество топлива перетекает в ПРО самотеком.

Следующим выкачивается главный бак Г1. Это происходит после открытия крана К2 и вступления в работу струйного насоса СН3. Струйный насос СН4 предназначен для откачки топлива из дренажного отсека ДО. В период выкачивания главного бака количество топлива, переливающегося в ПРО самотеком, незначительно, так как крыло имеет наклон вниз.

Полный расход в системе одного крыла складывается из нескольких, а именно: потребляемый двигателем расход топлива и расход перекачивающей рабочей жидкости для струйных насосов, а также расход необходимый для запитывания второго двигателя в случае отказа его системы перекачки.

Полный расход в системе при взлете ЛА:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3,$$

где Q_1 – расход который необходимо вырабатывать ЭЦН для питания всей системы перекачки левого крыла; Q_2 – расход необходимый для работы струйного насоса в центральном баке (СН1); Q_3 – расход топлива потребляемый двигателем, в этот интервал времени полета ЛА расход будет максимальным.

При открытии крана К2 полный расход в системе изменится на следующий:

$$Q_1 = Q_3 + Q_6,$$

где Q_6 – расход необходимый для работы струйного насоса в главном баке (СН3).

В случае отказа системы перекачки второго крыла, когда кран кольцевания открыт, к выражениям полного расхода необходимо прибавить расход потребляемый двигателем второго крыла Q_8 .

Расход на i -ом участке трубопровода:

$$Q_i = v_i S_i = \frac{\pi}{2} d_i^2 v_i \quad (1)$$

Из формулы (1) выразим скорость:

$$v_i = \frac{4Q_i}{\pi d_i^2}; \quad (2)$$

и диаметр трубопровода:

$$d_i = \sqrt{\frac{4Q_i}{\pi v_i}}, \quad (3)$$

где S_i – площадь сечения трубопровода; v_i – скорость движения топлива на i -ом участке трубопровода; d_i – диаметр i -го участка трубопровода.

Подставив в (3) заданные максимальный расход потребляемый двигателем и скорость найдем диаметр третьего участка.

Так как на расход на восьмом участке будет равен расходу на третьем то и диаметры соответственно равны $d_3 = d_{11}$.

В узле Б параллельно соединены первый (от насосов подкачки в РО до узла Б, расстояние от узла А до узла Б незначительно, поэтому отдельно не рассчитывается) и третий участки, падение давлений в них определяется из выражений [1]:

$$P_A - P_D = \frac{\rho v_1^2}{2} \left(1 + \sum_1^n \zeta_1 + \Omega_1 \right) - \frac{\rho v_0^2}{2}; \quad (4)$$

$$P_A - P_D = \frac{\rho v_3^2}{2} \left(1 + \sum_1^m \zeta_3 + \Omega_3 \right) - \frac{\rho v_0^2}{2} \quad (5)$$

где $\Omega_i = \lambda l_i / d_i$; λ_i – коэффициент гидравлического трения по длине; l_i – длина участка трубопровода; $\gamma = \rho g$ – удельный вес топлива; ρ – плотность топлива; g – ускорение свободного падения.

Так как баки соединены между собой единой дренажной системой, то в них поддерживается одинаковое давление. Значит для обоих участков справедливо равенство:

$$P_A - P_D = P_A - P_D \quad (6)$$

Подставив (4) и (5) в (6), получим:

$$\frac{\rho v_1^2}{2} (1 + \sum \zeta_1 + \Omega_1) = \frac{\rho v_3^2}{2} (1 + \sum \zeta_3 + \Omega_3)$$

Выразив скорость через расход и диаметр трубопровода, получим:

$$\frac{\rho}{2} \left(\frac{4Q_1}{\pi d_1^2} \right)^2 (1 + \sum \zeta_1 + \Omega_1) = \frac{\rho}{2} \left(\frac{4Q_3}{\pi d_3^2} \right)^2 (1 + \sum \zeta_3 + \Omega_3)$$

После преобразований, получим:

$$\left(\frac{Q_1}{d_1^2} \right)^2 (1 + \sum \zeta_1 + \Omega_1) = \left(\frac{Q_3}{d_3^2} \right)^2 (1 + \sum \zeta_3 + \Omega_3)$$

Решается уравнение методом последовательных приближений. Рассчитав параметры третьего участка, диаметр трубопровода первого участка выбираем с учетом следующего равенства [1]:

$$d_1^2 = \sqrt{\frac{Q_1^2 (1 + \sum \zeta_3 + \Omega_3)}{\left(\frac{Q_3}{d_3^2} \right)^2 (1 + \sum \zeta_1 + \Omega_1)}}$$

Скорость движения топлива на первом участке трубопровода рассчитывается по формуле (2).

В узле А параллельно соединены первый и второй участки, исходя из этого расчет параметров второго участка производится аналогично расчету первого участка (расстояние от узла А до узла С незначительно поэтому отдельно не рассчитывается).

Так же необходимо учитывать что второй участок топливопровода ведет к струйному насосу СН1, а значит должно обеспечиваться на входе в насос минимальное давление для его работы [1]:

$$P_n \geq P_{\min}; \quad (7)$$

где P_n : – расчетное давление перед входом в насос; P_{\min} – минимальное давление перед входом в насос.

Расчет на пятом участке ведется аналогично расчету на третьем участке топливопровода, но также должно обеспечиваться условие (7).

Параметры четвертого и седьмого участков рассчитываются аналогично расчету параметров третьего участка, но так как они идут от струйных насосов на слив ПРО, на них накладывається ограничение по скорости (v_{\max}). Струйные насосы СН1 и СН2 работают по очереди поэтому после закрытия крана К1 расход струйного насоса СН2 будет рассчитываться как Q_4 .

В узле А параллельно соединены первый и шестой участки, исходя из этого расчет параметров шестого участка производится аналогично расчету первого участка.

Данная методика может быть применена для самолетов с произвольным количеством баков и двигателей.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54978-2012. Системы топливные самолетов и вертолетов. Термины и определения.
2. *Лещинер Л.Б., Ульянов И.Е., Тверецкий В.А.* Проектирование топливных систем самолетов. М.: Машиностроение, 1991. 312 с.
3. ОСТ 1 00243-93. Трубопроводы летательных аппаратов. Нормы рабочих давлений.
4. Методика 67-87. Определение массы топливной системы самолетов. 1987.
5. *Некрасов Б.Б.* Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах. М.: Машиностроение, 1967. 368 с.

УДК 629.7.018.3

С. Э. Гашков

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

А. П. Григорьев

аспирант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

АДАПТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ КОНТРОЛЕ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Применение при автоматизированной проверке знаний адаптивного тестирования позволяет повысить эффективность обучения за счет адаптации обучающего процесса под особенности каждого конкретного обучаемого. Исходя из того, что не имеется достоверной статистики для оценивания конкретного обучаемого, в рамках данной статьи предлагается рассмотреть применение методов нечеткой логики. Это позволит более качественно описать характеристики, как отдельных тестовых заданий, так и тестов в целом, и более точно интерпретировать результаты тестирования.

Тестовый контроль, как эффективная процедура оценки теоретических знаний, является неотъемлемой и необходимой составляющей любой автоматизированной системы обучения. В соответствии со сценарием обучения (рис. 1), обучаемые начинают изучение учебного материала по конкретной теме из предметной области читаемого лекционного курса. После изучения теоретических основ проводится тестирование, после которого студенту выставляется итоговая оценка. В

зависимости от этой оценки, обучаемый сразу приступает к практике, если получает «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» или «превосходно». Если же итоговая оценка имеет характер «малоудовлетворительно», «неудовлетворительно» или «нет знаний», то необходимо повторное изучение материала. Такой цикл теоретического этапа учебного процесса характерен для каждой новой учебной темы.



Рис. 1. Тестовый контроль знаний авиационных специалистов

В качестве шкалы оценивания взята 7-балльная шкала (таблица). Достоинством ее по сравнению с традиционной 4-балльной шкалой является более высокая различающая способность. Данную шкалу целесообразно применять, потому что вне зависимости от того, как студент будет отвечать на вопросы, итоговое количество вопросов будет равно семи.

Таблица соотношения между классической 4-балльной и 7-балльной шкалами

Результирующая ФП	Итоговая оценка по 7-балльной шкале	Оценка по 4-балльной шкале	Степень правильности ответов
0	Нет знаний	2	Неправильно
0,17	Неудовлетворительно	2	Почти неправильно
0,33	Малоудовлетворительно	3–	Неточно
0,5	Удовлетворительно	3	Неполно
0,67	Хорошо	4	Не совсем правильно
0,84	Отлично	5	Почти правильно
1	Преисходно	5+	Правильно

Согласно сценарию (рис. 2) обучаемому для ответа последовательно предлагаются тестовые задания, по окончании которых производится оценка правильности работы в 7-балльной шкале оценивания.

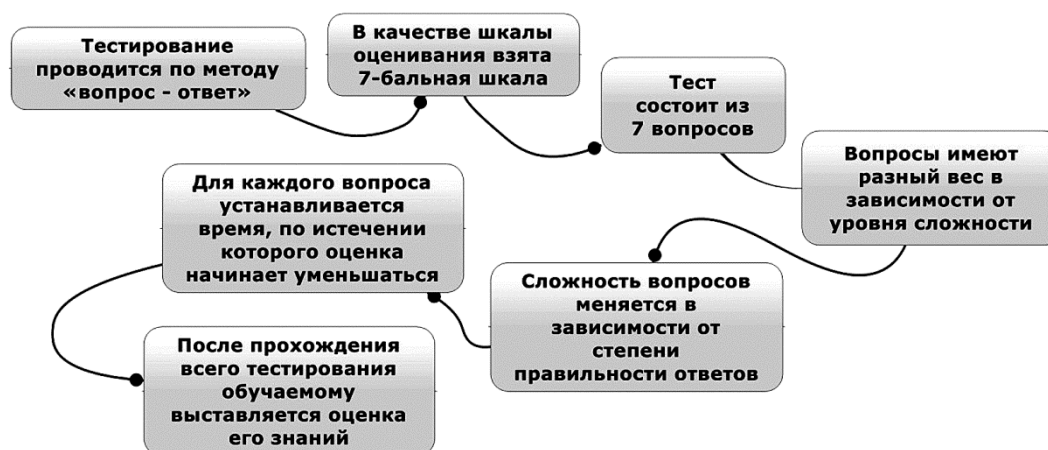


Рис. 2. Сценарий адаптивного тестирования

Тест состоит из 7 вопросов. Задания многовариантные – на каждый вопрос имеется 8 вариантов ответа, несколько из которых правильные (от 2-х до 4-х правильных), и сколько из этих правильных выберет обучаемый – на столько он и приблизился к правильному ответу по теории нечеткой логики [1].

Вопросы имеют разный вес в зависимости от уровня сложности. Всего три уровня сложности: легкие, средние и сложные вопросы. Сложность вопросов меняется в зависимости от степени правильности ответов. Как меняется сложность наглядно показано на алгоритме (рис. 3).

Для каждого вопроса устанавливается время, по истечении которого оценка начинает уменьшаться. Учет времени введен для того, что бы исключить возможность несамостоятельного ответа на вопросы [2]. Максимальное время, в течение которого уменьшения оценки не происходит, равно 30 секундам, чтобы обучаемый успел прочитать вопрос и варианты ответов, осмыслить их и выбрать ответ. По истечении этого времени оценка начинает уменьшаться.

Соответственно, после прохождения всего тестирования обучаемому выставляется оценка его знаний, по 7-балльной шкале. После прохождения всего теста подсчитывается результирующая функция принадлежности (ФП) всех 7-ми вопросов. Далее, мы сравниваем эту полученную результирующую с эталонной ФП каждой оценки нашей шкалы. В качестве итоговой оценки принимается та, разность функций которой наименьшая.

Рассмотрим сам алгоритм (см. рис. 3). Квадратами показаны условные обозначения степени правильности ответа на каждый вопрос. Левый квадрат включает «неправильно», «почти неправильно» и «неточно». Центральный квадрат обозначает степень правильности соответствующую значениям «неполно» и «не совсем правильно». И правый – «почти правильно» и «правильно». Тестирование начинается с предположения, что обучаемый имеет средний уровень подготовки. Соответственно, первый вопрос обучаемому выдается среднего уровня сложности. После выбора вариантов ответа, оценивается степень их правильности. И в зависимости от правильности ответов сложность задания либо меняется, либо остается неизменной.

Теперь рассмотрим, как подсчитывается оценка каждого задания на примере теста, в котором из 8-ми вариантов ответа – 4 правильных (рис. 4). Первый шаг – подсчитывается ФП в зависимости от соотношения правильных и неправильных ответов. Если неправильных ответов 4 или больше, ФП автоматически становится равной 0. Второй шаг – высчитанная ФП умножается на коэффициент сложности. Далее, умножаем на коэффициент времени. И в завершение, полученная ФП сравнивается с эталонными ФП каждой оценки.

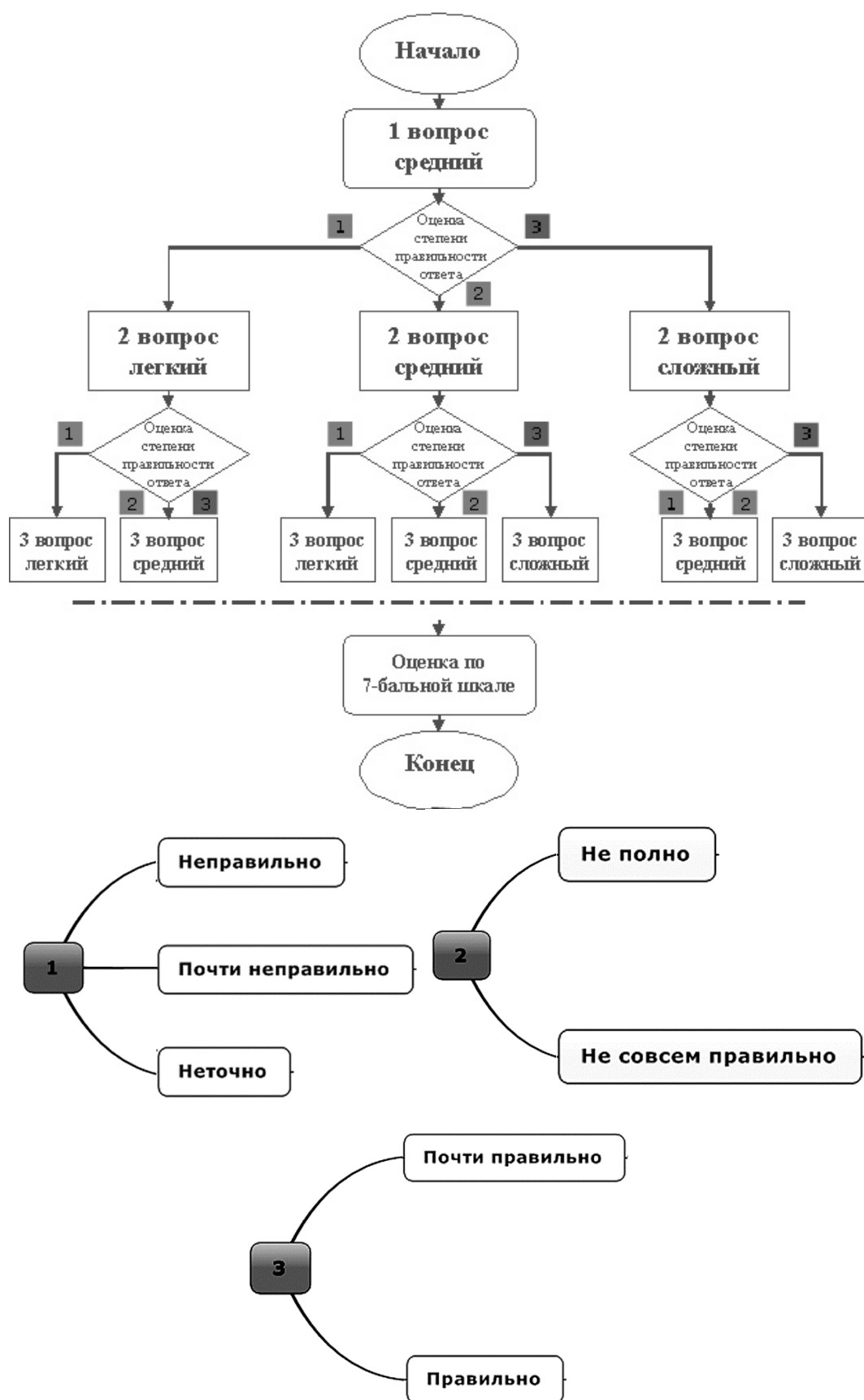


Рис. 3. Алгоритм изменения уровня сложности

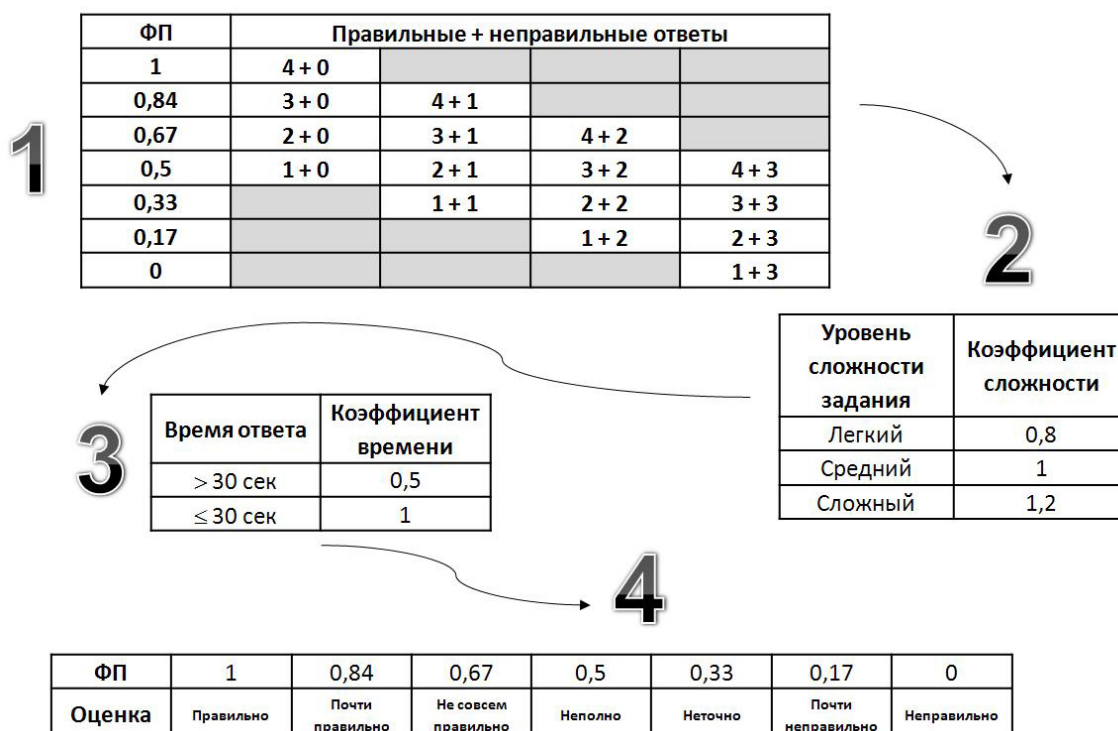


Рис. 4. Алгоритм подсчета оценки

Пути дальнейшего развития:

- порог изменения уровня сложности. Перед сменой сложности тестируемый должен два раза подряд дать одинаковые ответы. Это сделано для того, чтобы исключить вероятность угадывания;
- дополнительные баллы за оставшееся время. При этом оценка будет повышаться, только если в результате студент получил «удовлетворительно» и выше. Это исключит намеренно быстрые ответы при незнании материала;
- подсказки. При применении подсказки убираются два неправильных ответа, и итоговая оценка умножается на коэффициент 0,66.

Таким образом, наличие в составе адаптированной обучающей системы тестирования с использованием методов нечеткой логики позволяет более качественно интерпретировать результаты тестирования, что обеспечивает адекватную оценку знаний и повышает качество обучения.

Библиографический список

1. Батыршин И. З. Основные операции нечеткой логики и их обобщения. Казань: Отечество, 2001. 100 с.
2. Дуплик С. В. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике // Информатика и образование. 2004. С. 57-65.

УДК 629.7.018.3

С. Э. Гашков, А. А. Орлов

студенты кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

А. П. Григорьев

научный руководитель

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный консультант

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Современные требования образовательных стандартов, реализуемых высшей школой, предполагают сокращение часов, отводимых на лекционные аудиторные занятия. Это, в свою очередь, требует от преподавателя переосмысления подходов, используемых при реализации самостоятельной работы (СР) студентов в рамках курса читаемой дисциплины. С другой стороны использование современных подходов к организации СР [4] позволяет существенно интенсифицировать учебный процесс (УП) за счет дистанционного внеаудиторного подхода, а также существенно разгрузить преподавателя. Следует заметить, что в рамках новой образовательной парадигмы ключевую роль играют интеллектуальные (адаптивные [6]) подходы, которые реализуют адаптацию [8] и индивидуализацию процесса обучения [5], учитывают психолого-педагогические аспекты подготовки и позволяют более эффективно использовать элементы дистанционного обучения в УП.

Очевидно, что от надлежащего качества реализации самостоятельной внеаудиторной работы преподавателем, существенно зависит эффективность теоретической подготовки обучаемых вуза [4].

Резюмируя все вышесказанное, можно отметить, что перед преподавателем высшей школы стоит серьезная, насущная и актуальная задача по переосмыслению подходов при реализации СР студентов, по разработке новых методик и подходов в обучении, реализации переоснащения учебной материально-технической, методической и дидактической баз [13].

Самостоятельная работа обучаемого становится основой образовательного процесса, способом формирования профессионализма, готовности к самообразованию и непрерывному обучению в условиях быстрой смены задач. Она способствует расширению знаний, формированию интереса и способностей к познавательной деятельности. Акцент на СР требует перехода от традиционной системы преподавания с доминирующей ролью преподавателя к системе обучения, в которой студент выступает в качестве активного и мотивированного субъекта. Преподаватель осуществляет организацию и управление УП, стимулируя развитие креативных способностей, необходимых для будущей профессиональной деятельности [13].

Основные виды технологий, используемые преподавателями кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (кафедра № 11 ГУАП) в УП при реализации СР обучаемых были перечислены и подробно рассмотрены в [4].

В этой связи все большее значение в образовании приобретают инновационные подходы с акцентом не просто на доминирование СР, но и на формирование компетенций [1], проявляющихся в способности решать научные проблемы и прикладные инженерные задачи в своей повседневной профессиональной деятельности. Однако, сокращение аудиторных часов занятий, приводит к ухудшению теоретической подготовки, таким образом, возникают «пробелы» в знаниях, то есть отсутствует надлежащая база для выработки умений в рамках практических занятий, и как следствие, возникает вопрос о потенциальной возможности получения умений, навыков и компетенций (рис. 1).



Рис. 1. Иерархическая структура концептуальной модели деятельности человека

При отсутствии надлежащей базы знаний и умений, не представляется возможной организация адаптации к сложности учебного материала. Наличие у обучаемых неполных фрагментарных знаний и навыков затрудняет как текущий, так и итоговый контроль знаний [2, 12], не позволяет говорить о получении адекватных эталонных и фактических моделях обучаемых, затрудняет решение задачи классификации и дифференциации обучаемых на отдельные группы [3], тем самым существенно снижается возможность интеллектуализации и интенсификации процесса обучения. Помимо всего прочего в рамках современной образовательной парадигмы основные направления выработки компетенций осуществляется за счет требований «предприятия-заказчика», то есть предварительно и в директивной форме формируется необходимый список требований к кандидату на возможную вакантную должность. При таком подходе необходимо глубокое интегрирование «предприятия-заказчика» в педагогический процесс высшей профессиональной школы, не только на уровне создания базовых кафедр и тематических аудиторий на территории отдельных вузов, но и с точки зрения профессионального ориентирования студентов, разработки методик обучения, формирования отдельных курсов дисциплин, изменения или модернизации текущей материально-технической и дидактической баз. В ряде российских вузов существуют программы сквозной подготовки и целевого набора обучаемых на ряд актуальных и востребованных промышленных специальностей. К сожалению, это не всегда приносит ощутимый результат, и «на выходе», зачастую, «предприятие-заказчик» редко получает квалифицированных и компетентных специалистов.

Учитывая тот факт, что большая часть работы по освоению теоретического материала осуществляется в рамках СР обучаемого, то необходимы эффективные средства самоорганизации студентов, а также элементы самодиагностики знаний. Таким образом, при внеаудиторном обучении отмечается существенное снижение экспертного надзора преподавателя, и данную тенденцию необходимо компенсировать за счет стимулирования самостоятельной познавательной деятельности, развития творческого потенциала и ответственности. Выработке данных личностных качеств обучаемого способствуют современные информационные технологии подготовки [9] и методы организации СР обучаемых [4].

Необходимо отметить, что результативность внеаудиторной СР студентов во многом определяется не только наличием электронных учебных пособий по целому ряду специальных дисциплин, например, таких как [11], но и наличием активных методов контроля внеаудиторной успеваемости – как на промежуточном (рубежное тестирование), так и на итоговом уровне [14]. А также наличием эффективных алгоритмов и методов диагностики и восстановления утраченных и/или

недополученных в процессе обучения знаний [3], что, в свою очередь, невозможно без разработки качественно новых моделей содержания [10], освоения и усвоения теоретического материала [5], а также применения инновационных, интеллектуальных подходов к процессу адаптации [8] и индивидуализации обучения [3–5].

На кафедре 11 аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов ГУАП применяется модульно-рейтинговая система [7, 14] оценки успеваемости обучаемых, которая позволяет с максимальной объективностью установить уровень знаний студентов на различных стадиях УП, позволяет добиться более качественной и ритмичной работы студента в семестре, стимулирует познавательную и творческую активность [4].

Рассмотрим предложенную авторами статьи схему УП (рис. 2), реализующую компетентностный подход при подготовке специалистов высшей технической школы аэрокосмического профиля.

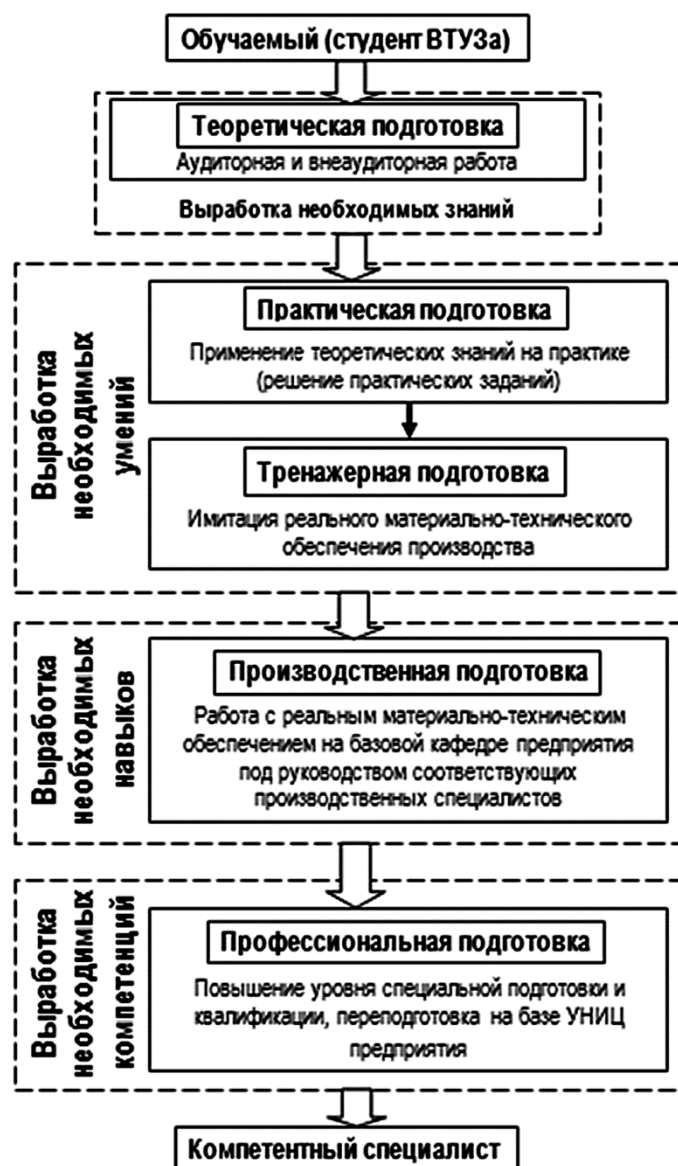


Рис. 2. Схема УП, реализующая компетентностный подход при подготовке специалистов аэрокосмического профиля

В соответствии с концептуальной моделью рассмотренной на рис. 2, обучение начинается с теоретической подготовки, основная задача которой – выработка теоретических знаний. Данному

этапу может предшествовать входное тестирование [2], направленное на выявление остаточных знаний, построение индивидуальной траектории обучения, дифференциация обучаемых по успеваемости на отдельные группы и т. д. По завершении первого этапа обучения производится промежуточный тестовый контроль [2, 12], в задачу которого входит установление уровня теоретических знаний. Выработка необходимых профессиональных умений осуществляется на втором и третьем этапах обучения: в рамках практической и тренажерной подготовок. Рассмотренные этапы заканчиваются задачным контролем промежуточным и итоговым соответственно. Для выработки необходимых навыков в рамках занятий на базовых кафедрах предприятия осуществляется работа с реальным материально-техническим обеспечением (измерительная, контрольно-проверочная аппаратура и т. д.). Завершается данный этап профориентационным тестированием на установление служебных соответствий. По результатам профориентационного тестирования осуществляется повышение квалификации специалистов или же переподготовка, дообучение, перепрофилирование на базе учебного научного инновационного центра (УНИЦ) предприятия силами соответствующих экспертов-специалистов. Предыдущий этап обучения заканчивается итоговой аттестацией по специальности, проводимой группой экспертов УНИЦ или кадровой комиссией предприятия, основная задача которой – установление уровня профессиональных компетенций специалиста. По положительным результатам аттестации в распоряжение предприятия поступает компетентный специалист, способный решать широкий спектр научных проблем и инженерных задач в своей повседневной профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Андрюхина Т.Н. Проектирование и реализация компетентностной модели профессиональной подготовки специалистов автомобильного транспорта // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Психолого-педагогические науки. - Вып. 1(9). - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. - С. 3-7.
2. Глова В.И., Дуплик С.В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан, гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. 2003 г. №2. С. 74 - 79.
3. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Графосемантический подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
4. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Организация самостоятельной работы при подготовке авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
5. Григорьев А. П. Керн Е. С. Разработка модели содержания и усвоения учебного материала в автоматизированных обучающих системах. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
6. Дуплик С. В. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике // Информатика и образование. – 2004 г. - N 11. - С. 57-65.
7. Ерников С., Лобовая Т., Филиппов С. и др. Опыт использования рейтинговой системы // Высшее образование в России. – 1998. – №1.
8. Зайцева Л. В. «Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения» №6(3), 2003 г.
9. Кузнецова И. В. Профессиональная подготовка специалиста и информационные технологии // Высшее образование сегодня. - 2007. -№12. - С. 51-54.
10. Лаптев В. В. Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010 г. №2.
11. Мамаев В. Я., Синяков А. Н., К. К. Петров, Д. А. Горбунов Воздушная навигация и элементы самолетовождения. Учебное пособие. СПб, 2002 г. 256 с.
12. Нейман Ю. М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000 г.
13. Пичкова Л. С. Организация самостоятельной работы студентов как фактор формирования профессионально значимых компетенций // Пути повышения конкурентоспособности экономики России в условиях глобализации, Мат. Конф. МГИМО (У) МИД РФ. – М.:МГИМО (У), 2008.
14. Тьчина И. И. Модульная организация учебного процесса. Рейтинговая система контроля успеваемости студентов. – К.: УГПУ, 1990.

УДК 629.7.018.3

В. В. Голубев, В. С. Егоров

студенты кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. П. Григорьев

научный руководитель

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный консультант

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Современный этап развития общества, характеризуется интенсивной информатизацией, непрерывной и быстрой сменой технологий, автоматизацией всех отраслей промышленности, ускоренным переоснащением производства, а также реализацией новых подходов в управлении предприятием, что существенно повышает требования, предъявляемые к профессиональной подготовке будущих специалистов, и их профессиональным компетенциям (ПК) [1, 12]. Таким образом, требования, предъявляемые к качеству образования, реализуемого высшей школой в настоящее время, отличаются дифференцируемостью и высокой интенсификацией процесса обучения. Перед вузом возникает сложная, нетривиальная задача по разработке и/или модернизации текущей методической и дидактической базы. Под методической базой понимают перечень методик и алгоритмов организации отдельных этапов обучения, а дидактическая база – это материально-техническое обеспечение всего процесса обучения. К дидактической базе относят: электронные учебные и методические пособия, контрольные тестовые вопросы и задачи, презентационные, раздаточные и прочие материалы.

Подготовка авиационных специалистов с учетом современных требований рынка труда, должна осуществляться на качественно новой основе, отвечающей требованиям современности. Основой информационно-дидактической базы формирования ПК в рамках компетентностной модели подготовки является использование современных образовательных технологий, направленных на информатизацию, дифференциацию и индивидуализацию учебного процесса, при существенном повышении значимости самостоятельной работы (СР) обучающихся [4]. Особое внимание следует уделить процедуре дистанционной самодиагностики и процессу восстановления утраченных, или недостаточных знаний [3], что, в свою очередь, невозможно без разработки качественно новых моделей содержания [9], освоения и усвоения теоретического материала [5], а также применения инновационных (в данном случае интеллектуальных) подходов к процессу адаптации [7] и индивидуализации обучения [3–5].

Одним из эффективных путей решения этой задачи является использование информационных технологий, существенные преимущества, применения которых перечислены ниже.

1. Наглядное и образное представление информации, позволяющее иллюстрировать или моделировать динамические процессы, которые с помощью обычных учебных средств представляются и осваиваются достаточно тяжело.

2. Разгрузка преподавателей от ряда трудоемких и монотонно повторяющихся операций по представлению учебной информации и контролю, диагностики и восстановлению знаний.

3. Проявление активного интереса к изучаемому предмету и, как следствие, акселерация процесса обучения с более качественным и глубоким усвоением теоретического материала.

4. Обеспечение индивидуализации и дифференциации процесса обучения за счет реализации возможностей интерактивного диалога, разработки индивидуальной траектории обучения и т. д. [3]. По ряду психолого-педагогических причин одни обучаемые усваивают материал быстрее других, поэтому обучение тех и других в одной группе малоэффективно. Как следствие необходимо осуществлять дифференциацию обучаемых по отдельным группам в зависимости от успеваемости. Поскольку обучение с точки зрения когнитивной психологии индивидуально, то данный процесс следует организовать таким образом, чтобы каждый обучаемый мог проходить программу соответ-

ственно своим индивидуальным особенностям [3–5].

5. Возможность организации взаимодействия преподаватель – обучаемый (интерактивный диалог) в реальном масштабе времени. Своевременное знание результатов своей работы существенно стимулируют выполнение очередного задания. Обучение осуществляется эффективнее, если учащийся «узнает результат» каждого своего ответа незамедлительно. В настоящее время наши учащиеся вынуждены часто подолгу ждать результатов своего ответа, за счет внеаудиторной постобработки результатов преподавателем, что существенно тормозит обучение и снижает уровень интереса и познавательной активности.

6. Возможность использования адаптивных подходов, как при изучении теоретического материала, так и при проведении контроля знаний. Трудности, которые учащемуся необходимо преодолеть, должны возникать перед ним последовательно одна за другой, а успешное их преодоление развивать высокий уровень усвоения материала и активность.

Обучение осуществляется быстрее, если программа по предмету построена по адаптивному принципу последовательного усложнения материала. Занятия следует начинать с самых простых заданий, для выполнения которых учащийся уже владеет необходимыми знаниями. Постоянно и постепенно уровень сложности теоретического материала повышается. Это продолжается до тех пор, пока не будет достигнута желаемый уровень знаний.

7. Высокая степень СР обучаемых в глобальном информационном пространстве интернет (проблемно-поисковые технологии), что является фактором значительной активизации познавательного процесса [4].

Информатизация системы образования реализуется посредством разработки электронных образовательных ресурсов, цель применения которых состоит в обеспечении активизации самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучаемых, развитии практических навыков, умений и творческих способностей.

Использование информационных технологий в профессиональной подготовке специалистов можно представить в следующем виде (рис. 1).



Рис. 1. Использование информационных технологий в профессиональной подготовке авиационных специалистов

Значимая роль среди средств, используемых при организации СР студентов, сегодня принадлежит электронным учебным, методическим пособиям и учебникам. На кафедре аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения разрабатываются и эффективно внедряются в учебный процесс электронные учебные пособия по целому ряду специальных дисциплин (например [10]).

Простейшим инструментальным средством разработки электронных пособий является приложение PowerPoint [1], имеющееся в составе пакета Microsoft Office. Данное приложение ориентировано на подготовку презентационных слайд-роликов. Для достижения большего эффекта от применения презентаций PowerPoint целесообразно сочетать ее с другими программными средствами, такими как Компас, AutoCAD, Solid Works, Mathcad, MatLab, LabView и пр.).

Электронные учебные пособия могут быть использованы обучаемыми в рамках аудиторных и внеаудиторных занятий под руководством преподавателя или же самостоятельно, при выполнении лабораторных и расчетных работ, практических заданий, написании курсовых и дипломных проектов [8].

Использование информационных технологий в компетентностной модели подготовки авиационных специалистов позволяет также организовать эффективный процесс проверки преподавателем и самопроверки обучающимся сформированности профессиональных компетенций. Этому способствуют широкая номенклатура контрольных тестовых заданий классического [2], адаптивного [6], закрытого и открытого типов [11], которые включаются в каждое отдельное электронное учебное, методическое пособие и/или учебник.

Реализация компетентностного подхода в высшей профессиональной школе невозможна без повышения роли СР обучающихся [4]. Широкое использование информационных технологий позволит не только интенсифицировать и индивидуализировать учебный процесс, но и развить самостоятельность, подготовить и адаптировать студентов к современным требованиям профессиональной среды.

Библиографический список

1. Андрюхина Т.Н. Проектирование и реализация компетентностной модели профессиональной подготовки специалистов автомобильного транспорта // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Психолого-педагогические науки. - Вып. 1(9). - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. - С. 3-7.
2. Глова В.И., Дуплик С.В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан, гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. 2003 г. №2. С. 74 - 79.
3. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Графосемантический подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
4. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Организация самостоятельной работы при подготовке авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
5. Григорьев А. П. Керн Е. С. Разработка модели содержания и усвоения учебного материала в автоматизированных обучающих системах. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
6. Дуплик С. В. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике // Информатика и образование. – 2004 г. - N 11. - С. 57-65.
7. Зайцева Л. В. «Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения» №6(3), 2003 г.
8. Кузнецова И.В. Профессиональная подготовка специалиста и информационные технологии // Высшее образование сегодня. - 2007. -№12. - С. 51-54.
9. Лаптев В. В. Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010 г. №2.
10. Мамаев В. Я., Синяков А. Н., К. К. Петров, Д. А. Горбунов Воздушная навигация и элементы самолетовождения. Учебное пособие. СПб, 2002 г. 256 с.
11. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000 г.
12. Пичкова Л. С. Организация самостоятельной работы студентов как фактор формирования профессионально значимых компетенций // Пути повышения конкурентоспособности экономики России в условиях глобализации, Мат. Конф. МГИМО (У) МИД РФ. – М.:МГИМО (У), 2008.

УДК 629.7.018.3

В. В. Голубев

студент кафедры компьютерного проектирования аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. П. Григорьев

научный руководитель

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный консультант

НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИМУЛЯТОР С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПОДБОРОМ ПЕРСЕПТРОННОЙ ТОПОЛОГИИ СЕТИ

В статье [3] сформулирован гибридный нейро-графосемантический подход к решению задач контроля, диагностики, восстановления знаний, а также построения индивидуальной траектории изучения теоретического материала по дисциплине «Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения» при реализации теоретического обучения, как управляемого и контролируемого процесса решения тестовых заданий.

Графосемантическое структурирование учебного материала, представление и доступ к знаниям подробно рассмотрены в [5]; разработка классических и адаптивных алгоритмов в [2]; процедура контроля знаний закрытого типа представлена в [1].

Использование слабосвязной однослойной ИНС прямого распространения сигнала на базе персептронного нейрона (ПН) [6], накладывает определенные точностные ограничения на адекватность нейросетевых моделей. Таким образом, вопросы, связанные с выбором топологии сети, обучением на конкретных контрольных и тестовых выборках, являются центральными, при реализации рассмотренного подхода. Свиридовым А. П. и Слесаревым Н. А. на базе многослойных персептронных нейросетей получена адекватность тестовых моделей контроля знаний, которая составила 90,1%. Необходимо и достаточно для реализации нейро-графосемантического подхода получить значения адекватности не менее 95%.

В связи с этим возникает необходимость в модернизации рассмотренного в статье [4] алгоритма автоматизированного подбора топологии сети с учетом, новых точностных ограничений, а также в связи с использованием негладких активационных функций типа Hardlim.

Выбор архитектуры ИНС осуществляется в соответствии с особенностями и сложностью задачи. При этом разработчик руководствуется несколькими основополагающими принципами [7]:

- возможности сети возрастают с увеличением числа ячеек сети, плотности связей между ними и числом выделенных слоев;
- введение обратных связей наряду с увеличением возможностей сети поднимает вопрос о так называемой динамической устойчивости сети.

Так как проблема синтеза ИНС сильно зависит от решаемой задачи, то общих рекомендаций не существует. В большинстве случаев оптимальный вариант получается на основе интуитивного, эмпирического подбора, который отнимает у разработчика много времени.

В данной статье предлагается модернизация алгоритма, рассмотренного в [4] для автоматического подбора топологии сети. Такой алгоритм, реализованный в виде симулятора для компьютерного моделирования ИНС, позволяет существенно сократить время на разработку, отладку и исследование нейронных сетей.

Рассмотрим предложенный алгоритм поэтапно.

1. Осуществляется ввод исходных данных: матрицы входных воздействий (обучающие статистики, контрольные статистики, тестовые статистики), матрицы целей (эталонные и реальные значения сигнала на выходе сети), задается тип активационной функций Hardlim.

2. Создается сеть с заданными параметрами.

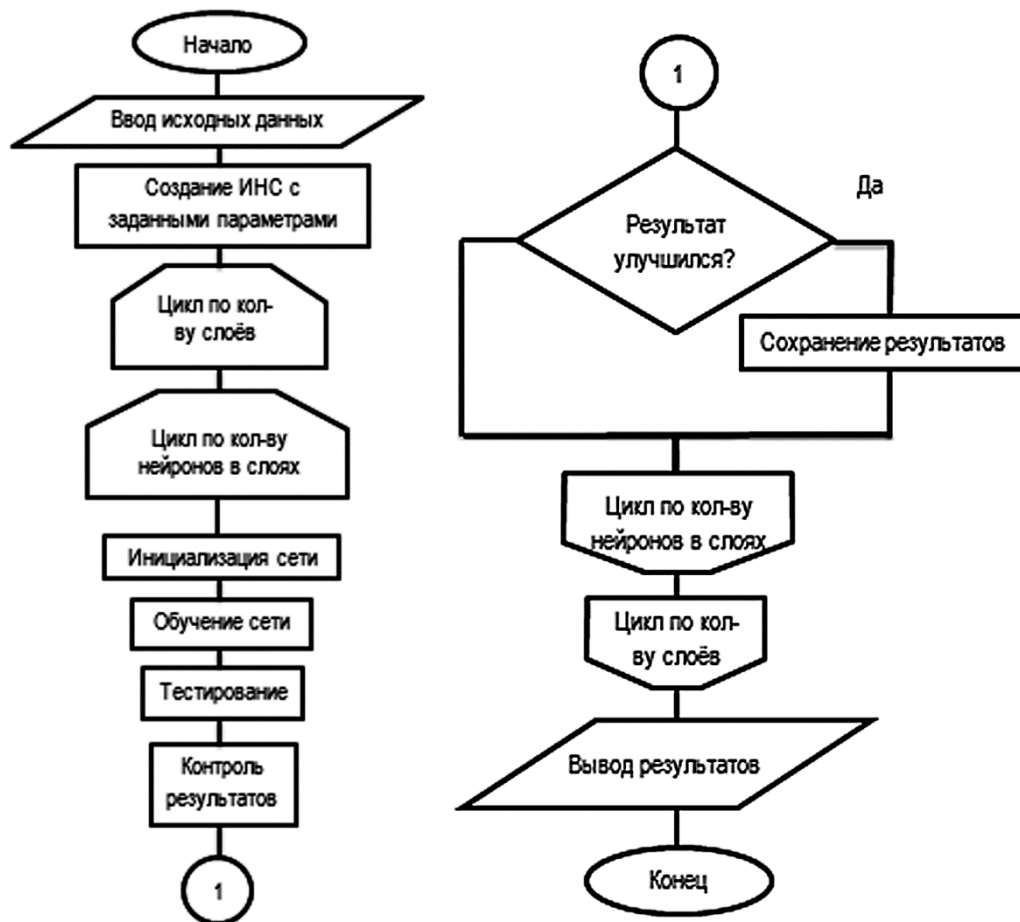


Рис. 1. Блок-схема алгоритма для автоматического подбора топологии сети

3. Производится инициализация сети, то есть задание начальных весов синаптических связей. Обычно веса задаются случайным образом с помощью специальной команды.

4. Осуществляется обучение сети, то есть веса подбираются таким образом, чтобы взаимно однозначно связать значения на входе (матрица из обучающих статистик) с эталонными значениями матрицы целей на выходе сети.

5. Проверяется качество обучения сети по контрольной статистике, которая подается на вход сети. Ответ ИНС сравнивается с эталонным значением матрицы целей на выходе сети.

6. Осуществляется контроль результатов подбора топологии сети. В качестве количественной характеристики качества подбора можно использовать норму разности двух матриц целей – эталонной E и реальной A . Чем эта разность меньше, тем расстояние между матрицами E и A в конечномерном пространстве матриц меньше и, следовательно, выбранная архитектура сети соответствует требованиям качества. Так как все нормы в конечномерном пространстве эквивалентны, то можно выбрать любую из четырех известных. В данной работе используется норма разности Гильберта-Шмидта.

7. Сравнивается определенный коэффициент качества сети и последний наилучший коэффициент, если новая сеть лучше ранее сохраненной, то она становится оптимальной на текущем шаге и далее будет участвовать в обработке.

8. Все параметры оптимальной топологии сети сохраняются и выводятся по требованию пользователя.

По рассмотренной блок-схеме алгоритма в М-файле программы MATLAB разработана программа, осуществляющая имитационное моделирование ИНС. Графическая оболочка для данной программы разработана в пакете расширения MATLABGUIDE.

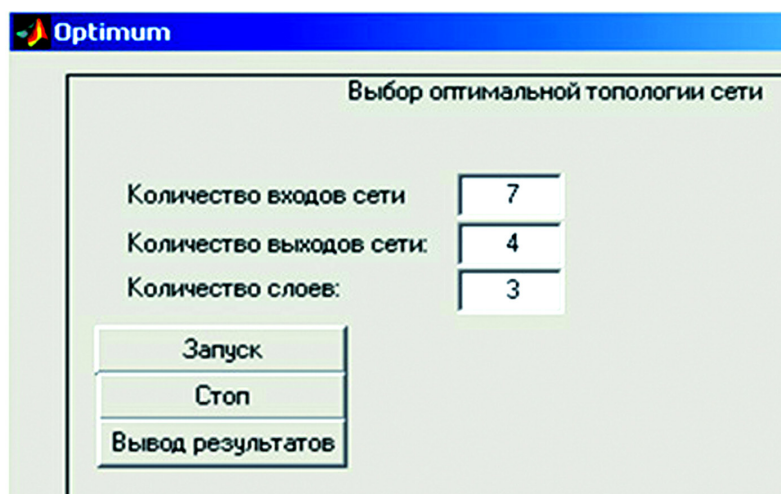


Рис. 2. Графическая оболочка разработанной программы

Пользователь перед началом работы с графическим окном задает матрицы входных воздействий и матрицу целей. Для сужения области поиска, имеется возможность настраивать дополнительные параметры сети в окне (рис. 2). Далее следует произвести обработку, нажав кнопку «Запуск». Подбор топологии сети может занять достаточно долгое время, поэтому при необходимости процедуру можно остановить, нажатием клавиши «Стоп». Кнопка «Вывод результатов» позволяет вывести параметры топологии наилучшей ИНС.

Библиографический список

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. М.: АДЕПТ, 1998.
2. Глова В.И., Дуплик С.В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан. гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. 2003. №2. С. 74 - 79.
3. Григорьев А. П. Нейросетевой подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний оператора-навигатора. Сборник докладов научной сессии ГУАП. Ч.1.СПб.: ГУАП, 2013. С. 18-21.
4. Григорьев А. П. «Нейросетевой симулятор с автоматическим подбором топологии сети» 64 студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2011. 441 с.
5. Лаптев В. В. Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. №2.
6. Сивохин А.В., Лушников А.А., Шибанов С. В. Лабораторный практикум. Искусственные нейронные сети. – Пенза, 2004.
7. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд.: Пер. с англ. М: Вильямс, 2006. 1103 с. М: Финансы и статистика, 2004. 320 с.

УДК 629.7.018.3

В. С. Егоров

студент кафедры компьютерного проектирования аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. П. Григорьев

аспирант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО АДАПТИВНОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ НАВИГАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ

С 2011–12 учебного года все российские вузы переходят на федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) третьего поколения. В связи с этим, в высшей школе, в том числе и в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения (ГУАП) внедряются новые образовательные стандарты, характеризующиеся повышенной интенсификацией и информатизацией образовательного процесса (ОП), существенным сокращением часов отводимых на аудиторные лекционные и практические занятия. Таким образом, значительный объем теоретического учебного материала (УМ) самостоятельно осваивается обучаемыми, все большее значение приобретают инновационные подходы с акцентом на формирование компетенций [1], проявляющихся в способности решать научные проблемы и прикладные инженерные задачи в своей повседневной профессиональной деятельности [5]. Акцент на самостоятельную работу (СР) требует перехода от традиционной системы преподавания с доминирующей ролью преподавателя к обучению, в которой студент выступает в качестве активного и мотивированного субъекта, а роль преподавателя частично возлагается на персональный компьютер (ПК), который используется, прежде всего, как источник получения теоретического УМ из предметной области (ПрО) дисциплины.

Компьютеризация ОП и внедрение автоматизированных обучающих систем (АОС) позволяет не только разгрузить преподавателя, но и реализовать сквозную непрерывную подготовку высококвалифицированных кадров, способных решать широкий спектр прикладных инженерных задач.

Проектирование АОС сложный и трудоемкий процесс, при котором возникает целый ряд нетривиальных сложно формализуемых задач таких как: структурирование, представление и доступ к знаниям, индивидуализация маршрута обучения, ранжирование сложности теоретического материала и контрольных заданий моделирование процессов освоения и усвоения УМ предметной области, разработка классических и адаптивных алгоритмов контроля знаний всех видов.

Очевидно, что важной частью любой АОС, без которой немислимо функционирование системы, – это процедура оценки знаний (контроль, диагностика, восстановление). При этом во многом качество и адекватность АОС зависит от тех алгоритмов, которые заложены в систему контроля знаний. В настоящее время тестовый контроль является наиболее перспективным средством оценки знаний, хорошо зарекомендовавшим себя в различных отраслях и сферах. Разработка тестовых заданий (ТЗ) и обработка результатов тестирования подробно изложены в работах Аванесова и Неймана, а известные модели тестирования, в том числе и наиболее перспективные в настоящее время – адаптивные ТЗ – в [3].

Тестовые задания, ориентированные на использование в дистанционном контроле и системах самодиагностики знаний, учитывают время ответа обучаемого на конкретный вопрос определенной сложности, при общих тенденциях к снижению вероятности угадывания и/или случайным верным/неверным ответам. При реализации любой модели тестирования необходимо выбрать какую-либо шкалу оценивания знаний, обращая внимание на то, что ряд авторов рекомендуют использовать несколько.

В рамках данной статьи рассматривается сценарный метод тестирования навигационных знаний, реализованный на кафедре аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

ГУАП по УМ из Про курса «Бортовые цифровые вычислительные комплексы навигации и самолето-вождения». Данный метод позволяет эффективно использовать целый ряд алгоритмов и программ, широкую номенклатуру шкал оценивания знаний, что гарантирует с одной стороны адаптивность и дистанционность, а с другой позволит преподавателю варьировать сценарий обучения, выбирая тот или иной вариант исходя из собственного эмпирического знания, подготовленности обучаемых, продолжительности курса и т. д.

Для осуществления тестового контроля знаний выбраны как классические алгоритмы реализации тестирования знаний, описанные в [3], так и их модификации, применяемые авторами данной статьи. В качестве программой среды, выбран язык программирования PHP, позволяющий осуществлять удаленный контроль знаний в реальном масштабе времени, а также организовывать непрерывный мониторинг текущей успеваемости обучаемых. Различные способы построения, технологии и протоколы, используемые при разработке дистанционных систем оценивания знаний были подробно рассмотрены в статье «Современные информационные технологии в подготовке авиационных специалистов», опубликованной в настоящем сборнике, поэтому в рамках данной статьи обратимся непосредственно к реализации.

Система «Дистанционного адаптивного тестирования навигационных знаний» располагается на бесплатном хостинге, предоставляющем свое уникальное имя в сети, зарезервированное за конкретным адресом ПК. Компьютер, на котором работает система, может находиться в любой точке земного шара, базироваться на локальном ПК, не имеющем выхода в сеть интернет, что делает данную реализацию достаточно гибкой, мобильной и высокоуниверсальной.

Система построена на базе следующих программ: операционной системы Windows XP, Apache2.2, PHP, JavaScript, MySQL, JQuery. Под системой здесь и далее будем понимать, ряд исполняемых файлов (сценариев) написанных на языках PHP, JavaScript. Система представляет собой модульную структуру, состоящую из следующих основных частей: авторизационная; пользовательская; администраторская.

Авторизационная часть предназначена для идентификации пользователя, который желает пройти тестирование или же для идентификации администратора, осуществляющего работу в системе (рис. 1).

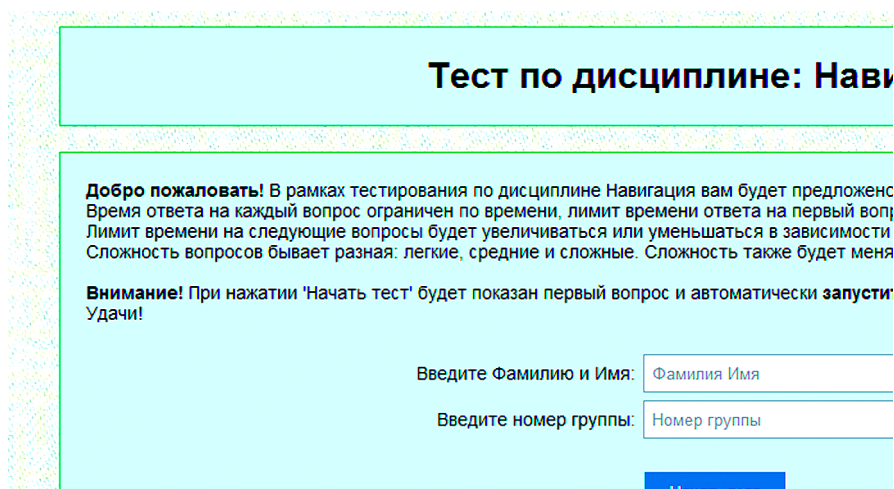


Рис. 1. Окно авторизации

Пользовательская часть предоставляет возможность выбрать тот или иной тест, который зарегистрирован в системе. В данной части пользователь проходит сам тест и получает полную детализацию прохождения (рис. 2).

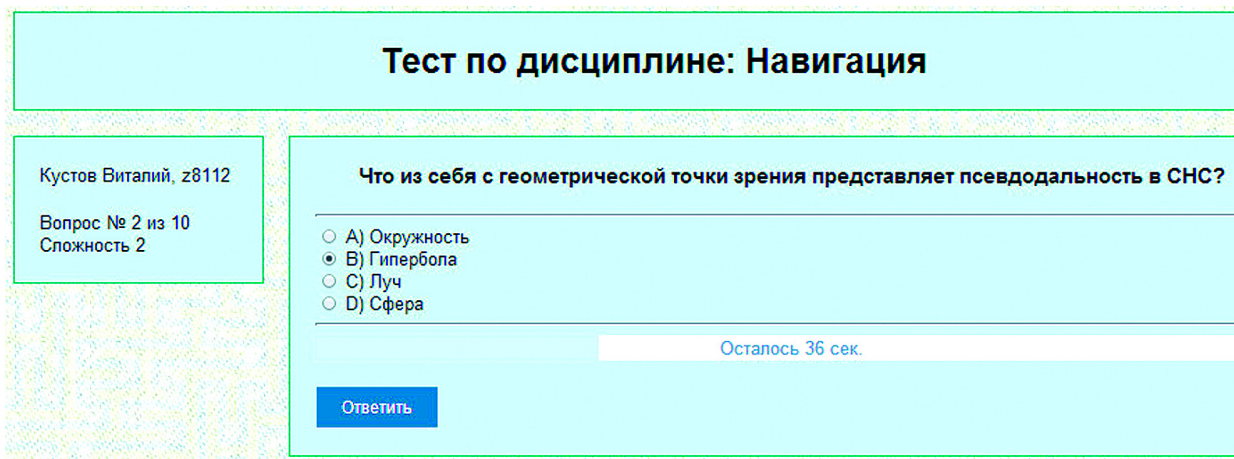


Рис. 2. Пример тестового задания

Администраторская часть содержит ряд инструментов необходимых для работы с системой: добавление новых вопросов; редактирование существующих вопросов; просмотр отчетов пользователей прошедших тестирование; управление настройками теста (количества вопросов на тест, время теста, шкалы, по которой рассчитывается результат и т.д.).

Заключительная часть. Эта часть выводит окно результатов, с выделенными правильными, и обозначенными не правильными ответами (рис. 3).

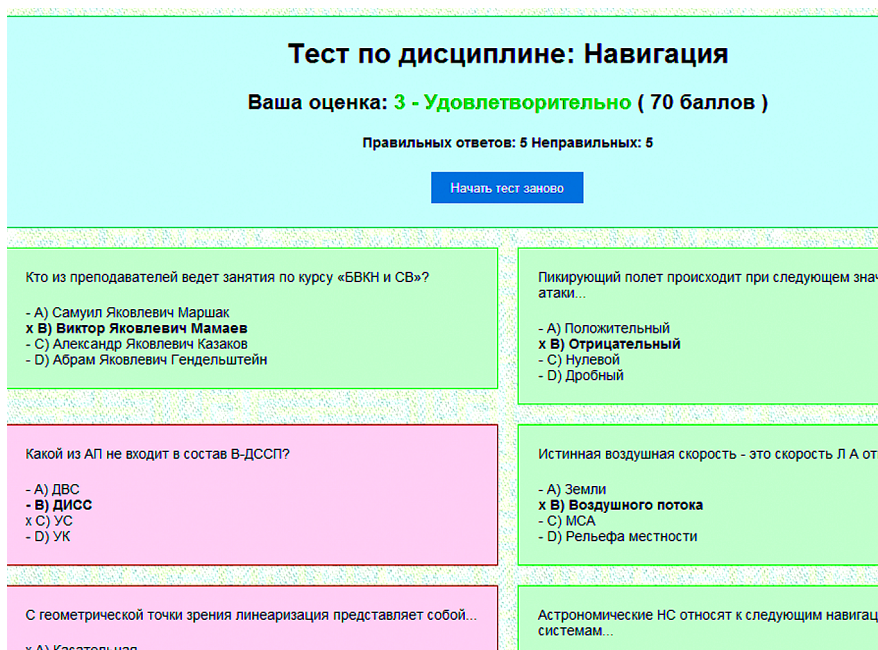


Рис. 3. Файл отчета результата тестирования

Для хранения данных используется база данных MySQL. Данная система включает в себя системную базу и N баз, где N – количество зарегистрированных тестов.

Согласно предложенному авторами сценарию рамках тестирования закрытого типа по дисциплине «Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения» обучаемому предлагается ответить на 10 вопросов. Время ответа на каждый вопрос ограничено и составляет для первого вопроса 60 с. Время, отведенное для ответа на вопрос, на каждом следующем вопросе будет увеличиваться или уменьшаться в зависимости от степени правильности ответа на

предыдущий вопрос. Все вопросы отличаются по сложности и разбиты на следующие категории: легкие, средние и сложные. Сложность текущего вопроса также будет меняться в зависимости от правильности ответа обучаемого на предыдущий вопрос.

По окончании тестирования знаний, обучаемый получает оценку своих знаний в абсолютной и классической 4-х балльной шкалах. Также после окончания тестирования, обучаемому и/или преподавателю может быть представлен подробный отчет о прохождении тестирования, который может быть при необходимости распечатан или же отправлен преподавателю по электронной почте.

Таким образом можно сказать, что использование при контроле знаний предлагаемой авторами системы позволяет не только разгрузить преподавателя и перенести часть его функций на систему дистанционного адаптивного контроля, но и эффективно, дистанционно организовать вне-аудиторную самодиагностику обучаемых, что является одной из центральных задач обучающего процесса, при реализации ФГОС 3 поколения.

Библиографический список

1. *Андрюхина Т. Н.* Проектирование и реализация компетентностной модели профессиональной подготовки специалистов автомобильного транспорта // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Психолого-педагогические науки. -Вып. 1(9). - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. - С. 3-7.
2. *Васильев В.И., Тягунова Т.Н., Хлебников В.А.* Триадная сущность шкалы оценивания // Дистанционное образование. 2000 г. №6. С. 19 - 25.
3. *Глова В. И., Дуплик С. В.* Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан, гос. техн. ун-та им. А. Н. Туполева. 2003 г. №2. С. 74 - 79.
4. *Григорьев А. П.* Нейросетевой подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний оператора-навигатора. Сборник докладов научной сессии ГУАП. Ч.1.СПб.: ГУАП, 2013. С. 18-21.
5. *Григорьев А. П., Елчуева Т. Д.* Организация самостоятельной работы при подготовке авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. С. 17-21.
6. *Григорьев А. П., Керн Е. С., Хамидов Д. А.* Дистанционный нейросетевой контроль знаний оператора-навигатора. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. С. 34-37.
7. *Григорьев А. П., Керн Е. С.* Разработка модели содержания и усвоения учебного материала в автоматизированных обучающих системах. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. С. 17-21.
8. *Зайцева Л. В.* «Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения» №6(3), 2003 г.
9. *Лаптев В. В.* Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010 №2.
10. *Мамаев В. Я., Синяков А. Н., К. К. Петров, Д. А. Горбунов* Воздушная навигация и элементы самолетовождения. Учебное пособие. СПб, 2002 г. 256 с.
11. *Нейман Ю. М., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000 г.

УДК 681.5.015

Б. С. Ермаков

студент кафедры системного анализа и логистики

Н. Н. Майоров

канд. техн. наук – научный руководитель

ВОПРОСЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТНОЙ ЛОГИКИ

В процессе анализа систем регулярно возникает проблема невозможности описания параметров системы (в первую очередь качественных) точными числовыми значениями. Как правило, такие сложности возникают в случае участия в деятельности системы человека, а также если не имеется достаточного количества информации о функционировании системы. Такая ситуация

наиболее распространена в социальных, социотехнических и экономических системах. Для решения этой проблемы прибегают к использованию средних величин, либо же используют стохастические модели, что, однако, во многих случаях является достаточно искусственным приемом и может не отражать реальной сути явлений. Более того, для больших систем с возрастанием точности описания многократно увеличивается также и сложность модели, и на некотором этапе модель становится практически невозможно ни воспринимать, ни использовать.

Для решения этой проблемы Лотфи Заде [1, 2] в 1965 г. ввел понятие нечеткого множества. Если элемент обычного множества может либо принадлежать ему, либо не принадлежать, то элемент нечеткого множества принадлежит ему с некоторой степенью, значения которой изменяются от нуля до единицы, причем крайние значения соответствуют степени принадлежности обычного множества. Такой подход позволяет в намного большей степени описать нечеткость человеческого мышления. Идея нечеткого множества схожа с идеями теории вероятности, однако во многих случаях она намного ближе по смыслу описывает неточно известные параметры.

Многие формулы и операции над обычными множествами могут быть обобщены на нечеткие множества через их функции принадлежности. В частности, для нечетких множеств определены операции равенства, подмножества, дополнения, пересечения, объединения и разности. Определены понятия образ и прообраз нечеткого множества в рамках понятия нечеткое отображение. Отображение каждому возможному действию ЛПП ставит в соответствие реакцию системы на это действие, таким образом можно выяснить, к какому результату приведет то или иное действие, а также какое действие необходимо совершить, чтобы получить искомый результат. Также, введены понятия нечеткие бинарные отношения и нечеткие отношения предпочтения позволяющие попарно сравнивать приемлемость альтернатив и выбора наилучших из них – не доминируемых альтернатив.

На базе теории нечетких множеств создана нечеткая логика, в которой введены понятия нечетких чисел, нечетких переменных и лингвистических переменных, которые в том числе позволяют формализовать слова естественного языка, что дает возможность, например, формализации оценки экспертов в словесной форме. Определены нечеткие высказывания и операции над ними. Также, нечеткая логика имеет обширные перспективы в технических системах управления.

Принципиальной особенностью, отличающей развитие теории нечетких множеств, является ее прикладная направленность. Истоки такого подхода заложены работами Л. Заде, основной прагматической целью которого было создание аппарата, способного моделировать человеческие рассуждения и объяснять человеческие приемы принятия решений. Поскольку в реальных ситуациях принятия решений цели, ограничения, критерии в большей части субъективны и точно не определены, то и при построении моделей принятия решений возникает необходимость использования нечеткой логики, нечетких множеств и отношений. Нечеткие отношения позволяют моделировать плавное, постепенное изменение свойств, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных связей. Нечеткие алгоритмы, допускающие использование нечетких инструкций, широко распространенных в различных сферах человеческой деятельности, позволяют описывать приближенные рассуждения и, следовательно, являются полезным инструментом для приближенного анализа таких систем и процессов принятия решений, которые слишком сложны для применения общепринятых количественных методов.

Библиографический список

1. М. В. Губко «Лекции по принятию решений в условиях нечеткой информации» 2004.
2. А. Н. Павлов, Б. В. Соколов «Принятие решений в условиях нечеткой информации» 2006.

УДК 004.6

В. С. Зайченко

студент кафедры аэрокосмических приборов и измерительно-вычислительных комплексов

Ю. И. Сигарев

научный руководитель

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ДЕТЕКТОРА В ПРОГРАММЕ LABVIEW

Для выделения полезного сигнала используется аналоговая реализация ключевого синхронного детектора¹.

В данной работе представлен метод выделения полезного сигнала программным способом, с использованием аналогичных принципов синхронного детектирования с целью определения степени ослабления полезного сигнала в линии связи.

Актуальность перехода к цифровой реализации заключается в уменьшении аппаратной части устройства.

В качестве программного пакета моделирования был использован LabView. Целью изучения методики моделирования явилась возможность создания устройства с исключением типового узла синхронного детектора из структуры в целом. Наличие узла синхронного детектора позволяет выделить полезный сигнал на фоне шума в устройствах, где сопротивление датчика, как правило, достаточно велико. В таких устройствах шум имеет равномерный закон распределения. Методика синхронного детектирования позволяет выделить информацию о полезном сигнале, используя априорную информацию о нем, такую как частота несущей. Зная исключительно этот параметр при нормальном законе распределения шума можно с некоторой долей точности восстановить информацию об амплитуде полезного сигнала.

Аналогично, возможно применение детектора, основанного на гетеродинном выделении несущей, но в этом случае предъявляется особое требование не только к стабильности генератора гетеродина, но и к коэффициенту нелинейных искажений сигнала, получаемого от него.

Метод синхронного детектирования сигнала заключается в разбиении периода несущей на определенное количество семплов (точек захвата), в пределах которых производится процедура интегрирования. Далее, производится композиция семплов, по которым восстанавливается форма несущей. Увеличение числа семплов на период приводит к уменьшению погрешности, но приводит к пропорциональному росту аппаратной части устройства.

Функциональная схема синхронного детектора представлена на рис. 1.

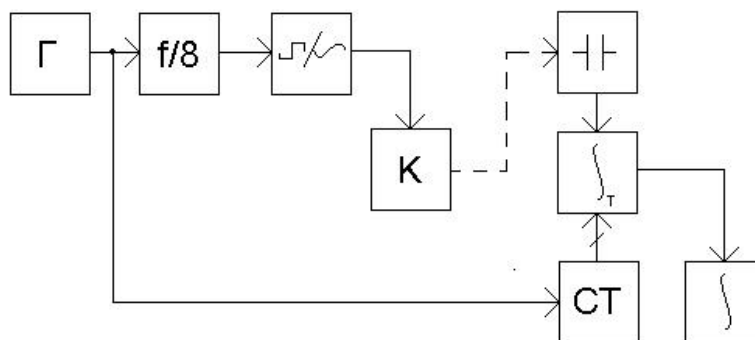


Рис. 1. Функциональная схема синхронного детектора

¹ Петин Г. Ключевой синхронный детектор// Схемотехника №3 2003 С.14-15.

Принцип работы синхронного детектора состоит в следующем: сигнал генератора прямоугольной формы поступает на делитель и далее на формирователь несущей, где с пониженной частотой преобразуется в сигнал синусоидальной формы. Синус, в данном случае необходим для сведения к минимуму искажений несущей за счет переходного процесса. Одновременно с этим, сигнал с генератора поступает на счетчик блока детектора, где производит поочередное переключение восьми частных интеграторов между входом детектора и устройством конечного интегрирования.

Стоит отметить, что данный метод применим исключительно в случае использования амплитудной модуляции для передачи сигнала или получении информации о нем. Несложно догадаться, что стабильность опорного генератора приемника играет решающую роль в определении точности выделения информации о сигнале.

Вышеописанные манипуляции справедливы для работы в непрерывной области. Реализация синхронного детектора в дискретной области заключалась в следующем. На первом этапе подготавливалась выборка из 400 значений, представляющая собой значения в разной степени «зашумленного» синусоидального сигнала, взятого за один период. Далее, массив элементов разбивался на 8 частей, в рамках которых выделялось среднее значение. По среднему значению на выделенную часть восстанавливалась форма несущей и определялось максимальное отклонение в центральных точках от значений сигнала несущей в данный момент времени.

По выполнении проведенного моделирования были получены результаты, приведенные в таблице.

Таблица
Результаты моделирования синхронного детектора

Соотношение сигнал/шум	Значение ослабления сигнала	
	Минимальное	Максимальное
∞	0.66	0.66
1.7	0.61	0.7
1	0.56	0.75
0.5	0.5	0.85

Вывод: результат изложенного метода моделирования говорит о возможности реализации синхронного детектора программно, но для достижения высокой разрешающей способности требуется использовать несколько независимых аналого-цифровых преобразователей, обеспечивающих перекрытие времени преобразования интервалами выборок.

УДК 629.7.018.3

Т. А. Ивахива, Е. С. Писаренко

студентки кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. П. Григорьев

научный руководитель

В. Я. Мамаев

канд. техн. наук, доц. – научный консультант

РАЗРАБОТКА И ГРАФОСЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Разработка автоматизированной обучающей системы (АОС) представляет собой сложный и трудоемкий процесс. Любая АОС – это система, основанная на знаниях и обрабатывающая зна-

ния. База знаний обучающей системы, в первую очередь, должна содержать предметные знания, т. е. знания по учебной дисциплине. Свойство адаптивности АОС во многом определяется способами структурирования учебного материала (УМ). Чем больше у системы возможностей обеспечить пользователю индивидуальный маршрут изучения УМ, тем более гибким и адаптивным является ее поведение. Таким образом, вопросы структурирования, представления и доступа к знаниям являются центральными при разработке современной АОС [5].

Выявление структуры знаний осуществляется через построение моделей, в которых в явной форме выделены объекты, образующие эту структуру. В основе этих моделей лежит понятие семантического графа (СГ), состоящего из вершин (узлов), соединенных дугами [4]. С вершинами сопоставляются понятия (объекты, события, процессы, явления и др.), а с дугами – связи или отношения, существующие между этими понятиями. Построение СГ способствует процессу осмысления знаний, конкретизирует и выявляет противоречия, обнаруживает недостающую информацию и т. п., а также позволяет осуществлять ранжирование вопросов тестовых заданий закрытого типа [1] по сложности [5]. Разработка СГ по отдельным графам и параграфам предметной области (Про) дисциплины [6] подробно рассмотрены в [2, 3].

Для визуализации и контрольного моделирования СГ, целесообразно использовать язык программирования JavaScript [7] совместно с библиотекой визуализации Arbor.js. Данный подход не только позволит относительно просто создать функции отрисовки каждой вершины и грани графа, но и обеспечит, создаваемому приложению, корректную работу в глобальной сети интернет, что не маловажно при реализации дистанционности и адаптивности процесса обучения. На рис. 1 представлено окно программы, позволяющей в реальном масштабе времени конструировать и моделировать СГ любого вида и размерности, а также производить над графовыми моделями простейшие арифметические операции.

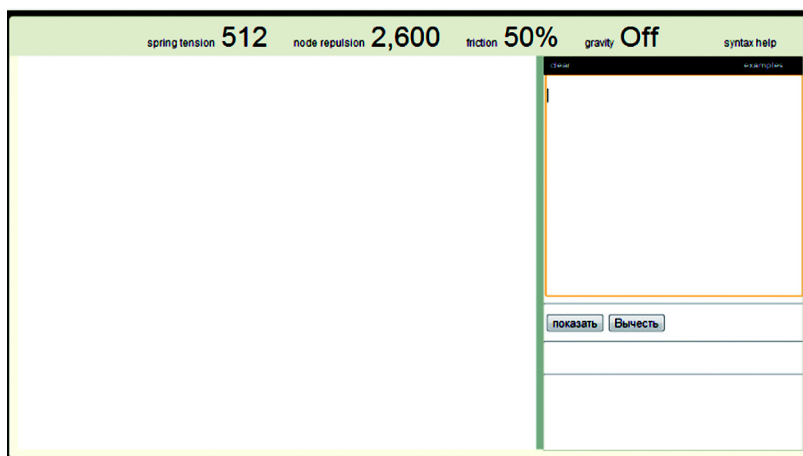


Рис. 1. Шаг 1

Конструирование графа осуществляется в следующем порядке. Запустить с персонального компьютера (ПК) исполнительный файл программы, при этом автоматически осуществляется запуск интернет браузера (Internet Explorer). В появившемся диалоговом окне программы необходимо задать число вершин (n) графа. Подтвердив свой выбор, нажатием левой клавиши манипулятора типа «мышь», вследствие чего в рабочем поле программы сформируется единичная матрица связи размерностью $n \times n$. (рис. 2).

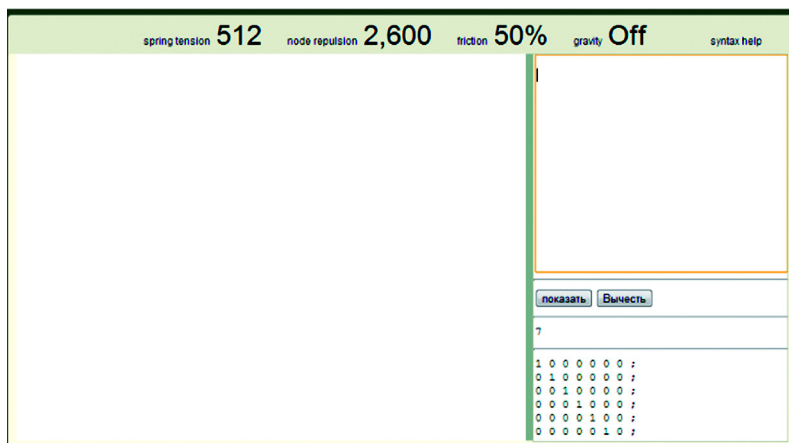


Рис. 2. Шаг 2

В сформированной матрице с клавиатуры задать следующие виды связи: 1 – вершины графа связаны между собой; 0 – связь между вершинами отсутствует. Нажать левой клавишей манипулятора типа «мышь» на кнопку «показать». Главное поле программы заполнится информацией о связи узлов графа. Для визуализации графосемантической модели необходимо с помощью клавиатуры нажать на кнопку «Enter». В результате описанного действия на экране ПК появится диалоговое окно программы (рис. 3).

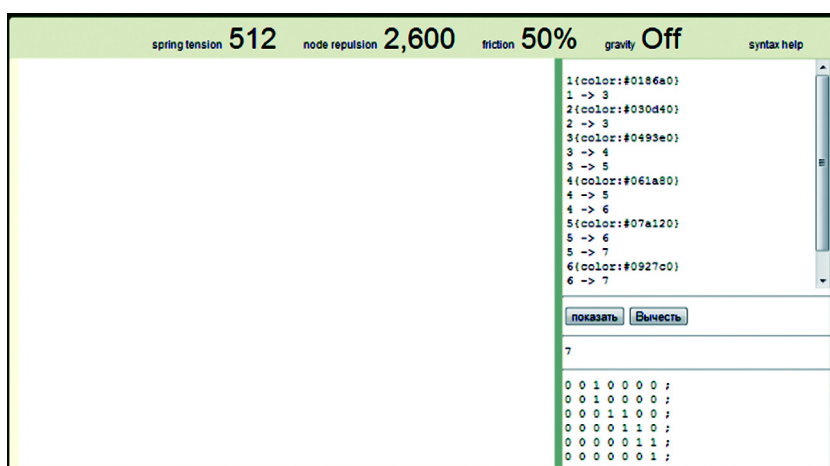


Рис. 3. Шаг 3

Нажать левой клавишей манипулятора типа «мышь» на кнопку «показать». Главное поле программы заполнится информацией о связи узлов графа в следующей последовательности:

- 1{color:#0186a0} – автоматически задается цвет узла
 - 1 ->1 – автоматически связь с собой (можно убрать)
 - 1 -> 2 – связь по порядку с другими узлами
 - 1 -> 3 – связь по порядку с другими узлами
- 2{color:#030d40} – и так далее (рис. 3.).

Для визуализации графо-семантического подхода необходимо нажать на кнопку «Enter». В результате описанного действия на экране ПК появится диалоговое окно программы (рис. 4).

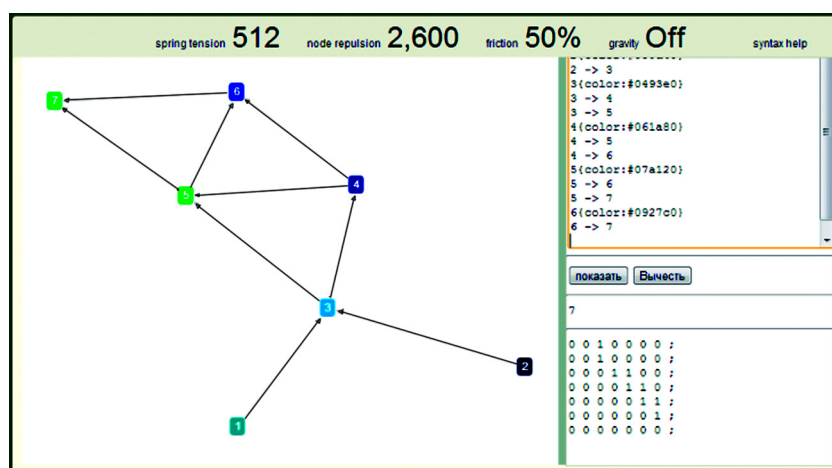


Рис. 4. Шаг 4

Разработанная программа также позволяет строить графовые модели в автоматическом режиме. Библиотека Arbor.js., с помощью которой можно визуализировать различные диаграммы и графики, инвариантна к методу создания, и поэтому есть возможность реализации диаграмм посредством проектирования, импорта SVG-файла или посредством применения HTML-элементов. Можно использовать любой метод. Arbor.js позволяет сфокусироваться на данных диаграммы и ее оформлении, производя все сложные расчеты и конструирование соотношения. В качестве «холста» (фона) используется HTML5 Canvas, вследствие чего не все браузеры, работают корректно. При полной загрузке создается объект с настройками для arbor, который так же содержит функции, которые будут выполняться при наступлении различных событий, функции отрисовки каждой вершины и грани. Далее, этот объект необходимо передать в конструктор arbor, который запустит эту программу. Инициализация данных осуществляется сразу после того, как страница полностью загрузится. Приведем подробный листинг, реализующий рассмотренные шаги построения СГ:

Код для построения единичной матрицы связи

```
var v = $('#code2').val();
var str = '&quot;&quot;';
for (var i = 1; i &lt;= v; i++) { for (var ii = 1; ii &lt;= v; ii++) {
if(i==ii){str=str+'&quot;1 &quot;; }
else{str=str+'&quot;0 &quot;; }
}
str=str+'&quot;;\n&quot;;}
$('#code3').val(str);
$('#code4').val(str);
$('#code').change();
```

Код для построения графовой записи для arbor.js

```
var v = $('#code2').val();
var m = $('#code3').val();
var s = '&quot;&quot;';
m = m.replace(/^\[s\t]+\[s\t]+$/g, '&quot;&quot;');
var rows = m.split('&quot;;&quot;');
var color = 0;
for (var key in rows) {
var val = rows [key];
var va = key-0+1;
var rows2 = val.split('&quot; &quot;');
color = color+100000;
```

```

if(va <= v ) s = s+'\n'+va+'{color:#'+decimalToHex(color)+'}';
for (var key2 in rows2) {
var val2 = rows2 [key2];
var va2 = key2-0+1;
if(val2!=0){s = s+"&quot;\n&quot;+va+"&quot; -&gt; &quot;+va2;}
}
}
$("code").val(s);

```

Такая организация позволяет с минимальными затратами построить на основе веб-браузера практически неограниченный, открытый и расширяемый набор функциональных компонентов, в которых сочетаются мощные графические средства, возможности динамического программирования, а так же развитые интерфейсы широкого спектра систем и прикладных программ.

Библиографический список

1. Глова В. И., Дуплик С. В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан, гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. 2003 г. №2. С. 74 - 79.
2. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Графосемантический подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
3. Григорьев А. П. Керн Е. С. Разработка модели содержания и усвоения учебного материала в автоматизированных обучающих системах. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
4. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003 г. – 1104 с.
5. Лаптев В. В. Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010 г. №2.
6. Мамаев В. Я., Синяков А. Н., К. К. Петров, Д. А. Горбунов Воздушная навигация и элементы самолетовождения. Учебное пособие. СПб, 2002 г. 256 с.
7. James L. Weaver JavaFX Script: Dynamic Java Scripting for Rich Internet/Client-side Applications, APress, 2007. – 218 p.

УДК 629.7.018.3

Т. А. Ивахива

студентка кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. П. Григорьев

научный руководитель

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕСТИРОВАНИЯ В НАВИГАЦИОННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Современные требования федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) 3-го поколения, реализуемые высшей технической школой, характеризуются существенным сокращением часов, отводимых на лекционные и практические аудиторные занятия, не снижая при этом целевые показатели качества процесса обучения. Таким образом, от преподавателя требуется глубокое переосмысление и переоснащение учебного процесса в контексте организации самостоятельной работы обучаемых, ориентированной на получение знаний из предметной области в рамках внеаудиторной и дистанционной самоподготовки. Поэтому приходится создавать эффективные средства контроля знаний, ориентированные на адаптацию, индивидуализацию и дифференциацию учебного процесса [8].

Таким образом, основной акцент приходится делать на организацию дистанционного адаптивного контроля и/или самодиагностику знаний за счет повсеместной автоматизации учебного

процесса посредством внедрения средств вычислительной техники (ПК) совместно с использованием различных обучающих систем [3].

Наиболее популярная и широкоуниверсальная форма контроля и диагностики знаний – это тестирование [1, 3]. Тестовый контроль имеет ряд преимуществ, таких как: индивидуализация учебного процесса, эффективность при самостоятельной работе, прогнозирование темпа и результата обучения, объективность в оценке знаний, дистанционность, быстроедействие в реальном масштабе времени, усвоение большего количества информации, разгрузка преподавателя [5].

Среди различных подходов к тестированию наибольшее распространение получило адаптивное дистанционное тестирование закрытого типа, позволяющее обеспечивать адаптацию процесса обучения к индивидуальным характеристикам обучаемых и организовать удаленный мониторинг текущей успеваемости [1]. В классическом алгоритме адаптивного тестирования сложность заданий меняется в зависимости от правильности ответа обучаемого [6]. Проблемные аспекты этого вида тестирования: вероятность угадывания правильного ответа и элемент списывания. Для того чтобы решить эту проблему нами были рассмотрены пути снижения вероятности угадывания и списывания.

Пути снижения вероятности угадывания:

- увеличение числа вариантов ответа на вопрос. Статическое (задается в начале теста и не меняется) и/или динамическое (при каждом правильном и неправильном ответе число вариантов ответа меняется);

- введение порога. Некоторое количество правильных ответов подряд, при котором происходит смена сложности текущего вопроса и/или переход к новой категории сложности. Для одного вопроса с восьмью вариантами ответа $P_{\text{угад}}=1/8*100\%=12,5\%$. Для двух вопросов уже $P_{\text{угад}}=1/8*1/8*100\%=1,56\%$, а для трех – вероятность близка к нулю $P_{\text{угад}}=1/8*1/8*1/8*100\%=0,19\%$;

- введение двух и более правильных ответов увеличивает число сочетаний и как следствие вероятность угадывания снижается: $C_8^2 = 28$, $P_{\text{угад}}=1/28*100\%=3,6\%$; $C_8^3 = 56$, $P_{\text{угад}}=1/56*100\%=1,8\%$.

Пути снижения списывания:

- введение временного порога T (некоторое количество времени, отведенное на тестирование). По прошествии заданного времени T тестирование прекращается и обучаемому выставляется текущая оценка;

- введение временного порога t (некоторое количество времени, отведенное на прочтение и ответ на один из вопросов теста). Данный порог может быть постоянным на каждом из вопросов и/или меняться в зависимости от сложности задания. По прошествии заданного времени, если обучаемый не успевает ответить на вопрос, то его ответ не засчитывается и выдается новый вопрос;

- представление тестовых заданий с вариантами ответа не в виде текста, а в виде картинки, во избежание копирования, размещения в поисковых программах глобальной сети интернет, использования гипертекстовых ссылок и прочее.

Математическую модель адаптивного тестирования можно представить в виде функции многих переменных [1, 3, 5, 6]:

$$T_{\text{ат}} = f(T, t, P, R, r, V, W, Q, S, H, G, tt, F),$$

где T – общее время, отведенное на тест; t – время, отведенное для ответа на вопрос; P – порог, число правильных/не правильных ответов подряд перед сменой сложности вопроса; r – порог внутри категории; R – ранг – категория сложности; r – сложность внутри категории; V – число вариантов ответа на вопрос; W – число правильных вариантов ответа в тексте; Q – число вопросов в сценарии теста; S – начальная сложность; H – шкала оценивания; G – шаг адаптации; tt – время адаптации; F – подсказка.

Основным критерием адаптации является сложность заданий [6] (т.к. выбор следующего задания зависит от ответа обучаемого на предыдущий вопрос). Сложность можно рассчитать несколькими методами:

- экспертное оценивание – процедура получения оценки проблемы на основе мнения спе-

циалистов (экспертов) с целью последующего принятия решения (выбора);

- статистические методы применяются при обработке массового материала – определении средних величин полученных показателей: среднего арифметического (например, определение количества ошибок в проверочных работах контрольной и экспериментальной групп); медианы – показателя середины ряда (например, при наличии двенадцати учащихся в группе медианой будет оценка шестого ученика в списке, в котором все учащиеся распределены по рангу их оценок); подсчет степени рассеивания около этих величин – дисперсии, т.е. среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации и др.;

- графосемантическое моделирование представляет собой метод графической экспликации структурных связей между семантическими компонентами одного множества [2, 7]. Для построения алгоритмов мы выбрали этот метод, так как он позволяет представить набор данных (выборку и/или целостность) в виде системы, в которой каждый из компонентов имеет иерархическую и топологическую определенность по отношению к другим компонентам и всей системе в целом.

Тестируемый не видит итогов выполнения теста до его окончания, чтобы создать положительную мотивацию обучаемого, и исключить автоматическое запоминание ответов. Поэтому эти тесты можно использовать многократно.

В данной работе разработаны два алгоритма адаптивного тестирования с использованием методов снижения вероятности угадывания и списывания на базе учебного пособия [9].

Алгоритм 1 «Сизифов камень».

Время на прохождение теста 10 мин. На каждый ответ на вопрос отводится 40 с. Если время, отведенное на ответ истекло, то вопрос не засчитывается и обучаемому предоставляется следующий вопрос. Все тестовые задания имеют один единственный правильный ответ. Тестирование начинается с вопроса из легкой категории с 8-ю вариантами ответа. Если обучаемый ответил неправильно, то число вариантов ответа снижается на один, а время увеличивается на 2 с, и ему предлагается следующий вопрос уже с 7-ю вариантами ответа. Если обучаемый опять не ответил, то число вариантов ответа снижается еще на один, а время на ответ еще на 2 с увеличивается, и он получает следующий вопрос с 6-ю вариантами ответа и т.д. Для перехода на среднюю категорию сложности обучаемый должен ответить минимум на три вопроса подряд без ошибок. С каждым правильным ответом время ответа на вопрос уменьшается на 2 с, а число вариантов ответа увеличивается на один. Если обучаемый ошибается, то счетчик правильных ответов начинается с нуля, и он опять получает вопросы этой же категории сложности. Когда студент, ответив три раза подряд на вопросы средней категории, переходит на тяжелую категорию сложности, то он должен ответить три раза подряд правильно, или, сделав ошибку, перейдет снова в начало алгоритма на легкую категорию сложности. Каждая категория сложности начинает с вопроса с 8 вариантами ответов. Студент получит зачет, только если ответит три раза подряд на вопросы тяжелой сложности до окончания времени, отведенного на прохождение теста.

Алгоритм 2 «Оценивание в белых баллах».

Время на прохождение теста 6 мин. На каждый ответ отводится 30 с. Если время просрочено, ответ должен засчитываться как неправильный. Все тестовые задания имеют один единственный правильный ответ. Количество вопросов 12. Тестирование начинается со среднего уровня сложности с 5-ю вариантами ответа. Текущая сложность вопроса и число вариантов ответа на вопрос меняются в зависимости от правильного/неправильного ответа обучаемого. Вес вопроса рассчитывается по табл. 1.

Таблица 1

Весовые значения вопроса

Категория сложности	2 варианта ответа (в.о.)	3 в.о.	4 в.о.	5 в.о.	6 в.о.	7 в.о.	8 в.о.
I (x1)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
II (x2)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
III (x3)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

По завершении теста, рассчитываются набранные баллы: вес вопроса, умноженный на коэффициент сложности, равный 1, 2, 3 для легкой, средней и сложной категории соответственно (по табл.1). Шкала оценивания знаний обучаемого – двухбалльная, четырехбалльная и двенадцатибалльная. Присвоение оценки за набранные баллы показано в табл. 2.

Таблица 2.

Оценивание обучаемого по различным шкалам

2-х балльная	«незачет»						«зачет»									
4-х балльная	2			3			4			5						
12-ти балльная	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+	5-	5	5+				
Баллы за тест	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Работа может быть продолжена по поиску оптимального теста по заданным критериям.

Библиографический список

1. Глова В. И., Дуплик С. В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан, гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева. 2003 г. №2. С. 74 - 79.
2. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Графосемантический подход в контроле, диагностике и восстановлении знаний авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
3. Зайцева Л.В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения. Рижский технический университет, 2003г. С.204 – 211.
4. Григорьев А. П. Елчуева Т. Д. Организация самостоятельной работы при подготовке авиационных специалистов. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
5. Григорьев А. П. Керн Е. С. Разработка модели содержания и усвоения учебного материала в автоматизированных обучающих системах. 66-ая студенческая научно-техническая конференция ГУАП: Сб. докл. В 2 ч. Ч. I Технические науки /СПб.: ГУАП, 2013. 411 с.
6. Дуплик С. В. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике // Информатика и образование. – 2004 г. - N 11. - С. 57-65.
7. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003 г. – 1104 с.
8. Лаптев В. В. Модель предметной области и оценка ее сложности в обучающей системе по программированию// Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010 г. №2.
9. Мамаев В. Я., Синяков А. Н., К. К. Петров, Д. А. Горбунов Воздушная навигация и элементы самолетовождения. Учебное пособие. СПб, 2002 г. 256 с.

УДК 681.5.015

Е. Н. Ишкинина

студентка кафедры системного анализа и логистики

Н. Н. Майоров

канд. техн. наук – научный руководитель

ВОПРОСЫ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА УРОВНЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ

Обострение транспортных проблем в крупнейших городах мира произошло в результате увеличения парка индивидуальных транспортных средств [1, 2]. При этом данное явление проходит на фоне отставания развития транспортных сетей от потребностей дорожного движения. Количество транспортных средств индивидуальных владельцев принято сопоставлять с уровнем автомобилизации. Поэтому разработка подхода по определению данного показателя и его влияния на параметры транспортных потоков является актуальной.

Уровень автомобилизации – это показатель оснащенности легковыми автомобилями населения страны, который рассчитывается как число индивидуальных легковых автомобилей на 1 тыс. жителей. Под легковым автомобилем подразумевается дорожное транспортное средство (кроме двухколесных транспортных средств), предназначенное для перевозки пассажиров и багажа, вместимостью от 2 до 9 человек, включая водителя. Рассчитывается по методике Международной дорожной федерации (International Road Federation), основанной на данных национальной статистики и международных организаций. В качестве источника информации выступает база данных «World Road Statistics», которая обновляется ежегодно. Наблюдаемый рост экономики России в последние 19 лет, сопровождаемый постоянным увеличением доходов населения (чем выше уровень благосостояния людей, тем больше вероятность приобретения ими автомобилей), способствует как росту общей численности парка транспортных средств, так и бурной автомобилизации населения. В настоящее время Россия находится на этапе, когда прирост ВВП способствует быстрому увеличению уровня автомобилизации населения. Этот процесс выдвигает качественно новые требования к темпам развития сети автомобильных дорог общего пользования для удовлетворения потребностей населения и промышленных предприятий в перевозках. Наметившееся в конце прошлого века отставание развития дорожной сети от темпов роста численности парка автомобильного транспорта не нашло полного отражения в целевых показателях государственных программ строительства дорог из-за ряда факторов, связанных со спадом экономики в тот период времени.

Важным показателем уровня развития дорожной сети являются общая численность парка транспортных средств и автомобилизации населения, которые определяют *интенсивность движения транспортных потоков и уровень загрузки дорог движением*. Рост численности парка транспортных средств и автомобилизация населения сопровождаются качественным увеличением темпов роста интенсивности движения, которое в условиях сохраняющейся пропускной способности дорожной сети сопровождается резким повышением уровня загрузки дорог движением, а также увеличением общего числа ДТП.

Рассмотрим подход к определению уровня автомобилизации в городах. Анализ работ по данной проблеме свидетельствует об использовании различных подходов к определению уровня автомобилизации. Для расчета данного показателя предложено использование методов экстраполяции данных, результатов построения раструбов прогноза, а также моделей, основанных на многофакторной корреляции. Уровень автомобилизации предложено определять в зависимости от прогноза роста валового регионального продукта, с одной стороны, и на основе возможностей городской транспортной инфраструктуры был выполнен прогноз уровня автомобилизации легковых автомобилей. Или данный показатель определяется на основании значения душевого дохода.

Уровень автомобилизации связан с характеристиками транспортных потоков, исследованию которых посвящены работы [1, 2]. Характеристики транспортных потоков, в свою очередь, взаимосвязаны с параметрами транспортной сети и показателями ее функционирования. Функциональную взаимосвязь уровня автомобилизации, параметров транспортной сети, характеристик транспортных потоков можно представить в виде блок-схемы, приведенной на рис. 1.

В отличие от существующих подходов, уровень автомобилизации в данном исследовании предложено определять в виде:

$$A = f(t; \Delta/C_a; N_{ж}) \quad (1)$$

где t – порядковый номер года; Δ/C_a – покупательная способность населения (отношение разницы средней заработной платы и прожиточного минимума к средней цене легкового автомобиля), руб./авт.; $N_{ж}$ – количество жителей, тыс. чел.

Полученные с помощью пакетов обработки статистических данных зависимости, используются для определения коэффициентов роста объемов движения в районах города. Коэффициенты роста оказывают влияние на количество корреспонденций, распределяемых по транспортной сети города. После этого является возможным оценить влияние уровня автомобилизации на параметры транспортных потоков путем определения следующих показателей:

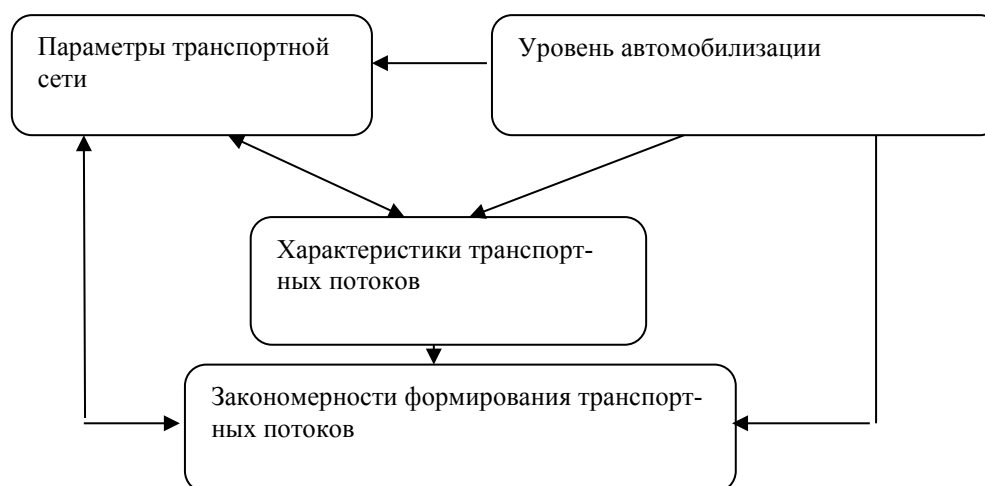


Рис. 1. Взаимосвязь факторов, влияющих на формирование транспортных потоков

- средневзвешенного коэффициента загрузки;
- резерва пропускной способности;
- транспортной работы.

Данный подход к определению уровня автомобилизации в городах может быть использован для расчета параметров транспортных потоков в транспортных сетях городов. Предложенный инструментарий позволяет оценить влияние уровня автомобилизации на параметры транспортных потоков (характеристики дорожного движения) и планировать мероприятия по повышению эффективности функционирования транспортных сетей крупнейших городов.

Уровень автомобилизации населения считается одним из важных показателей благосостояния населения: чем выше уровень благосостояния людей, тем больше вероятность приобретения ими автомобилей. Повышение уровня автомобилизации населения приводит к значительному изменению общественной инфраструктуры, увеличению мобильности людей и улучшению экономического положения людей. К негативным последствиям автомобилизации относятся загрязнение воздуха и земли вдоль автомагистралей, шумовое загрязнение городской и пригородной среды, увеличивающееся число автомобильных аварий и их жертв, а также усиление зависимости жизни общества от негативных последствий автомобилизации, хотя степень свободы выбора при передвижении в собственном автомобиле значительно выше, чем в общественном пассажирском транспорте. С другой стороны, процесс автомобилизации в России сопряжен и с негативными явлениями, связанными с недостаточно развитой сетью автодорог, пространственными дефектами этой сети, низкой пропускной способностью ее участков, отсутствием достаточного количества гаражей и парковок. Иначе говоря, автомобильные потоки растут быстрее, чем дорожная сеть и ее качество.

Библиографический список

1. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов. М.: Транспорт, 1990. 240с.
2. Фетисов В.А., Майоров Н.Н. Моделирование транспортных процессов . ГУАП, 2011. 163с.

УДК 531.717.31

А. А. Ищенко

студент кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

Д. Ю. Крысин

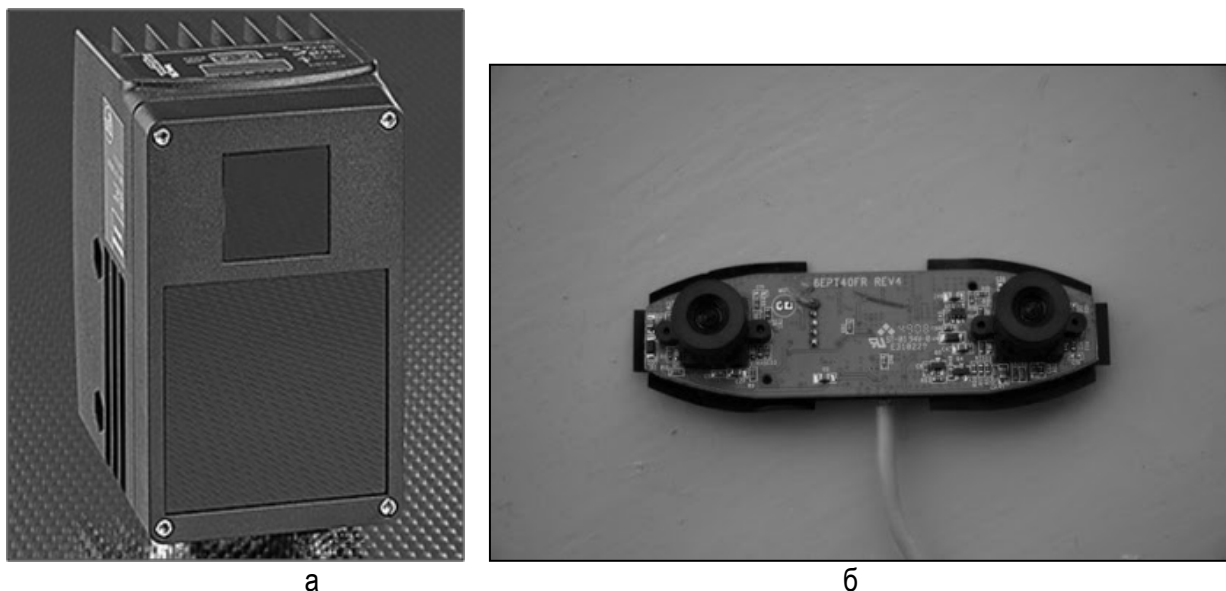
научный руководитель

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТЕРЕОЗРЕНИЯ И ВРЕМЯПРОЛЕТНОЙ КАМЕРЫ

Одной из актуальных проблем для систем технического зрения является построение с необходимой точностью трехмерных моделей внешней среды. Данные модели могут быть применены в таких областях, как управление стыковкой космических аппаратов, автономное передвижение БПЛА в условиях отсутствия априорной информации, автоматизация и контроль производства, печать трехмерных объектов и т.д. В ряде задач необходимо, чтобы трехмерная модель, кроме информации о дальности до объектов и их размерах, содержала также информацию об оптических характеристиках объектов. На практике построение таких моделей часто производится путем совмещения отдельных дальнометрических изображений.

В данной работе рассматриваются особенности комплексной системы, включающей стереоскопическую систему технического зрения и времяпролетную камеру, получение с помощью данной системы массива данных, представляющего собой последовательность дальнометрических изображений.

В состав комплексной системы входят: времяпролетная PMD-камера O3D201 (рис. 1,а), 2 web-камеры в качестве стереоскопической системы (рис. 1,б), ПК со специализированным программно-алгоритмическим обеспечением; источник питания. Структурная схема системы приведена на рис. 2.



а

б

Рис. 1. Дальнометрические датчики:
а) времяпролетная камера, б) стереоскопическая система

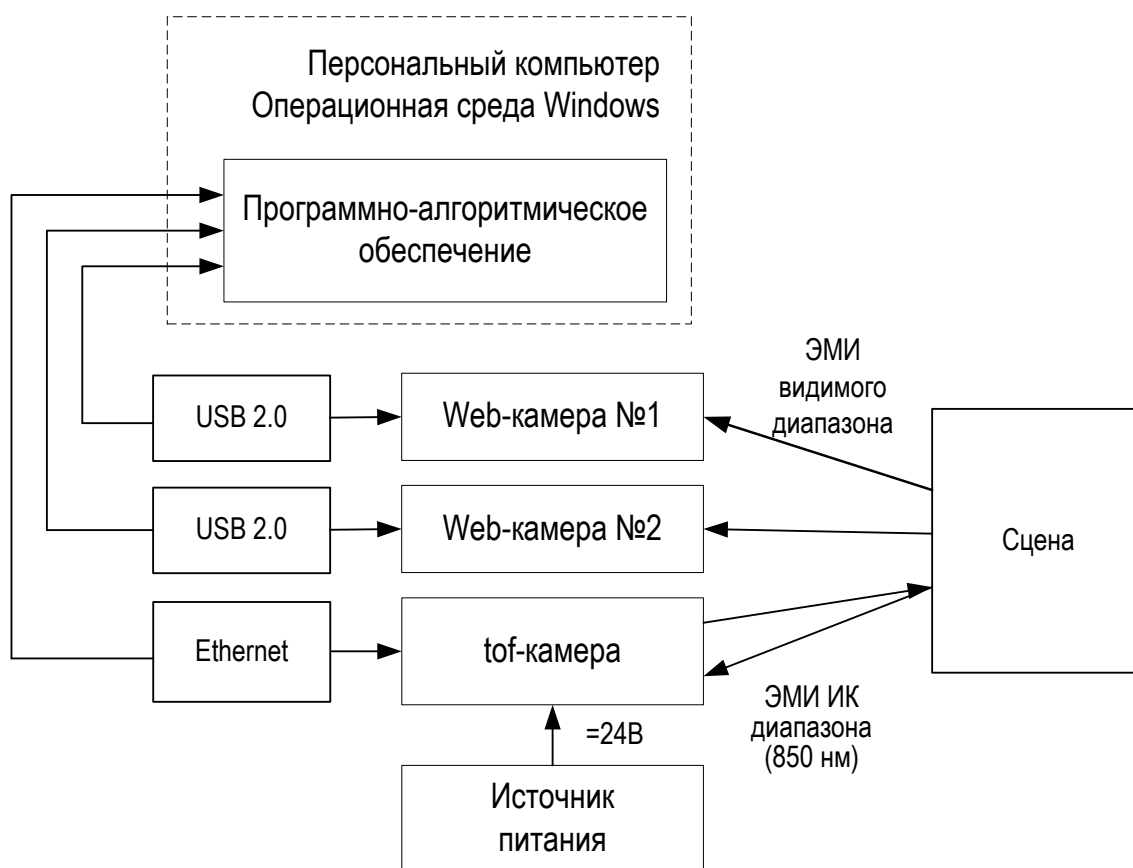


Рис. 2. Структурная схема системы

В табл. 1 приведены основные преимущества и недостатки датчиков комплексной системы. На основе свойств датчиков был разработан алгоритм получения дальнометрического изображения (рис. 3). В начальный момент времени времяпролетная камера освещает сцену модулированным оптическим излучением инфракрасного (ИК) диапазона. ИК-излучение отражается от объектов сцены и измеряется датчиком изображений камеры. Далее специальная схема оценивает уровни корреляции и вычисляет фазовый сдвиг между излученным и принятым сигналами, который пропорционален дальности до объекта. Сигнал с каждого элемента датчика изображений обрабатывается независимо. В результате получается изображение, являющееся трехмерной моделью поверхности объектов, находящихся в поле зрения камеры. Изображение представляет собой матрицу, количество элементов которой совпадает с количеством чувствительных элементов датчика изображений. Элементы матрицы содержат оценки дальности до соответствующих участков поверхности (в метрах) [1]. Так же в начальный момент времени светочувствительные матрицы web-камер фиксируют оптическое излучение видимого диапазона и передают данные на ПК. Полученные с них изображения представляют собой стереопару, которая затем обрабатывается посредством одного из алгоритмов стереоскопического зрения [2]. В результате, как и в случае с времяпролетной камерой, получается изображение, являющееся трехмерной моделью поверхности объектов, находящихся в поле зрения камеры. Однако, изображение, полученное посредством обработки стереопары, имеет меньший шаг дискретизации определения дальности до объектов сцены, но более высокую детализацию сцены, что позволяет фиксировать объекты малых размеров и более точно определять контур больших объектов (рис. 4). Затем производится интерполяция изображения, полученного с времяпролетной камеры, по данным изображения, полученного системой стереозрения.

Таблица 1

	Времяпролетная камера	Стереоскопическая система
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая точность определения дальностей (для 5м – 3σ от 8мм до 10см) – Каждый пиксель изображения имеет собственное значение дальности – Восприятие ИК спектра (нечувствительность к помехам и отсутствию освещения в видимом диапазоне) 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая разрешающая способность матрицы камеры (высокая детализация сцены) – Информация о текстуре объектов – Восприятие видимой части спектра (нечувствительность к ИК шуму)
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая разрешающая способность матрицы камеры (низкая детализация сцены) – Информация только о форме объекта – Высокая ошибка оценки зашумленной области при наличии внешнего ИК излучения 	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая точность определения дальностей – Сцена разделяется по глубине только на слои – Высокая ошибка оценки затененной области при наличии тени/источника яркого света в сцене -

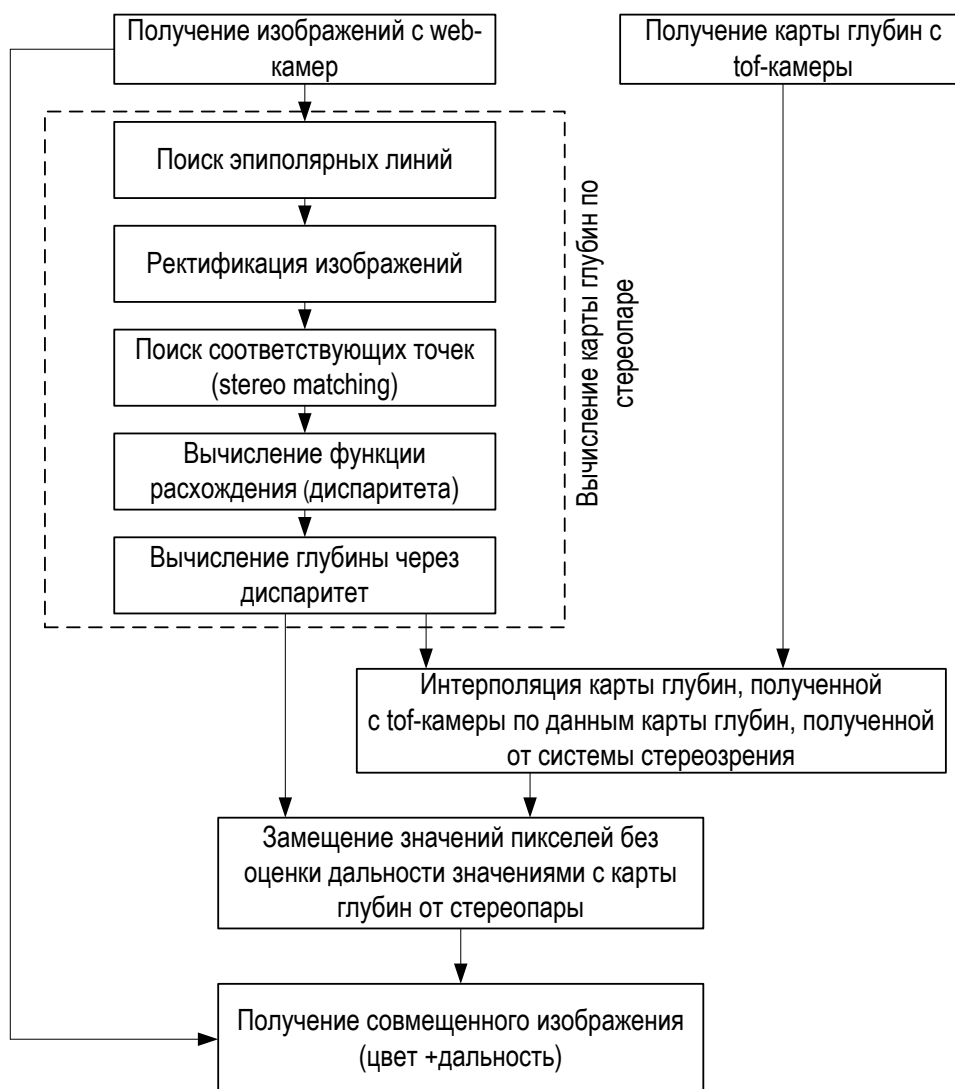


Рис. 3. Алгоритм получения дальнометрического изображения

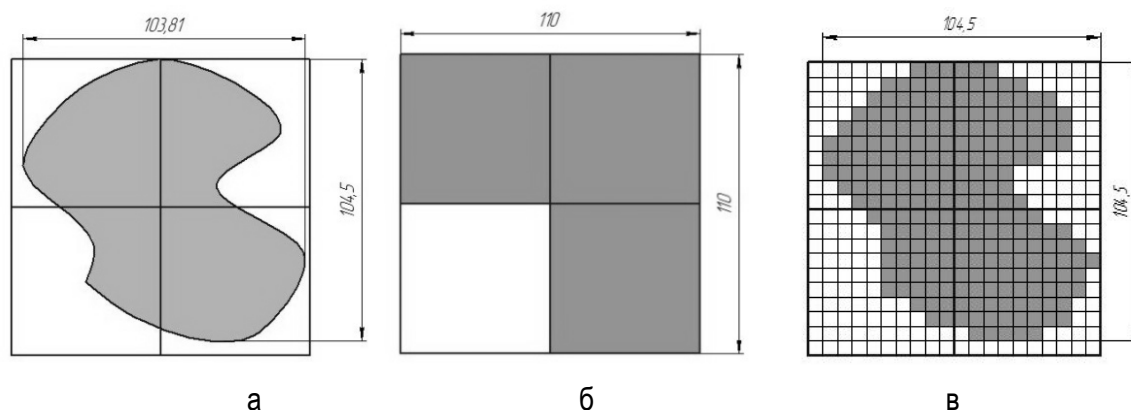


Рис. 4. Детализация объектов сцены:
 а) исходный объект небольшого размера,
 б) изображение объекта, полученное времяпролетной камерой,
 в) изображение объекта, полученное системой стереозрения

При использовании времяпролетной камеры должен учитываться ряд определенных условий [3], при невыполнении которых элементы матрицы изображения могут не содержать оценку дальности. Таким элементам матрицы, согласно алгоритму, присваиваются значения оценок дальностей, которые содержатся в соответствующих элементах матрицы изображения, полученного системой стереозрения. Далее соответствующим элементам матрицы присваивается информация об оптических характеристиках объектов. В результате получается совмещенное дальнометрическое изображение, являющееся фрагментом трехмерной модели среды.

Дальнометрическое изображение, получаемое посредством комплексной системы, имеет более высокую детализацию, а соответственно и большее количество значений дальностей, более высокую точность определения контуров объектов, содержит информацию об оптических характеристиках объектов. Комплексная система, за счет применения датчиков, получающих информацию в различных диапазонах электромагнитного излучения, является более помехоустойчивой. Частота выдачи изображений комплексной системой ограничивается меньшей частотой одного из двух датчиков. Частоту выдачи изображений системой стереозрения можно значительно повысить за счет увеличения шага дискретизации определения дальности до объектов, так как в рассмотренном алгоритме нет необходимости использовать большой шаг дискретизации для системы стереозрения.

Библиографический список

1. Крысин Д. Ю., Небылов А. В. Применение времяпролетных PMD-камер для определения дальности до водной поверхности // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2013. - №2 (84). - С. 33-39.
2. Электронная документация на Интернет-сайте колледжа Миддлбери (*Middlebury College*) [Электронный ресурс]. - URL: <http://vision.middlebury.edu/stereo/eval/> (дата обращения 3.04.14)
3. Электронная документация на Интернет-сайте компании IFM [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.ifm.com/products/ru/ds/O3D201.htm#> (дата обращения 2.04.14).

УДК 681.772, 528.72

Е. О. Логинова

магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

А. В. Небылов

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КАЛИБРОВКИ ВРЕМЯПРОЛЕТНЫХ КАМЕР

В данной работе представлен анализ основных методов и средств калибровки времяпролетных камер.

Времяпролетные или tof-камеры (от англ. time-of-flight) – это камеры, которые, помимо обычного полутонного изображения сцены, позволяют получать 3D-изображение в виде матрицы, элементы которой содержат оценки дальности (в метрах) до соответствующих участков поверхности объектов, находящихся в поле зрения камеры. Датчики позволяют получать также изображения в двумерной интерпретации, где дальность закодирована в цвете [1].

Знание трехмерных данных в настоящее время имеет большое значение для многих приложений управления и навигации.

Научно-исследовательские работы в сфере технологий с использованием времяпролетных камер активно ведутся в Германии, США и многих других зарубежных странах. Существуют различные модели tof-камер, такие как: SwissRanger, Photonic Mixer Device, CanestaVision и другие.

Времяпролетные камеры используют при создании карт рельефа поверхности в интеллектуальных системах безопасности транспортных средств для обнаружения препятствий, для навигации роботов, для распознавания лиц, действий человека, в промышленных системах автоматизации технологических процессов, в системах дополненной реальности. Есть работы по применению времяпролетных камер в медицине при решении задач позиционирования пациента, 3D-реконструкции поверхности. Существуют также работы, посвященные использованию time-of-flight-камер для проведения стыковок космических аппаратов. Это лишь некоторые из задач, которые решаются с помощью времяпролетных камер согласно публикациям по данной тематике.

В основе принципа действия tof-камер лежит времяпролетный метод измерения расстояния, суть которого состоит в измерении времени запаздывания отраженного сигнала.

Основными методами модуляции сигнала для измерения времени пролета являются импульсная модуляция и модуляция непрерывной волной [2]. В случае импульсной модуляции непосредственно измеряется время запаздывания отраженного сигнала Δt , дальность D до объекта вычисляется по формуле:

$$D = \frac{c\Delta t}{2},$$

где $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

При непрерывной модуляции дальность до объекта прямо пропорциональна фазовому сдвигу $\Delta\phi$ между излученным и отраженным сигналами и скорости света c и обратно пропорциональна частоте модуляции f инфракрасного света, которым камеры освещают сцену:

$$D = \frac{c\Delta\phi}{4\pi f}.$$

Времяпролетные камеры в отличие от стереоскопических систем технического зрения (представляют собой установку из двух камер, разнесенных на некоторое расстояние; используя изображения с обеих камер и сложные вычислительные алгоритмы, можно получить данные о глубине того или иного элемента изображения) позволяют получать 3D-изображения из единственной точки пространства [3]. Преимуществами времяпролетных камер также являются компактность, большая точность получаемой глубины изображения, увеличение рабочего расстояния (табл.).

Сравнение технологий формирования 3D-изображений [4]

	Time-of-flight	Стереовидение
Принцип действия	ИК импульс, измерение времени прохождения света	Два 2D датчика имитируют зрение человека
Сложность	Низкая	Высокая
Стоимость материалов	Средняя	Низкая
Точность	Высокая	Низкая
Рабочие характеристики в условиях низкой освещенности	Хорошие	Слабые
Рабочие характеристики в условиях яркой освещенности	Средние	Хорошие
Потребляемая мощность	Средняя	Низкая
Диапазон	Хороший (масштабируемый по мощности освещения)	Зависит от датчика разделения

Однако, им присущи и недостатки: низкое разрешение, зависимость точности определения расстояния от мощности излученного сигнала, от интенсивности внешнего освещения, отражательной способности объекта, движения камеры или объекта.

Несмотря на перечисленные ограничения tof-камеры являются одним из наиболее перспективных средств получения 3D-изображений [3].

Вопросу минимизации ошибок времяпролетных камер с позиции их калибровки посвящено большое число публикаций зарубежных авторов, которые составляют около 40% от имеющихся научных исследований по tof-камерам [5].

Калибровка представляет собой процесс определения внутренних и внешних параметров камеры. Внутренние параметры определяют оптические свойства камеры, такие как: фокусное расстояние, положение главной точки, величина дисторсии. Внешние параметры связывают систему координат камеры с системой координат сцены, которая находится в ее поле зрения, а также описывают положение и ориентацию камеры в пространстве.

Основными видами калибровки времяпролетных камер являются фотограмметрическая калибровка и самокалибровка.

Фотограмметрическая калибровка. Производится путем наблюдения за калибровочным объектом, геометрия которого в 3D-пространстве известна с очень хорошей точностью. Калибровочный объект обычно состоит из 2 или 3 ортогональных между собой плоскостей. Для фотограмметрической калибровки времяпролетных камер используют калибровочные шаблоны в виде шахматной доски, шаблоны из инфракрасных светодиодов и другие. Недостатком этого метода является дорогая калибровочная аппаратура и ее сложная установка [6].

Самокалибровка. Для ее осуществления никаких специальных калибровочных объектов не требуется. Здесь используют перемещение камеры в статической сцене. Для самокалибровки необходима полная серия снимков, сделанных под разными углами зрения. Самокалибровка – довольно трудоемкий процесс, который преследует создание встроенных функций масштабирования/фокусировки камеры [7].

Как правило, более эффективной и надежной является фотограмметрическая калибровка. Методы самокалибровки менее устойчивы и часто оказываются недостаточно точными.

В настоящее время используют различные методики калибровки времяпролетных камер, эффективность применения которых различна.

Путем использования калибровки можно значительно уменьшить систематические ошибки времяпролетных камер, такие как: расхождение в связи с негармонической модуляцией сигнала; смещение, зависящее от времени выдержки; неоднородность пикселей [8].

На рис. 1,а и рис. 1,б приведены значения ошибок в определении расстояния до и после калибровки для двух моделей камер.

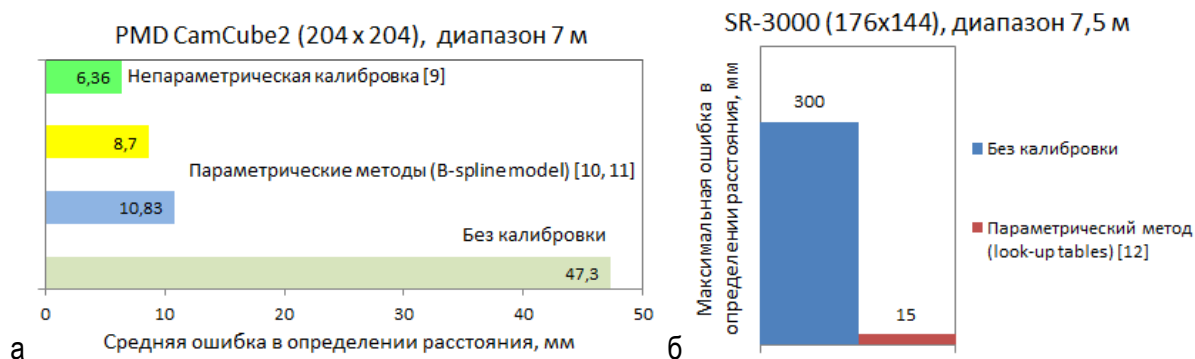


Рис. 1. Ошибка в определении расстояния
 а) средняя ошибка в определении расстояния для камеры PMD CamCube2;
 б) максимальная ошибка в определении расстояния для камеры SR-3000

Видно, что калибровка позволяет уменьшить ошибки в несколько раз.

Простые калибровочные модели для tof-камер представляют систематическую ошибку как линейные или полиномиальные функции или как фиксированный шум. Такие подходы значительно ограничивают диапазон датчика или точность.

Более точные модели используют справочные таблицы (look-up tables) или функции более высокого порядка, например, смоделированные b-сплайнами. Эти модели обеспечивают гораздо лучшую компенсацию ошибок, но здесь требуется уже необходимое количество справочных и калибровочных данных.

Для улучшения результатов применения калибровочных подходов используют сочетание tof-камер по меньшей мере с одной дополнительной камерой с более высоким разрешением.

Для калибровки времяпролетных камер обычно используют пакет Matlab – Camera Calibration Toolbox и OpenCV – библиотеку алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом, реализованную чаще всего на C/C++ (Visual Studio).

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- существенные инструментальные систематические ошибки времяпролетных камер могут быть оценены с помощью калибровки;
- не существует универсального подхода для калибровки различных по характеристикам времяпролетных камер;
- оценка и сопоставление подходов калибровки затруднены в связи с тем, что не все публикации по данной тематике сообщают результаты калибровки; используются различные меры оценки точности.

Библиографический список

1. Крысин Д. Ю., Логинова Е.О. Автономное измерение высоты положения объекта вблизи водной поверхности с помощью времяпролетных PMD-камер // Навигация и управление движением. Материалы докладов XV конференции молодых ученых «Навигация и управление движением». СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор». 2013. С. 110 – 116.
2. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. 584 с.
3. Крысин Д. Ю., Небылов А. В. Применение времяпролетных PMD-камер для определения дальности до водной поверхности // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. №2 (84). С. 33 – 39.
4. 3D Time of Flight Imaging Solutions [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ti.com/ww/en/analog/3dtof> (дата обращения 10.04.13).

5. S.Fuchs. Calibration and Multipath Mitigation for Increased Accuracy of Time-of-Flight Camera Measurements in Robotic Applications. Dissertation, Technische Universität Berlin, 2012.
6. Sheshu Kalaparambathu Ramanandan. 3D ToF Camera Calibration and Image Pre-processing. Master Thesis, 2011.
7. M.Lindner. Calibration and Real-Time Processing of Time-of-Flight Range Data. Dissertation, 2010.
8. Rapp, Holger. Experimental and Theoretical Investigation of Correlating TOF-Camera Systems. Diploma Thesis in Physics, University of Heidelberg, Germany, 2007.
9. A. Belhedi et al. Non-parametric depth calibration of a TOF camera. 19th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2012. P. 549 – 552.
10. M. Lindner, A. Kolb. Lateral and depth calibration of PMD-distance sensors. Advances in Visual Computing, volume 2, pages 524 – 533. Springer, 2006.
11. T. Kahlmann, F. Remondino and H. Ingensand. Calibration for increased accuracy of the range imaging camera SwissRanger™. ISPRS Commission V Symposium 'Image Engineering and Vision Metrology', 2006.
12. Rapp, Holger. Experimental and Theoretical Investigation of Correlating TOF-Camera Systems. Diploma Thesis in Physics, University of Heidelberg, Germany, 2007.

УДК 629.735.33

А. П. Лытвак

магистрант кафедры аэрокосмических компьютерных технологий

Е. А. Суворова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ 3D-ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБИС

Определяющим фактором развития микроэлектроники и вычислительной техники является элементная база, которая за несколько десятилетий своего существования неоднократно качественно менялась. Требования к ней с каждым годом становятся все жестче.

От поколения к поколению интегральные микросхемы становятся все более производительными, их габаритные размеры уменьшаются, а функциональность при этом даже растет. Повсеместная миниатюризация электронных приборов не оставляет выбора разработчикам современных технологий производства интегральных схем – (ИС).

Для обеспечения более высокого уровня функциональности при минимальных размерах и максимальном быстродействии остается, пожалуй, единственно возможный на сегодняшний день, путь развития конструкции ИС — 3D-интеграция.

Повышение степени интеграции и функциональных возможностей кремниевых ИС требует совершенствования и усложнения корпусов, в которые монтируются эти чипы. Количество выводов современных корпусов превышает 1000, а оптимизация сборочных техпроцессов привела к созданию сложной прецизионной трехмерной технологии 3D-корпусирования. Функционально сейчас СБИС в 3D-корпусе равнозначна печатной плате 10-летней давности, только имеет габариты в сотни раз меньше [1].

Широкий спектр современных изделий, использующих технологии 3D-микроробусирования и микросборки, или, иными словами, «системы в корпусе», можно упрощенно классифицировать по трем основным группам:

Многокристальные модули с кристаллами, расположенными один на другом (stacked dies), и организацией межсоединений проволочными выводами.

Многоэтажные корпуса (system on package, SoP) с организацией межсоединений с помощью шариковых выводов или так называемых «бампов».

Многокристальные модули, использующие технологии создания для организации межсоединений переходных отверстий в материале самих полупроводниковых кристаллов (through silicon vias, TSV) [2].

Эта классификация представлена на рис. 1.

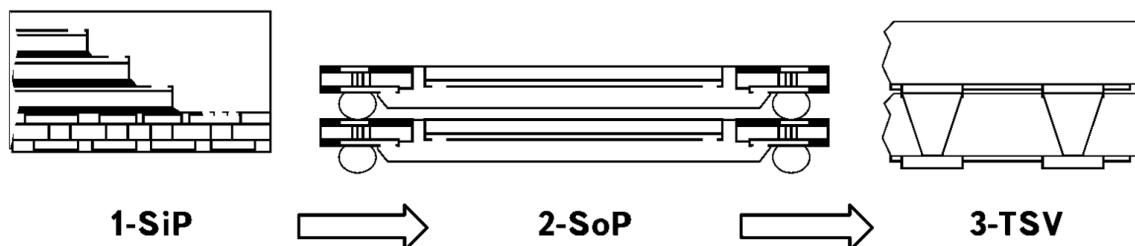


Рис. 1. Классификация 3D-интегрированных структур по трем основным группам

Наиболее перспективны и активно разрабатываются сейчас в мире изделия третьей группы, интегрированные на уровне полупроводниковых пластин и кристаллов с переходными отверстиями (TSV-технология).

План развития TSV-технологии приведен на рис. 2.

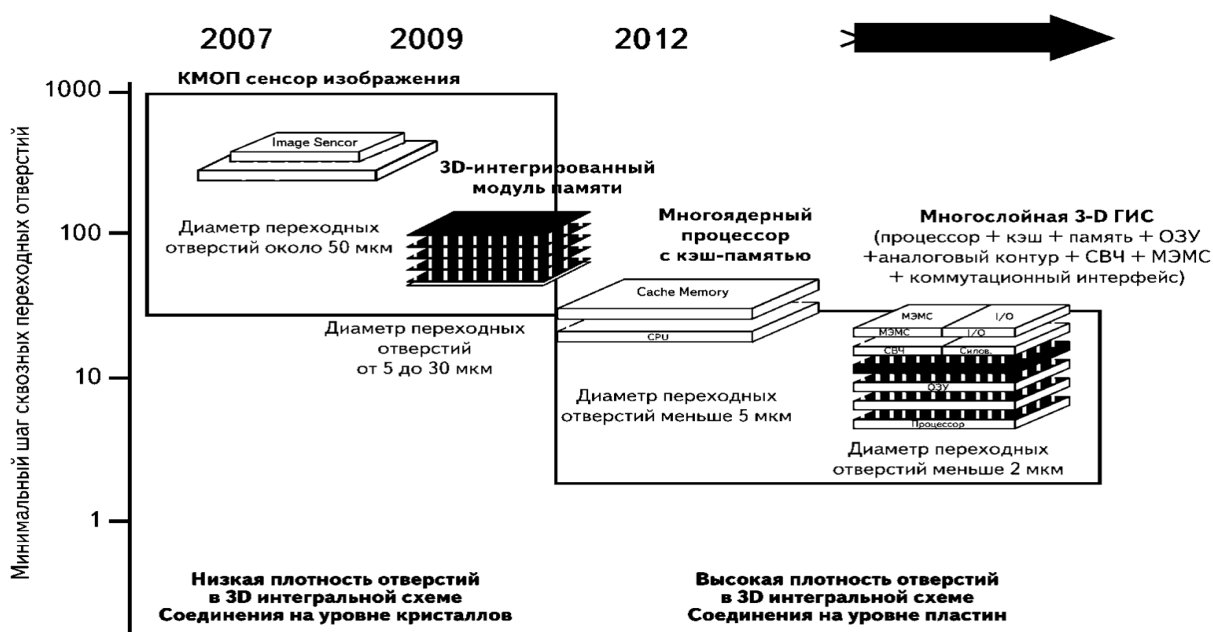


Рис. 2. План развития TSV-технологии 3D-интеграции

Основные принципы 3D-разработки, в общем случае, не отличаются, от разработки 2D-модели. Движение происходит через те же этапы. Применяются те же алгоритмы компоновки, размещения и трассировки.

Рассчитываются размеры кристалла, уточняются требования к системам электропитания и синхронизации, строится дерево синхронизации, сети распределения электропитания, делаются оценки потребляемой мощности и параметров линии связи.

Если в состав СнК входят аналоговые блоки, то разработку топологии аналоговых блоков и их подключение к цифровой части необходимо осуществлять вручную. Далее производится моделирование перекрестных искажений, теплофизический анализ, физическая верификация топологии [3].

В данной статье рассмотрены топологические особенности 3D-интеграции, которые отсутствуют в традиционных планарных интегральных схемах.

Одно из основных преимуществ 3D-интеграции на основе TSV – это общая длина соединений, которая укорачивается благодаря вертикальным TSV соединениям. Однако сами размеры TSV являются основным препятствием при их многократном использовании. По данным ITRS 2009 г., размеры TSV будут в диапазоне 1мкм до 5мкм до 2015 г. Однако размеры схемы с четырьмя тран-

зисторами в тоже время будут уменьшены с 0.82 мкм² до 0.2 мкм². Это означает, что соотношение площадей TSV и логических вентилях будет расти от $2.74=(2.25/0.82)$ до $5=(1/0.2)$ [4].

Соотношение становится еще большим, если иметь в виду дополнительные зоны, которые необходимы для избегания проблем стресса.

Поскольку длина общей шины является ключевым фактором при проектировании, то при проектировании следует учитывать все особенности TSV. А также требуется исследование RC параметров больших TSV, для оценки их влияния на потребление мощности и другие характеристики.

Распределение TSV – краеугольный камень 3D-проектирования. Количество и местоположение TSV особым образом влияет на качество и надежность 3D-технологии. Недавние исследования [4] показывают, что общая длина межсоединений уменьшается настолько, насколько использованы TSV, но разумеется, до какой-то степени [5]. Однако в основном по причине больших размеров TSV, длина межсоединений начинается расти от какой-то оптимальной точки, как показано на рис. 3.

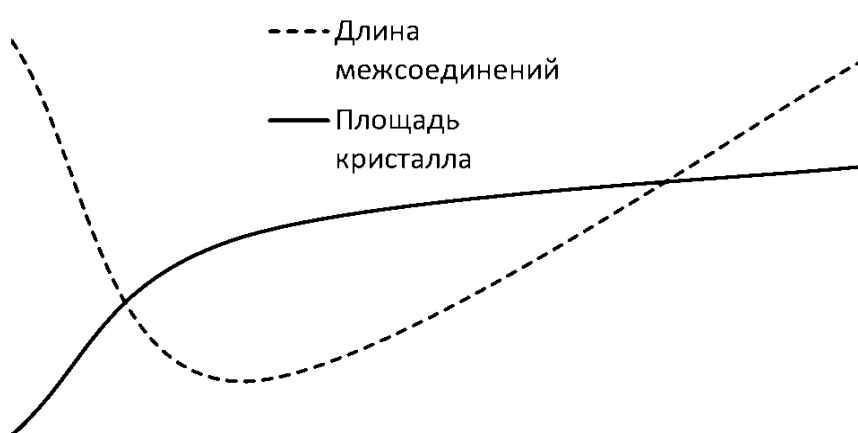


Рис. 3. Площадь кристалла и длина межсоединений при использовании TSV

Количество TSV, которые были использованы в 3D-технологии, полностью зависит от того, как 2D-дизайн был поделен на части. Для оптимального распределения проекта, требуется исследование каждого частного случая. А также требуется исследование для оценки влияния распределения TSV на качество и надежность 3D-проекта. Возможным решением этой проблемы может явиться оптимальный выбор между регулярным и нерегулярным размещением TSV [5].

Немаловажным фактором является оценивание влияния размеров TSV на потребляемую мощность, надежность и производительность.

Одной из причин, которая делает технологию 3D всеобщее неприменимой, это проблема теплоотвода. В проектах, где мощность составляет примерно 100 Вт/см², появляются температурные пики. 3D-расположение слоев микросхемы должно быть тщательно проработано, чтобы минимизировать такие «горячие точки». При хорошем подходе к проектированию необходимо размещать все энергоемкие узлы в верхнем слое (который ближе к теплоотводу). Ограниченное применение дополнительных термических TSV из меди, устанавливаемых рядом с пиковыми точками, может помочь в некоторых случаях.

Также возможно применение новых подходов к охлаждению.

Например, использовать специальное программное обеспечение для теплового управления (алгоритм тепловой оптимизации «Thermal Herding» для высокопроизводительных многоядерных 3D-микропроцессоров).

Применение жидкостного охлаждения, (с применением micro-scalefluidic channels MFS), так же возможно [6].

Еще одной проблемой при 3D-проектировании является обеспечение элементов питания необходимой мощности. Внешние шины питания соединяются при помощи нескольких вертикальных TSV питания. Количество TSV питания ограничено в связи с проблемами при размещении и трассировки, к тому же, трассировка «сигнал» соединений (signal routing) должно выполняться очень тщательно, чтобы предотвратить появление емкостных связей между ними и TSV питания [7].

Рассмотренные недостатки явно показывают что, для технологии 3D необходима разработка качественно новой, оптимальной схемотехники.

Рентабельное массовое производство по 3D-технологии затруднено вследствие отсутствия утвержденных стандартов, и собственных «правил проектирования».

Очевидно, что причиной этому является недостаточность теоретических исследований и малое количество экспериментальных данных.

Тем не менее, технология 3D-сборки является одним из наиболее перспективных методов, позволяющих снижать размеры микросхем за счет увеличения плотности упаковки, увеличивать пропускную способность соединений внутри кристалла и уменьшать его энергопотребление.

Увеличение плотности, благодаря вертикальному размещению элементов, будет способствовать многократному сокращению затрат на производство ИС по сравнению с традиционными 2D ИС при той же технологии производства.

И даже, несмотря на то, что суммарная площадь кремния, используемого в устройстве, остается практически неизменной, но размер каждого отдельного кристалла уменьшается в разы. Это влияет на такой важный параметр, как долю выхода годных кристаллов.

Библиографический список

1. Васильев А. Современные технологии 3D-интеграции// Компоненты и технологии. 2010. №1. С. 156–158.
2. Хохлун А. 3D-интеграция – один из возможных путей опережающего развития отечественной микроэлектроники// Компоненты и технологии. 2010. №12. С. 148–150.
3. Автоматизированное проектирование наносистем/ А. И. Власов, Л. А. Зинченко, В. В. Макачук, И. А. Родионов. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011, 183 с.
4. International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), www.itrs.net
5. Аракелян В. А. Проблемы и перспективы в трехмерном проектировании интегральных схем// Международная научно-практическая Интернет-конференция. Современные направления теоретических и прикладных исследований, 2014. 10 с.
6. Hyung Beom Jang, Ikroh Yoon, Cheol Hong Kim, Seungwon Shin, Sung Woo Chung Quantifying Architectural Impact of Liquid Cooling for 3D Multi-Core Processors// Journal of semiconductor technology and science. 2012. №3. С. 297–312.
7. Michael B. Healy, Sung Kyu Lim Distributed TSV Topology for 3-D Power-Supply Networks// IEEE Transactions on very large scale integration (VLSI) systems. 2012. С. 2066–2079.

УДК 681.51

А. Э. Медина Падрон

магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

Ю. П. Иванов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ФИНИТНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Как известно, оптимальным по критерию минимума среднего квадрата ошибки оценки линейным фильтром является фильтр Калмана. Это утверждение является верным, когда известна модель измерения. На практике в большинстве задач точные корреляционные функции полезного сигнала и помехи неизвестны. Известно два подхода к фильтрации сигналов в условиях априорной неопределенности – адаптивный и робастный. Робастный подход позволяет получить оценку снизу

для широкого класса сигналов. Адаптивный подход позволяет подстраивать алгоритм фильтрации под изменение параметров сигнала и помехи. Минусом такого подхода является наличие времени адаптации. В данной работе рассматривается спектрально-финитная адаптивная фильтрация, основанная на представлении случайного сигнала в виде частичной суммы ряда Карунена-Лозва, который является частным случаем ряда Фурье.

Ставится задача оценивания полезного сигнала на фоне помехи, представляющей собой нормально распределенный дискретный белый шум с заданной интенсивностью. Полезный сигнал представляет собой случайный марковский процесс, имеющий корреляционную функцию вида

$$K(\tau) = \sigma^2 \exp(-\alpha|\tau|),$$

где α – параметр корреляции; σ – среднеквадратическое отклонение сигнала.

Известны диапазоны изменения параметров α и σ , но не их точные значения.

Модель измерения линейная.

Алгоритм оптимальной фильтрации Калмана является классическим и описан в [2].



Рис. 1. Схема фильтра Калмана

Финитно-спектральный алгоритм основан на представлении случайного сигнала в виде рядов Карунена-Лозва, которые являются частным случаем рядов Фурье. Отличие заключается в том, что не только коэффициенты при базисных функциях, но и они сами выбираются оптимальным образом. На финитном, то есть конечном интервале времени сигнал представляется суммой гармоник. Рассмотрим задачу адаптивной фильтрации полезного сигнала на фоне аддитивной погрешности в виде дискретного белого шума. Тогда алгоритм будет состоять из следующих этапов.

1. На основании наблюдаемого сигнала z строится матрица его корреляционных моментов Kz .

$$Kz = z * z^T \quad (1)$$

где z – вектор, состоящий из последних n значений наблюдаемого сигнала, n выбирается исходя из требований по точности и быстродействию, в нашем случае $n=10$.

2. На каждом шаге адаптивно считается усредненная матрица корреляционных моментов KzA по следующей формуле:

$$KzA_i = KzA_{i-1} + \frac{1}{N-1} * (KzA_{i-1} - zA * zA^T) \quad (2)$$

где zA – матрица, состоящая из n последних значений наблюдаемого сигнала; N – номер итерации; MH – диагональная матрица шумов.

3. На основании априорной информации об интенсивности помехи составляется диагональная матрица шумов H . Зная матрицы H и Kz , можно определить матрицу полезного сигнала Kx .

$$Kx_j = Kz_j - H \quad (3)$$

4. Математически процедура представления сигнала с корреляционной функцией Kx в виде ряда Карунена-Лозва совпадает с процедурой взятия собственных чисел и собственных векторов от матрицы Kx . Собственные вектора представляют собой набор базисных гармоник разложения (спектральных компонент), а собственные числа – соответствующие им дисперсии (рис. 2).

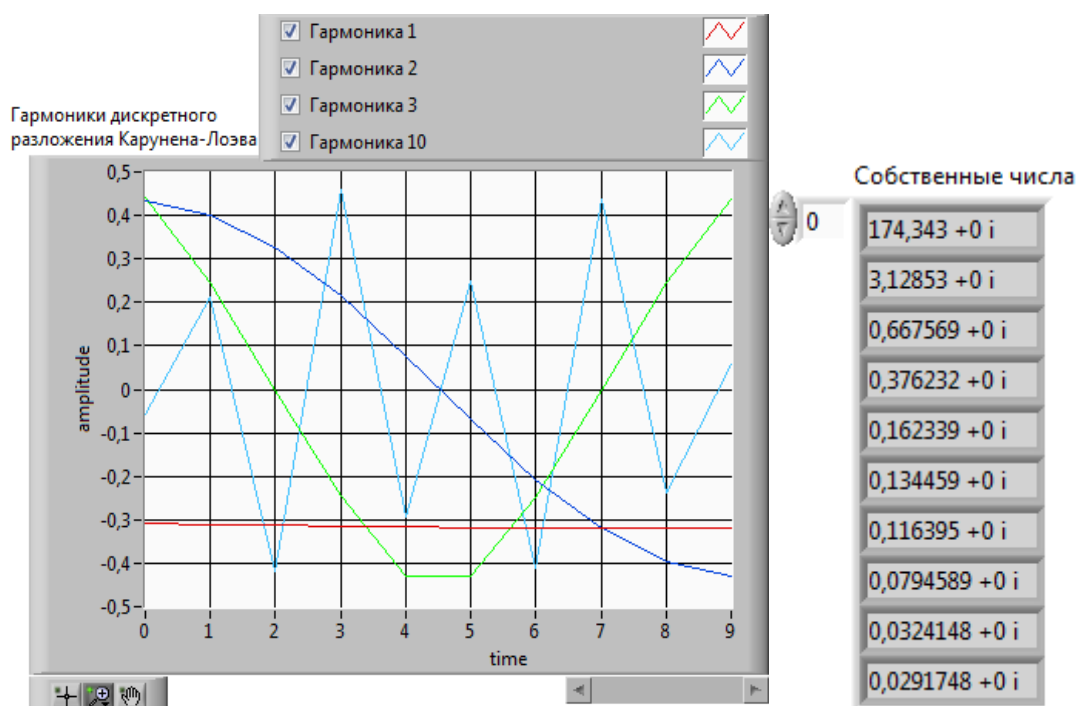


Рис. 2. Собственные числа и собственные вектора случайного процесса с корреляционной функцией Kx

5. На основании полученной матрицы собственных векторов на финитном интервале времени определяются спектральные компоненты соответствующих гармоник наблюдаемого сигнала ZC_i .

6. На основании теоремы ортогонального проецирования Пугачева находятся спектральные компоненты оценки полезного сигнала XC_i :

$$XC = ZC * A \quad (4)$$

$$A = KCXZ * KCZ^{-1} \quad (5)$$

где A – оператор оптимального оценивания; $KCXZ$ – матрица взаимных спектральных моментов полезного и наблюдаемого сигналов; KCZ – матрица спектральных моментов наблюдаемого сигнала.

Матрицы спектральных моментов рассчитываются из корреляционных матриц следующим образом:

$$KCXZ_i = BBs^T * KXZ_i * BBs, \quad (6)$$

$$KCZ_i = BBs^T * KZ_i * BBs, \quad (7)$$

где BBs – матрица собственных векторов оценки корреляционной матрицы полезного сигнала.

7. По известным базисным функциям и оцененным спектральным компонентам строится оценка полезного сигнала, после чего финитный интервал времени сдвигается на одно значение вправо.

Для иллюстрации работы финитно-спектрального алгоритма был представлен в виде рядов Карунена-Лозэва случайный марковский сигнал первого порядка.



Рис. 3. Иллюстрация разложения сигнала с помощью рядов Карунена Лозэва

Как видно из рисунка, достаточно полное описание процесса можно получить, используя всего около трех компонент спектрального разложения. Это подтверждается так же значениями дисперсий соответствующих компонент.

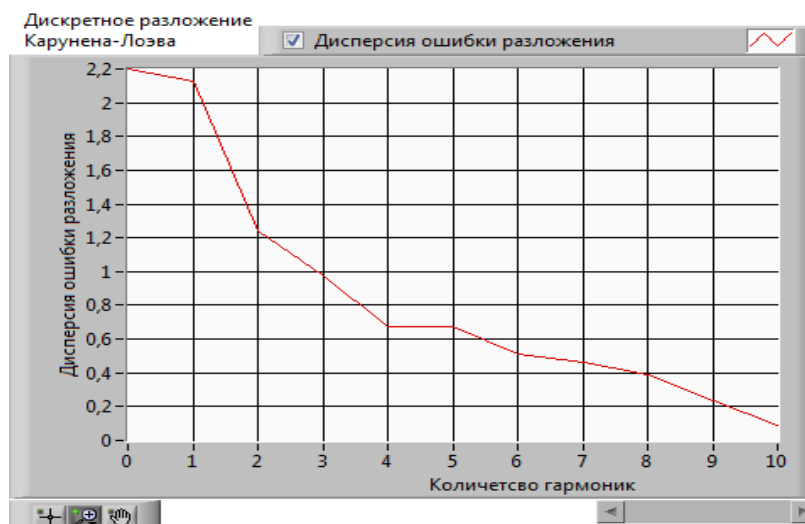


Рис. 4. Зависимость точности аппроксимации случайного процесса его представлением в виде рядов Карунена-Лозэва от числа используемых спектральных компонент

Окончание времени адаптации можно идентифицировать, как сближение теоретических дисперсий ошибок оценок для оптимального и произвольного случая, которые считаются по следующим формулам:

$$De(pr) = BBs^*(Kxo - KCxz^*A^T - A^*KCxz^T + KCx) * BBST^T, \tag{8}$$

$$De(opt) = Kx - Kxo, \tag{9}$$

где BV_s – матрица собственных векторов матрицы K_x ; K_{x0} – матрица корреляционных моментов оценки полезного сигнала; K_{Sxz} – взаимная матрица спектральных моментов полезного и наблюдаемого сигналов; A – оператор оптимального оценивания; K_{Sx} – матрица спектральных моментов полезного сигнала; K_x – оценка корреляционной функции полезного сигнала.

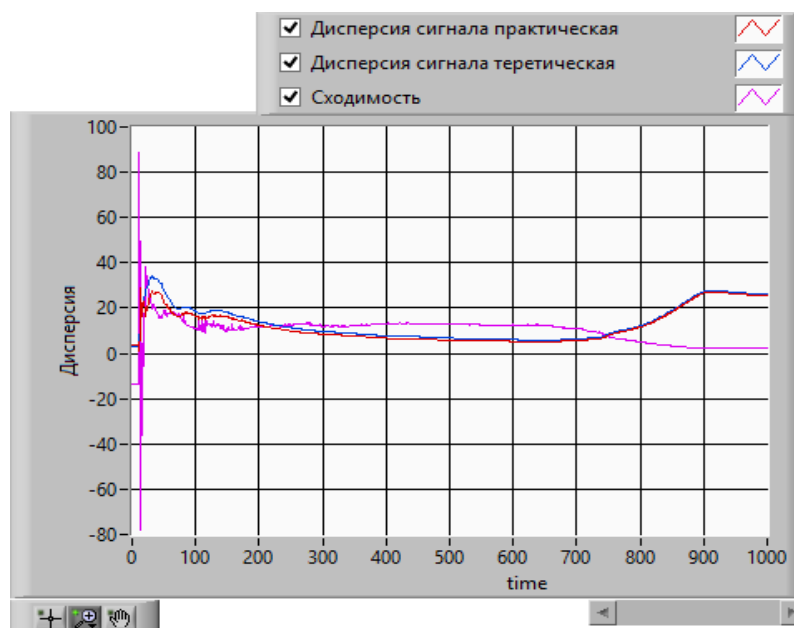


Рис. 5. Когда сходимость входит в 5% порог – можно говорить об окончании времени адаптации

Результаты моделирования. Для оценки качества работы адаптивного финитно-спектрального алгоритма, было произведено моделирование его работы параллельно с классическим фильтром Калмана, а так же тремя его адаптивными модификациями:

1. Адаптивный алгоритм с плавной подстройкой (Adaptive Fading Kalman Filter – AFKF). (На графиках – «адаптация по модели измерения»).

Этот метод ориентирован на адаптацию к изменению модели системы. Идея заключается в том, что в случае возрастания ковариации невязки наблюдений по сравнению с ее ожидаемым значением медленно повышать ковариационную матрицу вектора состояния

2. Метод уточнения ковариации по обновляющему процессу (Innovation-based Adaptive Estimation – IAE). (На графиках – «адаптация по помехе»).

Этот подход базируется на идее, что ковариационную матрицу шума наблюдений можно оценить по ковариационной матрице невязок. Слабой стороной такой схемы построения адаптивного алгоритма является необходимость быть уверенным, что изменение ковариации невязки обусловлено именно шумом наблюдений, а не шумом вектора состояния или изменением модели динамической системы.

3. Гибридный IAE/AFKF алгоритм (Hybrid).

Данный метод обеспечивает одновременную адаптацию алгоритма к изменению ковариации шума наблюдений и шума системы (маневра) [3].

Был проведен ряд экспериментов, в которых определенным образом менялись априорные данные о параметрах полезного сигнала и помехе так, что бы они отличались от реальных.

Исходные параметры сигнала:

- параметр корреляции $\alpha = 0.01$ с⁻¹;
- СКО сигнала $\sigma_s = 3$ м/с.;
- СКО помехи $\sigma_p = 1$ м/с.

- Эксперимент № 1:
- параметр корреляции $\alpha = 0.01 \text{ с}^{-1}$;
- СКО сигнала $\sigma_c = 0,5 - 8 \text{ м/с.}$;
- СКО помехи $\sigma_p = 1 \text{ м/с.}$

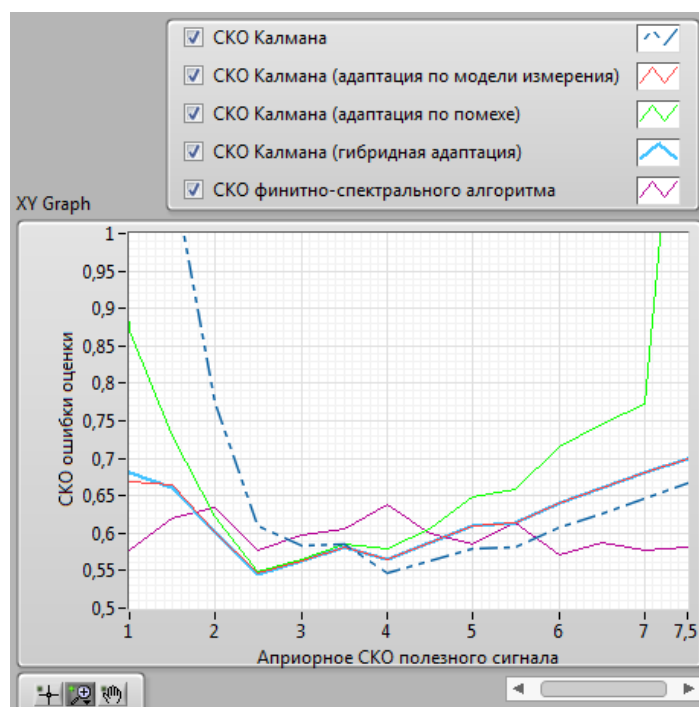


Рис. 6. Эксперимент № 1

- Эксперимент № 2:
- параметр корреляции $\alpha = 0.01 \text{ с}^{-1}$;
 - СКО сигнала $\sigma_c = 3 \text{ м/с.}$;
 - СКО помехи $\sigma_p = 0,1 - 3 \text{ м/с.}$

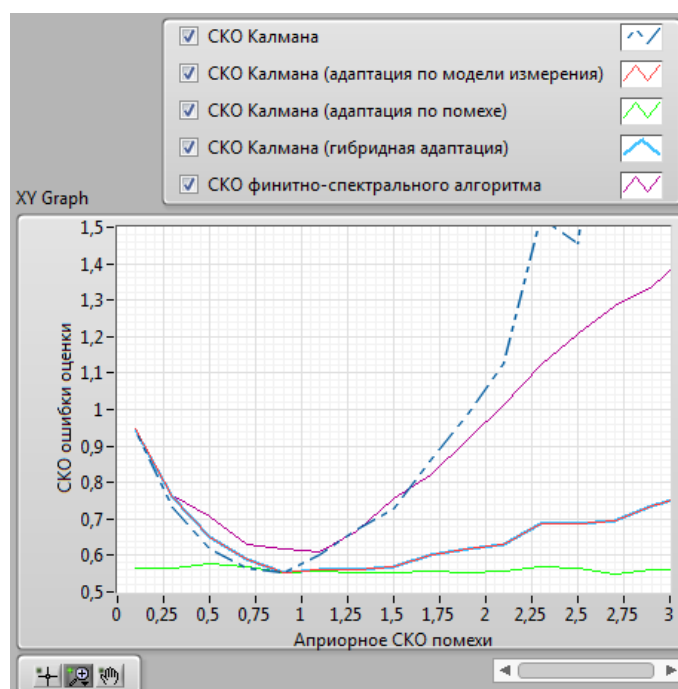


Рис. 7. Эксперимент № 2

Эксперимент № 3.

- параметр корреляции $\alpha = 0.001 - 0,1 \text{ с}^{-1}$;
- СКО сигнала $\sigma_c = 3 \text{ м/с.}$;
- СКО помехи $\sigma_p = 1 \text{ м/с.}$

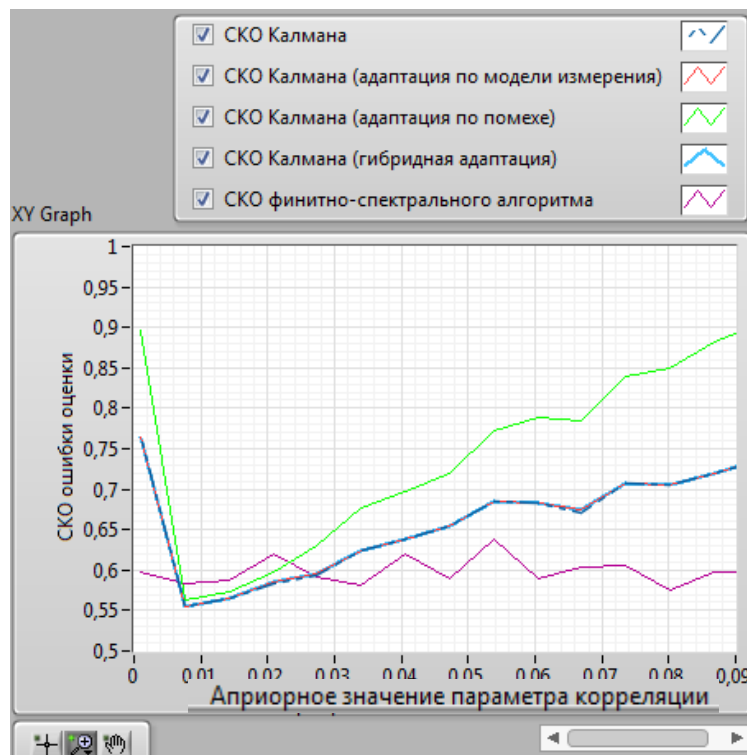


Рис. 8. Эксперимент № 3

Моделирование показало, что когда корреляционная функция полезного сигнала достоверно известна, точность оценивания финитно-спектрального алгоритма уступает фильтру Калмана незначительно, не более чем на 10%. Финитно-спектральный алгоритм показывает высокую точность оценивания полезного сигнала в условиях, когда достоверно известна интенсивность помехи. При изменении корреляционной функции полезного сигнала, в случае известной интенсивности помехи, он показывает более высокую точность, чем адаптивный фильтр Калмана.

Библиографический список

1. Метод адаптивной комплексной оптимально-инвариантной фильтрации сигналов. Ю.П.Иванов, Приборостроение.
2. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении. Сейдж, Меллс.
3. Адаптивная фильтрация координат маневрирующего объекта при изменениях условий передачи в радиолокационном канале. Е.П. Великанова, Е.П. Ворошилин, доклады ТУСУРа, 2012 г.

УДК 004.4'242

П. П. Морозкин

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

И. Я. Лауровская

научный руководитель

ОБРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА SDL-МОДЕЛЕЙ СТЕКОВ ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Моделирование протокола передачи данных является важным процессом на этапах создания спецификации протокола. После построения формальной модели протокола с использованием языка SDL выполняется тестирование модели, реализующей систему передачи данных, передающихся по моделируемому протоколу. Однако, для создания модели сети, состоящей из многих узлов необходимо использовать особенные подходы, основанные на программной реализации модели, содержащей стек протоколов. Это объясняется тем, что создание моделей сетей с использованием графической нотации языка SDL влечет значительные временные затраты. Предварительные исследования показали, что для задачи создания экземпляров моделей уместно использовать модификацию программного кода сгенерированной модели. Модификация кода влечет за собой ряд задач, существенной из которых является задача обработки программного кода SDL-модели.

В работе исследуется задача обработки программного кода SDL-модели для создания сетевой модели сети, состоящей из однотипных узлов, каждый из которых реализован на языке SDL [1]. Ранее проведенные исследования показали потенциальную возможность использования SDL-моделей для создания моделей сетей путем изменения программной реализации оригинальных SDL-моделей стеков протоколов передачи данных. Для этого был разработан [2] ряд механизмов, предназначенных для организации копирования архитектуры моделей, расширения внутренней логики процессов модели, составляющих поведенческую часть, и инициализирующих экземпляры моделей механизмов. Для автоматизации процесса синтеза программного кода было предложено [3] разработать подход, позволяющий использовать указанные механизмы в синтезированной модели. Обработка программного кода выполняется с целью расширения существующего функционала модели.

Получение симулятора. На рис. 1 показана идея получения симулятора, предназначенного для создания экземпляров SDL-моделей. Процесс начинается с построения высокоуровневой графической SDL-модели и заканчивается компиляцией и компоновкой автоматически сгенерированного программного кода SDL-модели и программного кода ядра моделирования SDL, результатом которых является исполняемый симулятор. Для работы с моделями, написанными на языке SDL, нами используется пакет прикладных программ и инструментальных средств

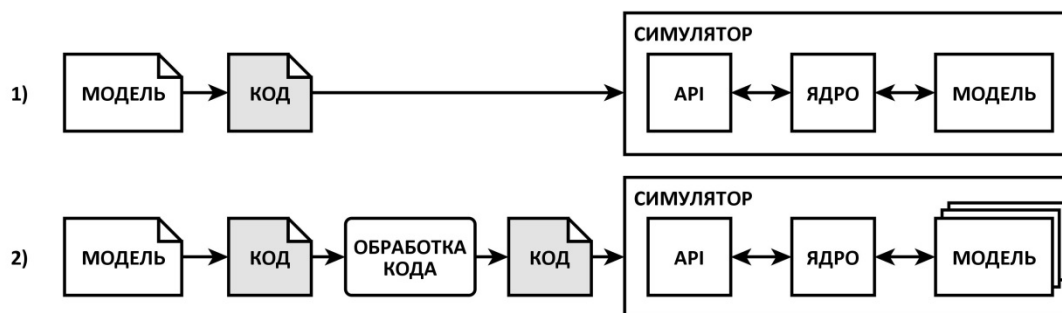


Рис. 1. Получение симулятора
1) имеющийся подход, 2) предлагаемый подход

IBM Rational SDL and TTCN Suite. Для получения симулятора, позволяющего создавать экземпляры, в исходный процесс добавляется подпроцесс, выполняющий обработку программного кода с целью преобразования программной реализации компонентов SDL-модели [4]. В результате данной операции на вход процесса компиляции и компоновки подается обработанный код, который компилируется в исполняемый симулятор, способный оперировать несколькими моделями одновременно.

Обработка программного кода. Задачи обработки кода состоят в поиске необходимого кода, определении правила для его обработки и обработки данного кода. По мере обработки кода выполняется синтез программного кода SDL-модели. Задача поиска необходимого кода сводится к классификации и поиску компонентов исходного кода. Для программной SDL-модели такими компонентами являются система, процессы, блоки, сигналы, каналы, и т.д. [1]. Часть программной реализации компонента «package» (пакет) [1] представлена в листинге 1.

```

/*****
* PACKAGE SAP_UP
* #SDTREF(SDL,D:\SUAI\Hlp\MSVC71\sdl_pid_research\sdl_system\model\SAP_UP.sun,4,1,9)
*****/
XCONST struct xPackageIdStruct yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP = {xPackageEC
xSymbTLink((xIdNode)0, (xIdNode)0), (xIdNode)&xSymbolTableIdRec
xIdNames("SAP_UP") XCOMMON_EXTRAS xIdNames(0) XPAC_EXTRAS};

```

Листинг 1. Исходная программная реализация компонента «пакет»

Задача обработки программного кода состоит в преобразовании кода, реализующего компонент, в соответствии с правилами. В результате обработанный код постепенно синтезируется в результирующий код модели. Обработанная программная реализация компонента «package» представлена в листинге 2.

```

/*****
* PACKAGE SAP_UP
* #SDTREF(SDL,D:\SUAI\Hlp\MSVC71\sdl_component\sdl_system\model\SAP_UP.sun,4,1,9)
*****/
#define CT_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP XCONST struct xPackageIdStruct
#define CV_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP
#define CD_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP \
    CT_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP WINITDONOR(CV_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP) = {xPackageEC \
    xSymbTLink((xIdNode)0, (xIdNode)0), (xIdNode) & xSymbolTableIdRec \
    xIdNames("SAP_UP") XCOMMON_EXTRAS xIdNames(0) XPAC_EXTRAS};
#ifndef CAPP
CD_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP
#else
CT_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP * CV_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP;
#define CI_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP WINITSTNODE(CT_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP, CV_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP)
#define CM_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP {CD_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP WMOCKDONOR(CV_yPacR_z_SAP_UP__SAP_UP)}
#endif

```

Листинг 2. Обработанная программная реализация компонента «package»

Для организации процесса обработки программного кода предлагается разработать инструментарий, предназначенный для получения кода модели, позволяющей создавать экземпляры SDL-моделей. На вход инструментарию поступают файлы сгенерированного программного кода. Инструментарий определяет тип файла, анализирует его содержимое на предмет соответствия шаблонам, определяет правила для обработки, обрабатывает код. На выходе инструментарий вы-

дает файлы, содержащие обработанный программный код. Генерация тестовых моделей может осуществляться путем генерации моделей, представленных в текстовой нотации [1].

Организация процесса непрерывной интеграции. По причине того, что процесс построения инструментария требует скорейшего обнаружения и решения возникающих проблем, необходимо использовать непрерывную интеграцию [5], состоящую в частых автоматизированных сборках проекта. Основными этапами являются: получение программного кода инструментария из репозитория, управляемого системой контроля версий, выполнение процесса сборки инструментария, автоматическое выполнение тестов над тестовыми моделями, генерация и отправка отчетов, получение статистики. Процесс тестирования инструментария представлен на рис. 2. Назначением данного процесса является выявление дефектов корректности работы инструментария, синтезирующего программный код. Результатом тестирования является факт компиляции синтезированного программного кода.

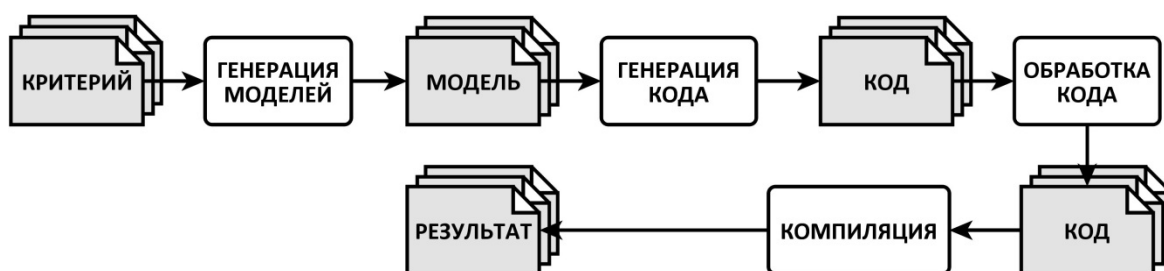


Рис. 2. Процесс тестирования инструментария

Процесс совместного тестирования инструментария и генерируемых им программных моделей представлен на рис. 3. Данный процесс предназначен для совокупного тестирования работы инструментария и моделей на соответствие исходным критериям, по которым генерировалась исходная модель.

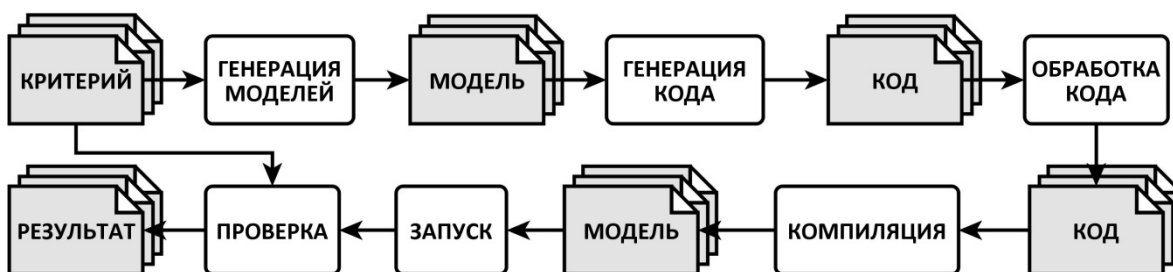


Рис. 3. Процесс совместного тестирования инструментария и моделей

Нагрузочное тестирование получаемых моделей необходимо для определения корректности работы внутренних механизмов при длительной непрерывной работе моделей. По завершению тестирования получаемые результаты сравниваются с результатами работы оригинальной модели. Критериями проверки могут быть частота отправки сигналов и их параметры, переходы в определенные состояния, временные характеристики, значения обработанных моделью данных.

Заключение. В работе предложен механизм обработки программного кода SDL-моделей стеков протоколов для построения сетевых моделей, необходимых для моделирования сетей, в которых передача данных всеми узлами ведется по моделируемому протоколу. Описаны как задачи, возникающие в процессе реализации обработки кода, так и задачи, возникающие при проектировании инструментария, его тестировании и тестировании моделей, получаемых в результате его работы.

Библиографический список

1. International Telecommunications Union: Recommendation Z.100 (11/07), Specification and Description Language (SDL).
2. P. Morozkin, V. Olenev, I. Lavrovskaya, K. Nedovodeev, Integration of SDL Models into a SystemC Project for Network Simulation, SDL 2013: Model-Driven Dependability Engineering, Lecture Notes in Computer Science Volume 7916, 2013, pp. 275-290, ISBN 978-3-642-38910-8.
3. П. Морозкин. Построение библиотеки стека протоколов на основе SDL-модели для моделирования с использованием SystemC, 66-я международная студенческая научная конференция ГУАП
4. IBM Rational. IBM Rational SDL Suite User's Manual. IBM Rational (2009).
5. Paul M. Duvall, Stephen M. Matyas III, Andrew Glover, Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risk, Addison-Wesley Professional (2007).

УДК 681.5.015

Е. А. Новицкий

магистрант кафедры системного анализа и логистики

Н. Н. Майоров

канд. техн. наук – научный руководитель

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУГОРОДНИХ ПЕРЕВОЗОК

История человеческого общества неотделима от истории развития транспорта. В настоящее время автомобильные перевозки находятся на той стадии, когда нормальное функционирование общества невозможно представить без данного вида услуг. Но все же в целом по миру автомобильные грузоперевозки все еще находятся на стадии развития, и потребность в данных услугах растет с каждым днем. Автомобильный транспорт занимает важное место в транспортной системе страны. Согласно статистике ФСГС [1], основываясь на показателях объемов перевозок груза лидирующая позиция (около 69%) принадлежит автомобильным грузоперевозкам (рис. 1).

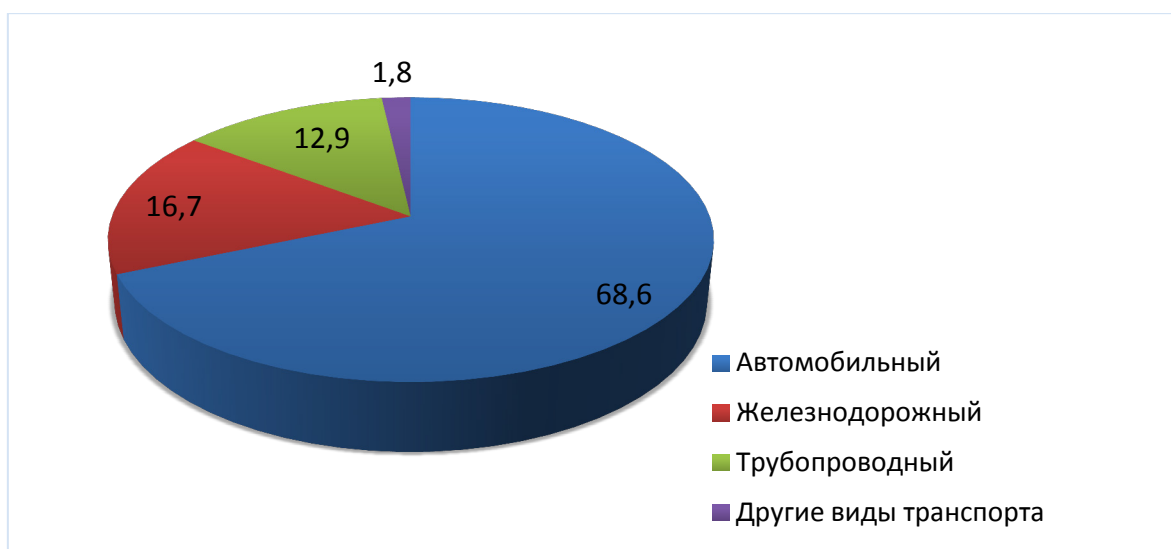


Рис. 1. Распределение объемов грузоперевозок по видам транспорта, %

Большая роль автомобильного транспорта на транспортном рынке страны обусловлена его специфическими особенностями и преимуществами перед другими видами транспорта.

В табл. 1 приведены основные достоинства и недостатки автомобильного транспорта, существенные с точки зрения логистики.

Таблица 1

Основные достоинства и недостатки автомобильного транспорта

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> – Высокая маневренность; – Высокая доступность; – Возможность доставки груза «от двери до двери»; – Высокая скорость доставки; – Возможность использования различных маршрутов и схем доставки 	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая производительность; – Зависимость от погодных и дорожных условий; – Относительно высокая себестоимость перевозок на большие расстояния; – Недостаточная экологическая чистота; – Сравнительно малая грузоподъемность

Перевозка грузов автомобильным транспортом является сложным производственным процессом, состоящим из ряда операций, образующих общий технологический процесс. Процесс доставки груза от отправителей к получателям состоит из трех основных элементов: погрузки груза на подвижной состав в пунктах отправления, перемещения груза подвижным составом от пунктов отправления до пунктов назначения, выгрузки груза с подвижного состава в пунктах назначения. При доставке груза возникает также необходимость выполнения различных других работ, связанных с транспортным процессом (прием груза у грузоотправителя и сдача его грузополучателю, сопровождение и охрана груза во время перевозки, оформление товарно-транспортных документов и т.д.). Весь комплекс связанных с транспортным процессом работ, выполняемых с момента приема груза в пункте отправления до момента сдачи груза в пункте назначения, называется транспортно-экспедиционной работой.

Планирование перевозок является важным моментом транспортного процесса, задачей которого является конкретизация и детализация организационных мероприятий, связанных с перевозкой груза (определение рационального маршрута, выбор транспортного средства и координация всего транспортного процесса), с целью максимального удовлетворения всех требований заказчика, снижения издержек, доставки груза точно в срок [2].

При выборе транспортного средства для перевозки производят расчет технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава. Так же учитываются специфика груза, необходимая скорость доставки, погодные-климатические и дорожные условия в регионах, через которые будет осуществляться перевозка, требования заказчика. Оценивается трудоемкость и стоимость перевозки.

Определение рациональных маршрутов движения позволяет минимизировать сроки доставки груза, более эффективно использовать транспортное средство, выполняющее перевозку груза, выполнить план и график перевозки, тем самым минимизировать издержки на перевозку и выполнить доставку груза точно в срок.

Для прокладки маршрута и определения его параметров можно воспользоваться системой управления перевозками, позволяющей наиболее рационально выполнять составление маршрутов доставки TopLogistic.

Допустимая протяженность участков маршрута, на которых транспортное средство может совершать свою работу, устанавливается в соответствии с Положением о рабочем времени и времени отдыха водителей автомобилей, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития РФ, а также с учетом нормативов скорости движения.

При составлении технико-экономического обоснования выбора оптимального маршрута, учитываем затраты на перевозку груза на каждом участке маршрута для каждого транспортного средства (затраты на расход топлива для транспортного средства, затраты на расход масел и смазочных материалов, затраты на оплату труда водителей, дополнительные расходы), географию региона, ее погодные-климатические и дорожные условия.

Использование системного подхода и современных методов определения рациональных маршрутов и транспортных средств позволяет сократить издержки, тем самым увеличить прибыль и повысить эффективность выполнения междугородних автомобильных перевозок.

Библиографический список

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании автомобильных дорог и организации движения .- М.: Транспорт, 1977.- 301 с.
2. Кочерга В.Г., Зырянов В.В. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении: учебное пособие – РГСУ 2001. – 108с.

УДК 62-83(075.8)

С. М. Пахарев

студент кафедры аэрокосмических компьютерных технологий

Г. С. Бритов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В настоящее время достаточно актуальной проблемой является разработка и проектирование систем подчиненного регулирования (СПР). Практически любой электропривод (ЭП) на сегодняшний момент использует именно эту систему как наиболее практичную [1, 2]. СПР можно использовать не только в ЭП, но и в любой электромеханической системе.

Современные системы управления электроприводами строятся, в большинстве случаев, в виде многоконтурных систем подчиненного регулирования. Контур регулирования тока (момента), как внутренний контур системы подчиненного регулирования, определяет настройку и динамические показатели остальных внешних контуров регулирования ЭП. Сам принцип подчиненного регулирования значительно облегчает поиск передаточных функций регуляторов и реализацию желаемого управления [3].

Целью выполненной работы было автоматизировать процесс расчета многоконтурных систем подчиненного регулирования на основе функций математического пакета MatLab.

Исходные данные расчета СПР

Будем рассматривать СПР, включающую объект регулирования, звенья которого описываются известными передаточными функциями, регулирующую часть и фильтр. Для выполнения расчета СПР необходимы следующие исходные данные:

- порядок объекта регулирования, или количество контуров в СПР;
- передаточные функции звеньев объекта регулирования;
- передаточные функции звеньев регулирующей части;
- передаточная функция звена фильтра.

Схема системы подчиненного регулирования n -ого порядка приведена на рис. 1.



Рис. 1 Схема СПР

На рис. 1 приняты обозначения: W_{pi} – передаточная функция регулятора i -ого контура, $W_i(s)$ – передаточная функция звена объекта регулирования i -ого контура, $W_\phi(s)$ – передаточная функция фильтра

Из рис. 1 следует, что вместо фильтра для контура с номером i будет использоваться результат расчета контура $i - 1$. Так, для второго контура фильтром будет являться результат расчета первого контура.

Фильтр в данной схеме СПР ограничивает полосу пропускания системы и обеспечивает ее помехозащищенность. Передаточная функция такого фильтра обычно представляется в виде апериодического звена первого порядка [1].

$$W_\phi(s) = \frac{1}{T_\mu \cdot s + 1}, W_\phi(p) = \frac{1}{T_\mu \cdot p + 1}$$

где T_μ называется базовой постоянной времени системы подчиненного регулирования.

Следуя предложениям уже указанной работы [1], передаточные функции регуляторов строятся так, чтобы обеспечить компенсацию действия соответствующего звена объекта и астатизм системы. Значит, передаточная функция регулятора будет следующей:

$$W_{pi}(s) = \frac{1}{T_\mu \cdot 2^i \cdot s^k} \cdot (W_i(s))^{-1},$$

где k – разность степени полинома знаменателя и степени полинома числителя передаточной функции $W_i(s)$.

Задачей расчета СПР является построение передаточной функции системы. С ее помощью можно получить динамические характеристики СПР. Вместе с тем, можно выполнить функциональное диагностирование системы по модели [4].

Принципы расчета СПР

В основу работы по автоматизации расчета системы подчиненного регулирования были положены следующие принципы:

- математическая модель объекта моделирования представляет собой последовательное соединение типовых апериодических звеньев первого порядка;
- выходы каждого звена доступны для измерения;
- динамика регулирования задана.

В результате расчета должна быть получена полностью описанная система, состоящая из n замкнутых контуров, выходные значения которых могут быть измерены, что является основным достоинством СПР. Расчет такой системы начинается с внутреннего контура и заканчивается внешним контуром. Таким образом, получается, что вычисления осуществляются рекурсивным образом. Это является очень важным моментом, поскольку, исходя из принципа рекурсии, можно построить циклический алгоритм расчета СПР.

Алгоритм расчета СПР, показанной на рис. 1, имеет n шагов:

1-ый шаг. Расчет передаточной функции системы 1-го контура:

$$Wc1(s) = \frac{Wp1(s)W_\phi(s)W1(s)}{1 + Wp1(s)W_\phi(s)W1(s)}.$$

Порядок такой системы будет определяться суммой порядков первого звена, фильтра и первого регулятора:

$$n_1 = \deg(W_{p1}(s)) + \deg(W_\phi(s)) + \deg(W_1(s)).$$

2-ой шаг. Расчет передаточной функции системы 2-го контура:

$$Wc2(s) = \frac{Wp2(s)Wc1(s)W2(s)}{1 + Wp2(s)Wc1(s)W2(s)},$$

$$n_2 = n_1 + \deg(W_{p2}(s)) + \deg(W_2(s)).$$

n -ый шаг. : Расчет передаточной функции системы n -го контура:

$$W_{cn}(s) = \frac{W_{pn}(s)W_{c_{n-1}}(s)W_n(s)}{1 + W_{pn}(s)W_{cn}(s)W_n(s)},$$

$$n_n = n_{n-1} + \deg(W_{pn}(s)) + \deg(W_n(s)).$$

Здесь под $\deg(W_i(s))$ следует понимать степень знаменателя передаточной функции $W_i(s)$.
 Схема алгоритма расчета СПР показана на рис. 2.

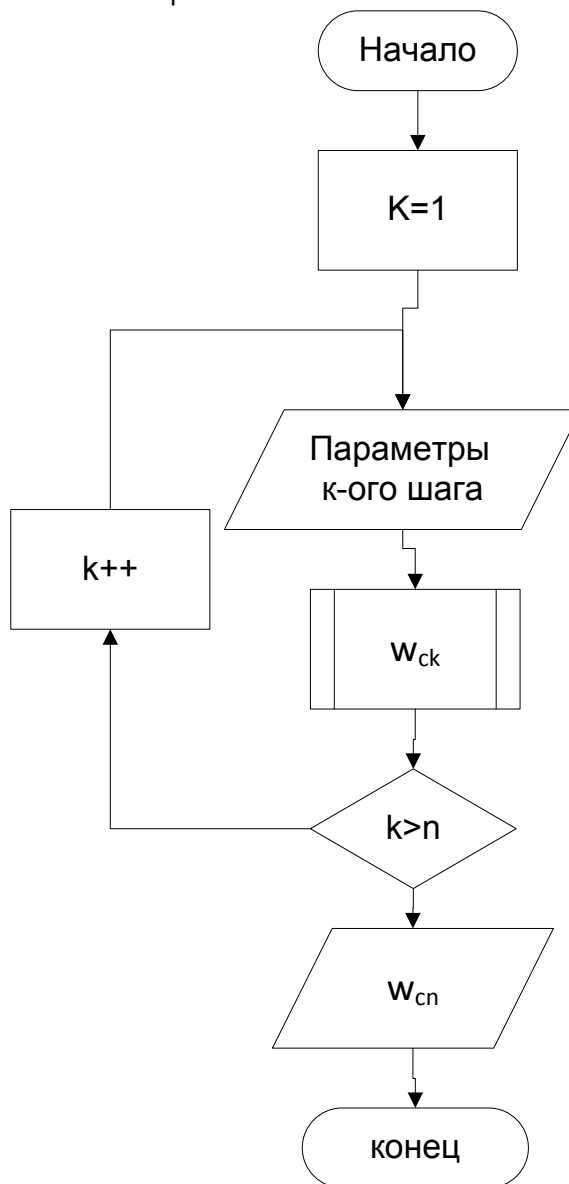


Рис. 2. Схема алгоритма расчета СПР

Данный алгоритм можно реализовать с помощью математического пакета Matlab для получения быстрого и точного результата проектирования системы подчиненного регулирования. Кроме того, учитывая особое значение постоянной времени фильтра целесообразно осуществить интерактивную процедуру выбора ее по критерию, например, величины максимального перерегулирования.

Результаты расчета пятизвенного объекта

Для расчета СПР объекта, имеющего любое число звеньев, в соответствии с алгоритмом, показанном на рис. 2 была написана программа в математическом пакете Matlab. Помимо реализации

цикла для расчета передаточных функций контуров подчиненного регулирования, в программе организован диалог для выбора постоянной времени фильтра из соображений задаваемого максимального перерегулирования в системе. Удобство работы пользователя с программой было обеспечено разработкой визуально понятного интерфейса.

Для демонстрации его использования рассмотрим пятизвенный объект следующего вида:

$$W_1(s) = \frac{1}{s+1}, W_2(s) = \frac{1}{s+2}, W_3(s) = \frac{s}{s^2+s+1}, W_4(s) = \frac{1}{s}, W_5(s) = \frac{s+2}{s^2+2\cdot s+1}$$

Изначально при запуске программы требуется ввести данные объекта и получить передаточную функцию:

Transfer function:

3.052e-005

$$\frac{3.052e-005}{s^6 + s^5 + 0.5 s^4 + 0.125 s^3 + 0.01562 s^2 + 0.0009766 s + 3.052e-005}$$

Заключение

Проектирование и создание систем подчиненного регулирования можно значительно облегчить при применении рекурсивного принципа. На сегодняшний день СПР получили наиболее широкое распространение в связи с их сравнительно простым моделированием и реализацией, поэтому исследования в этой области являются достаточно актуальными. Ведь, вполне может быть, что автоматические устройства когда-нибудь должны полностью заменить человеческий труд. А для этого необходимо изучение предметной области и автоматизация проектирования таких устройств.

Библиографический список

1. Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов. Екатеринбург. Издательство Уральского гос. проф.-пед. ун-та, 2008. 279 с.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов. Издательский центр «Академия», 2006. 304 с.
3. О.В.Слежановский Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. Энергоатомиздат, 1983. 256 с.
4. Атанов В.А., Бритов А.Г. Автоматизация расчета систем автоматического регулирования электроприводов // Заваляшинские чтения'12, СПб, 2012, С.12-19.

УДК 004.732

С. М. Пахарев

студент кафедры аэрокосмических компьютерных технологий

А. Ю. Сыщиков

научный руководитель

ПОСТРОЕНИЕ КОММУНИКАЦИОННОЙ БОРТОВОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА SPACEWIRE

Бортовые локальные вычислительные сети (БЛВС) предназначены для связи устройств, расположенных в рамках такой сети. При этом устройства могут быть связаны не напрямую друг с другом, а через один или несколько коммутаторов, а также физически находится в разных частях одной сети. Данный подход применяется в авиакосмической области при построении летательных аппаратов. Зачастую бортовые сети имеют большое количество узлов и поэтому построение таких сетей вручную является сложной задачей даже для группы специалистов: требуется построить и оценить все возможные варианты соединения узлов между собой, при этом обеспечить требуемые тактико-технические характеристики (ТТХ).

Гораздо удобнее предоставить специалистам один или несколько готовых вариантов сети, обладающих наилучшими свойствами, чтобы они затем выявили направления работы и произво-

дили дальнейшие оценки полученных вариантов.

В связи с этим появилась идея автоматического построения, для которого достаточно было бы ввести только исходные данные, а затем программа построила сеть и сохранила результаты своей работы для последующего анализа и следующих этапов проектирования БЛВС. Таким образом можно строить сети больших размеров, не привлекая к этому большое количество специалистов, а так же получить оптимальный вариант решения исходя из заданных пользователем ограничений: достаточно ввести исходные данные, запустить программу, дождаться ее окончания и провести тестирование получившихся моделей.

Исходные данные

Все входные данные описываются строго согласно стандарту и предоставляются в формате *.xml – файлов. В них должны присутствовать:

- перечень терминальных узлов с размещенными на них задачами;
- набор параметров каждого логического канала, при этом обязательной характеристикой является его пропускная способность и допустимая задержка;
- параметры узлов-коммутаторов, которые могут быть использованы для построения сети (берется из библиотеки компонент);
- наложенные пользователем ограничения, к примеру, по массе логической или физической структуры, энергопотреблению.

Принципы построения сети

В ходе выполнения алгоритма строится сеть с логическими каналами с заданными временными характеристиками и с соблюденной по ограничениям массе.

В ходе формирования коммуникационной системы БЛВС каждому логическому каналу ставится в соответствие маршрут. Условный путь должен удовлетворять пользовательским ограничениям, заданным для соответствующего ему логического канала. Требование по временным параметрам для логического канала должно соответствовать задержке в условном пути. При вычислении задержки в маршруте суммируются задержки на коммутаторах, через которые он проходит [2].

Поскольку в локальных вычислительных сетях зачастую одно устройство имеет множество связей с другими устройствами, то в программе по автоматическому построению сети был принят шаблон для упрощения построения сети в целом. Этот шаблон называется «древовидная структура».

Древовидной называется такая двухуровневая структура, в которой присутствует один узел приемник/передатчик и не менее трех передатчиков/приемников, а также удовлетворяющая определенному набору свойств. При этом передача данных внутри такой структуры однонаправлена для всех логических каналов. Пример логического дерева изображен на рис. 1.

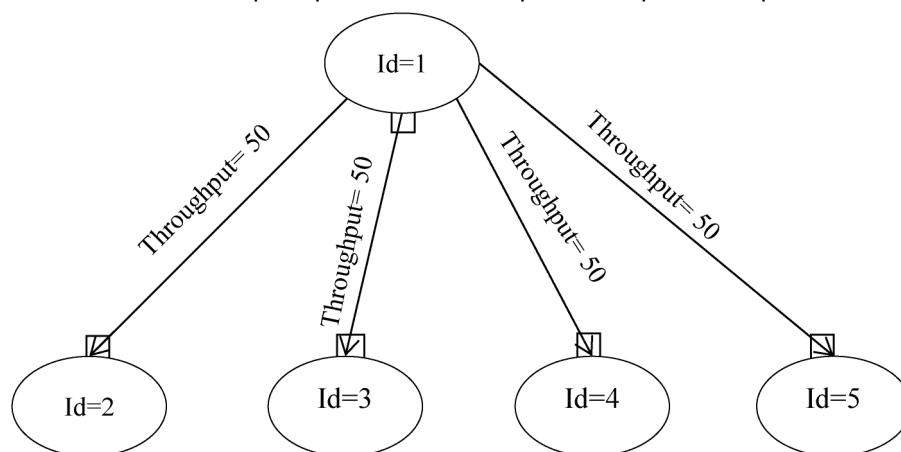


Рис. 1. Логическое дерево

Построение древовидной структуры идет снизу вверх, то есть от листьев к корню. При этом происходит резервирование портов – проверяется возможность того, что узлы участвуют в других деревьях или в произвольных структурах. При построении будут построены все возможные комбинации коммутаторов. После будет выбран наилучший вариант, и затем построен и сохранен в промежуточном решении, и, если требуется, будет продолжаться построение произвольной структуры.

При построении произвольной структуры применен алгоритм полного перебора методом поиска в глубину, что позволяет экономить ресурсы памяти, что является необходимым при построении сети больших размеров [1].

Время выполнения данной части программы будет зависеть от того, сколько недостроенных логических каналов в сети находится на момент начала работы алгоритма.

Первым шагом при построении произвольной структуры будет построение «мостов» между кластерами. Мостом является физический канал, на концах которого находятся коммутаторы, один из которых принадлежит одному из двух соединяемых кластеров, а другой – другому.

Построение произвольной структуры разбито на несколько подэтапов:

- построение прямого физического канала от последнего узла пути логического канала до узла-приемника с прокладкой логического канала;
- прокладка логического канала в существующий физический, соединяющий последний узел в пути логического канала и любой коммутатор, не встречавшийся ранее на пути логического канала, или узел-приемник;
- построение прямого физического канала от последнего узла логического канала до коммутатора, связанного с узлом-приемником напрямую и прокладка логического канала в него.

При построении произвольной структуры учитывается и кластеризация элементов:

- прохождение логического канала через мост возможно только один раз;
- логический канал может проходить только через мост, связывающий кластер, в котором находится узел-источник и кластер узла-приемника. При этом если оба этих узла лежат в одном кластере, то логический канал ни разу не пройдет через какой-либо мост.

Критерием окончания построения произвольной сети считается отсутствие недостроенных логических каналов. После того, как было найдено какое-либо решение, последнее совершенное действие отменяется, и происходит переход на следующий возможный вариант построения. Таким образом реализуется обход в глубину.

После нахождения какого-либо варианта решения происходит проверка параметров сети: сначала по пользовательским ограничениям, затем вариант сравнивается с найденными ранее вариантами, затем производится проверка по формулам, основанным на теории массового обслуживания. Данные формулы рассчитывают не только статические, но и динамические характеристики сети. В них рассчитывается наихудший вариант, при котором сеть будет функционировать: рассматривается случай, при котором каждый логический канал является последним в очередь на передачу данных на каждом встречающемся на его пути узле. Таким образом происходит проверка на максимальную возникающую задержку в каждом канале. Если хотя бы один канал превысил максимальную допустимую задержку, то тогда рассматриваемый вариант отбрасывается из рассмотрения и программа переходит к поиску следующего решения.

Также при построении сети строятся маршруты передачи данных для каждого логического канала. Маршрут содержит в себе узлы, через которые проходит логический канал и выходящие порты этих узлов.

Пример и результат работы

Исходными данными являлся граф задач, содержащий характеристики согласно таблице, изображенной на рис. 2, в которой был описан трафик логических каналов. Для построения сети использовались 16-портовые коммутаторы.

Receivers Senders	ATS	OREC	CBOC	CEB	ISS	CC	OMS	TS	CCM
ATS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OREC	-	-	-	-	-	2	-	-	5
OS	-	-	-	-	-	1	1	-	3
CBOC	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.08
CEB	-	-	-	-	-	0.1	2	-	2
ISS	-	-	-	-	-	15	3	-	2
CC	35	-	-	-	-	-	2	-	0.2
OMS	5	-	-	-	3	0.1	-	-	5
RMS	-	-	-	-	-	1	1	-	1
BS	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-
CS	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
TS	-	15	-	-	15	50	0.1	-	0.01
CCM	5	5	0.08	2	2	5	1	0.01	-

Рис. 2. Трафик в Мбит/с. Серым обозначен видео-трафик

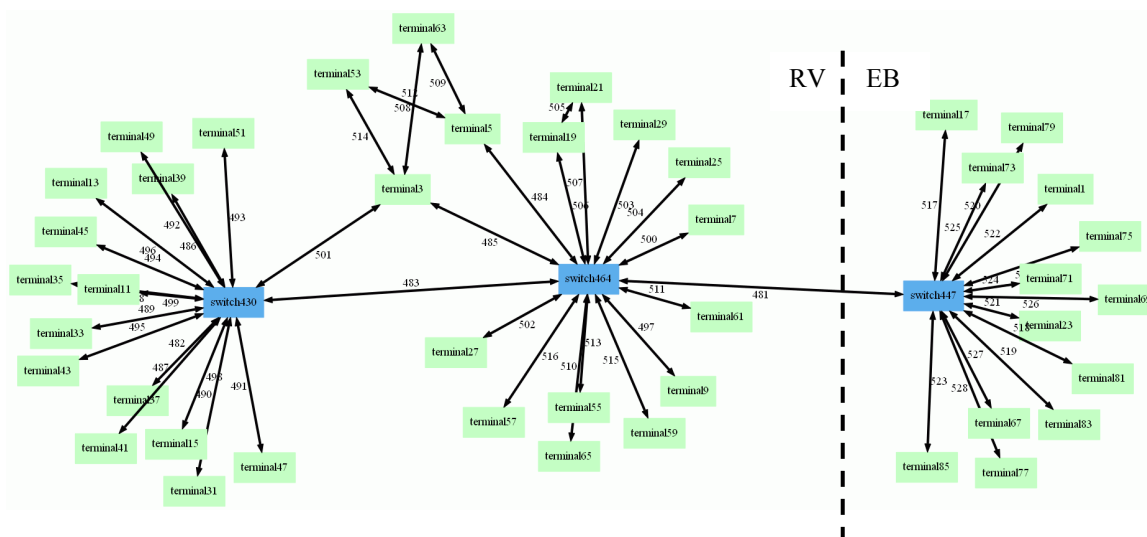


Рис. 3. Результаты работы программы

На рис. 3 изображена построенная сеть с физическими каналами. Как можно видеть из результатов работы программы, полученный вариант использует прямые соединения типа «терминальный узел – терминальный узел», не через коммутатор. Это позволяет в ряде случаев создать более эффективную структуру. Например, для данного примера это позволило ограничиться использованием трех коммутаторов, а в случае отсутствия прямых соединений потребовалось бы четыре.

Заключение

С помощью данного алгоритма можно строить сети больших размеров, не затрачивая на это какие-либо ресурсы, а так же получить оптимальный вариант решения исходя из заданных пользователем ограничений: достаточно ввести исходные данные и после окончания программы провести тестирование получившихся моделей.

Это облегчает работу по созданию БЛВС в несколько раз. Однако программа нуждается в некоторых доработках, в частности, необходимо уменьшить время работы программы, создать методы кумулятивного построения сети, то есть сделать программу более «умной». Этого можно достичь с помощью создания шаблонов построения, а также применить фильтрацию на ранних этапах.

Библиографический список

1. Седжвик Р. - Фундаментальные алгоритмы на C++. Ч. 5. Алгоритмы на графах, 2001
2. Самойленко В.В. Локальные сети. Полное руководство. — К., 2002

УДК 629.735.33

Д. М. Рагинис

магистрант кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

Г. С. Бритов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ. ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

Теория автоматического регулирования и управления относится к числу научных дисциплин, образующих в совокупности науку об управлении. Вначале она создавалась с целью изучения закономерностей в процессах автоматического управления техническими процессами – производственными, энергетическими, транспортными и т.п.

Впервые, по-видимому, с необходимостью построения регуляторов столкнулись создатели высокоточных механизмов, в первую очередь – часов. Даже небольшие, все время действующие в них помехи приводили в конечном итоге к отклонениям от нормального хода, недопустимым по условиям точности. Противостоять этим помехам чисто конструктивными средствами, например, улучшая обработку деталей, повышая их массу или увеличивая развиваемыми устройствами полезные усилия, не удавалось, и для решения проблемы точности в состав системы стали вводить регуляторы. На рубеже нашей эры арабы снабдили поплавковым регулятором уровня водяные часы. Гюйгенс в 1657 г. встроил в часы маятниковый регулятор хода.

Развитие промышленных регуляторов началось лишь на рубеже XVIII и XIX столетий, в эпоху промышленного переворота в Европе. Первыми промышленными регуляторами этого периода являются автоматический поплавковый регулятор питания котла паровой машины, построенный в 1765 г. И. И. Ползуновым, и центробежный регулятор скорости паровой машины, на который в 1784 г. получил патент Дж. Уатт. Эти регуляторы как бы открыли путь потоку предложений по принципам регулирования и изобретений регуляторов, продолжавшемуся на протяжении XIX в. В этот период появились регуляторы с воздействием по скорости (Сименса), по нагрузке (Понселе), сервомоторы с жесткой обратной связью (Фарко), регуляторы с гибкой обратной связью (изодромные), импульсные регуляторы «на отсечку пара», вибрационные электрические регуляторы и т.п.

Коренное изменение в подходе к проблеме и в методологию исследования внесли три фундаментальные теоретические работы, содержавшие в себе, по существу, изложение основ новой науки: работа Д. К. Максвелла «О регуляторах» (1866) и работы И. А. Вышнеградского «Об общей теории регуляторов» (1876) и «О регуляторах прямого действия» (1877). Д. К. Максвелл и И. А. Вышнеградский осуществили системный подход к проблеме, рассмотрев регулятор и машину как единую динамическую систему.

Крупный вклад в теорию регулирования внесен Н. Е. Жуковским, автором труда «О прочности движения» и первого русского учебника «Теория регулирования хода машин» (1909). Н. Е. Жуковский дал математическое описание процессов в длинных трубопроводах, рассмотрел влияние сухого трения в регуляторах, исследовал некоторые процессы импульсного регулирования.

В первые десятилетия XX в. теория автоматического регулирования, вышедшая из рамок прикладной механики, формируется как общетехническая дисциплина. В этот период появляется целый ряд работ, рассматривающих приложение теории и распространяющей ее выводы на самые разнообразные технические процессы. Особенно четко мысль о теории регулирования, как дисциплине общетехнического характера, проводится в ряде работ И.Н. Вознесенского (1922 – 1949), руководителя одной из крупных советских школ в этой области.

Я. З. Цыпкиным были разработаны основы теории релейных (1955) и импульсных (60-е годы) систем с различными видами модуляции. Цикл этих работ удостоен Ленинской премии в 1960 г. [1].

В настоящее время системы управления применяются практически во всех областях жизнедеятельности человека, и являются неотъемлемой частью любого производства. Так все больше промышленные системы приняли вид блоков-шкафов имеющих защиту от производственных и экстремальных условий. Так же существуют огромные суперкомпьютеры способные управлять гигантскими системами. И нельзя не сказать о миниатюризации этих систем, превращающей большие шкафы в маленький микрочип, который можно разместить буквально везде, даже в организме человека.

Система управления – систематизированный (строго определенный) набор средств сбора сведений о подконтрольном объекте и средств воздействия на его поведение, предназначенный для достижения определенных целей. Объектом системы управления могут быть как технические объекты, так и люди. Объект системы управления может состоять из других объектов, которые могут иметь постоянную структуру взаимосвязей.

Объектом управления может быть любая динамическая система или ее модель. Состояние объекта характеризуется некоторыми количественными величинами, изменяющимися во времени, то есть переменными состояниями. В естественных процессах в роли таких переменных может выступать температура, плотность определенного вещества в организме, курс ценных бумаг и т. д. Для технических объектов это механические перемещения (угловые или линейные) и их скорость, электрические переменные, температуры и т. д.

Системы управления разделяют на два больших класса:

- автоматизированные системы управления (АСУ) – с участием человека в контуре управления;
- системы автоматического управления (САУ) – без участия человека в контуре управления.

Приведем примеры систем управления.

Системы автоматической стабилизации. Выходное значение поддерживается на постоянном уровне (заданное значение – константа). Отклонения возникают за счет возмущений и при включении.

Системы программного регулирования. Заданное значение изменяется по заранее заданному программному закону. Наряду с ошибками, встречающимися в системах автоматического регулирования, здесь также имеют место ошибки от инерционности регулятора.

Следящие системы. Входное воздействие неизвестно. Оно определяется только в процессе функционирования системы.

Системы экстремального регулирования. Способны поддерживать экстремальное значение некоторого критерия (например, минимальное или максимальное), характеризующего качество функционирования данного объекта. Критерием качества, который обычно называют целевой функцией, показателем экстремума или экстремальной характеристикой, может быть либо непосредственно измеряемая физическая величина (например, температура, ток, напряжение, влажность, давление), либо КПД, производительность и др.

Замкнутые САУ. В замкнутых системах автоматического регулирования управляющее воздействие формируется в непосредственной зависимости от управляемой величины. Связь выхода системы с его входом называется обратной связью. Сигнал обратной связи вычитается из задающего воздействия. Такая обратная связь называется отрицательной.

Разомкнутые САУ. Сущность принципа разомкнутого управления заключается в жестко заданной программе управления. То есть управление осуществляется «вслепую», без контроля результата, основываясь лишь на заложенной в САУ модели управляемого объекта. Примеры таких систем: таймер, блок управления светофора, автоматическая система полива газона, автоматическая стиральная машина и т. п.

Системы, в которых определены внешние (задающие) воздействия и описываются непрерывными или дискретными функциями во времени, относятся к классу детерминированных систем.

Системы, в которых имеет место случайные сигнальные или параметрические воздействия, и описываются стохастическими дифференциальными или разностными уравнениями, относятся к классу стохастических систем.

Также существуют гибридные системы [2].

Динамическая система – множество элементов, для которого задана функциональная зависимость между временем и положением в пространстве каждого элемента системы. Данная математическая абстракция позволяет изучать и описывать эволюцию систем во времени.

Состояние динамической системы в любой момент времени описывается множеством вещественных чисел (или векторов), соответствующим определенной точке в пространстве состояний. Эволюция динамической системы определяется детерминированной функцией, то есть через заданный интервал времени система примет конкретное состояние, зависящее от текущего.

Для задания динамической системы необходимо описать ее фазовое пространство, множество моментов времени и некоторое правило, описывающее движение точек фазового пространства со временем. Множество моментов времени может быть как интервалом вещественной прямой (тогда говорят, что время непрерывно), так и множеством целых или натуральных чисел (дискретное время). Во втором случае «движение» точки фазового пространства больше напоминает мгновенные «скачки» из одной точки в другую: траектория такой системы является не гладкой кривой, а просто множеством точек, и называется обычно орбитой. Тем не менее, несмотря на внешнее различие, между системами с непрерывным и дискретным временем имеется тесная связь: многие свойства являются общими для этих классов систем или легко переносятся с одного на другой [3].

Автоматизированные системы управления, контроля и безопасности.

Современные автоматизированные системы управления, контроля и безопасности (как и любые автоматические системы) используют самые передовые достижения науки, техники и технологии, такие как:

- средства и методы анализа, обработки сигналов и изображений (включая Вейвлет-преобразования и другие технологии);
- средства и методы идентификации и моделирования, технологии математического моделирования;
- нечеткая логика, цепи и другие методы;
- нейронные сети и другие методы и технологии.

Автоматизированные системы управления и контроля интенсивно развиваются, однако при этом используются самые примитивные способы организации управления:

- методы последовательного управления;
- методы управления только в пределах одного режима;
- методы управления только в пределах идеальных условий работы технологического оборудования (только для штатных режимов работы оборудования).

И это при том, что современные автоматизированные системы управления и контроля имеют в своем арсенале достаточно мощные программные и инструментальные средства. Но эти средства используются не в полной мере, или же не доработаны до оптимальной эффективности.

Чаще всего специалисты по системам автоматического управления и контроля считают, что выходом из опасных ситуаций, является организация управления, позволяющая обойти исключительные ситуации (опасные ситуации, которые увеличивают ошибки и создают сбои в работе системы автоматического управления и контроля). Эти меры надо использовать как резервы для уже работающих автоматизированных систем управления и контроля.

Но практика показывает, что подобная организация управления – это только малая часть мер, чтобы перенести сбои в работе автоматизированных систем управления и контроля на более поздний период времени. Подобные решения не способны полностью решить проблемы качественной, бесперебойной и надежной работы автоматизированных систем управления и контроля.

Если автоматизированные системы управления и контроля работают в штатных ситуациях, то управление технологическими процессами происходит успешно.

Но если ситуация технологического процесса выходит за пределы стандартов (т.е. при внештатных ситуациях), то современные автоматизированные системы управления и контроля начинают ошибаться, или дают сбой, и блокируют возможности дальнейшего управления и контроля технологическим процессом. Это приводит к браку, к авариям, и даже к фатальным случаям [4].

Решить задачу перехода на новый технологический уровень автоматизированных систем управления и контроля, только за счет усовершенствования и модернизации уже существующих автоматизированных систем управления и контроля невозможно.

Переход автоматизированных систем управления и контроля на новый технологический уровень можно осуществить, только используя новые знания – новые технологии, новые методы и новые принципы управления автоматическими процессами.

Библиографический список

1. *Н. И. Подлесный, В. Г. Рубанов.* Элементы систем автоматического управления и контроля. — Киев.: «Вища школа», 1982. 477 с.
2. *Цыпкин Я. З.* Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.
3. *Weisstein, Eric W.* Dynamical Systems: Пер. с англ. <http://mathworld.wolfram.com/>.
4. *Техническая компания «ER-LF»* <http://er-lf.com/>.

УДК 004.416.2

Н. И. Синёв

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

И. Л. Коробков

научный руководитель

ПРОГРАММНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ БОРТОВЫХ СЕТЕЙ

В ходе работы над проектом по тестированию стандарта SpaceWire-RT [1, 2] возникла проблема поиска и обнаружения ошибок в логике работы модели сети, функционирующей по данному стандарту.

Модель сети SpaceWire-RT [3] представляет собой сетевую модель, разработанную на языке SystemC [4, 5]. Она предназначена для тестирования сетевого взаимодействия множества одновременно работающих устройств в сети с топологией типа решетка. При чем модель сети SpaceWire-RT имеет сложную структура и состоит из следующих компонентов:

- модель стека SpaceWire-RT (рис. 1);
- модель узла и модели коммутатора SpaceWire-RT (рис. 2).

Каждый узел и коммутатор содержит в себе модель стека SpaceWire-RT.

В ходе тестирования сетевой модели создаются текстовые файлы, содержащие детальную диагностическую информацию обо всех процессах и событиях (рис. 3), произошедших внутри модели.

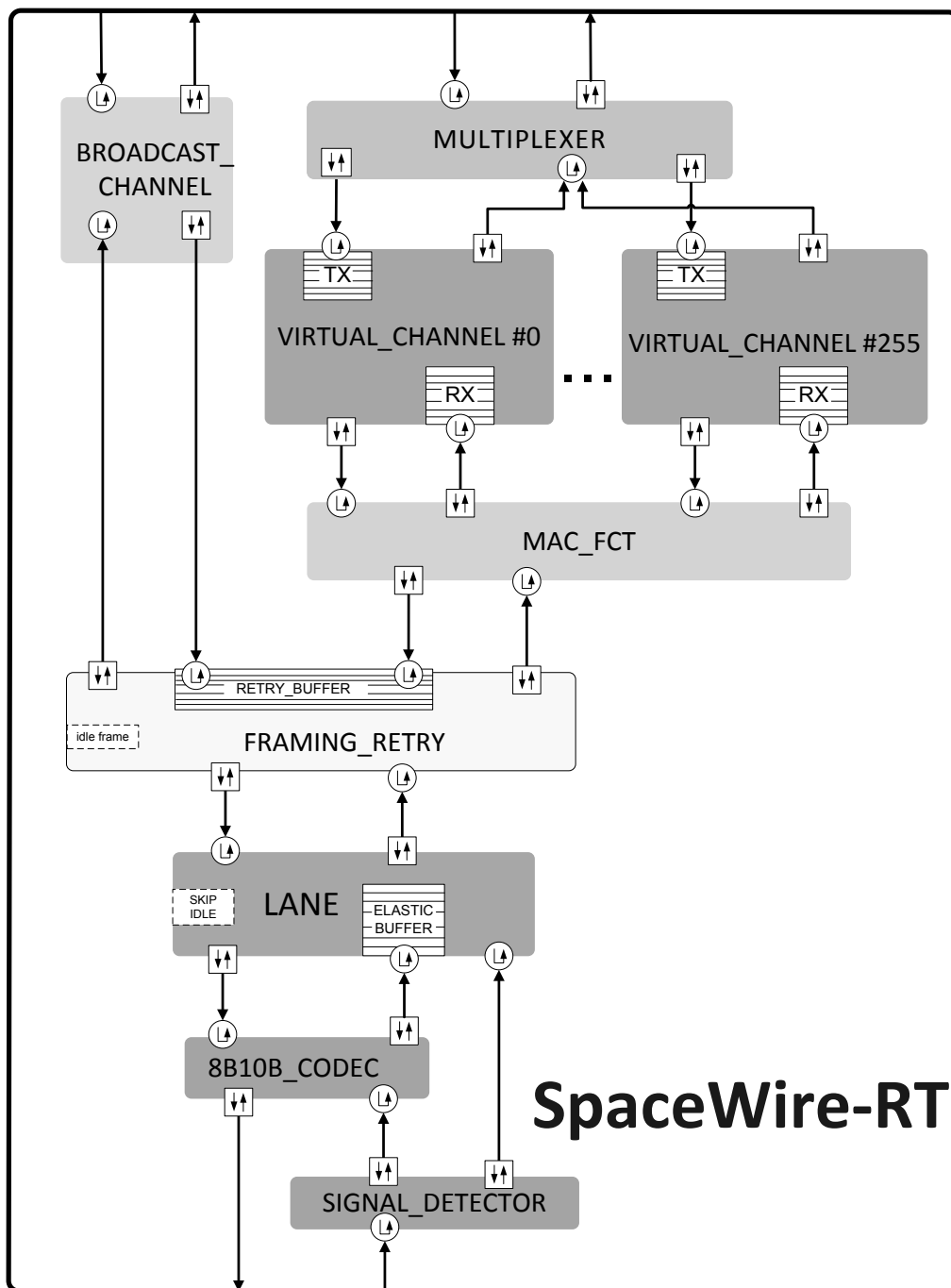


Рис. 1. Стек SpaceWire-RT

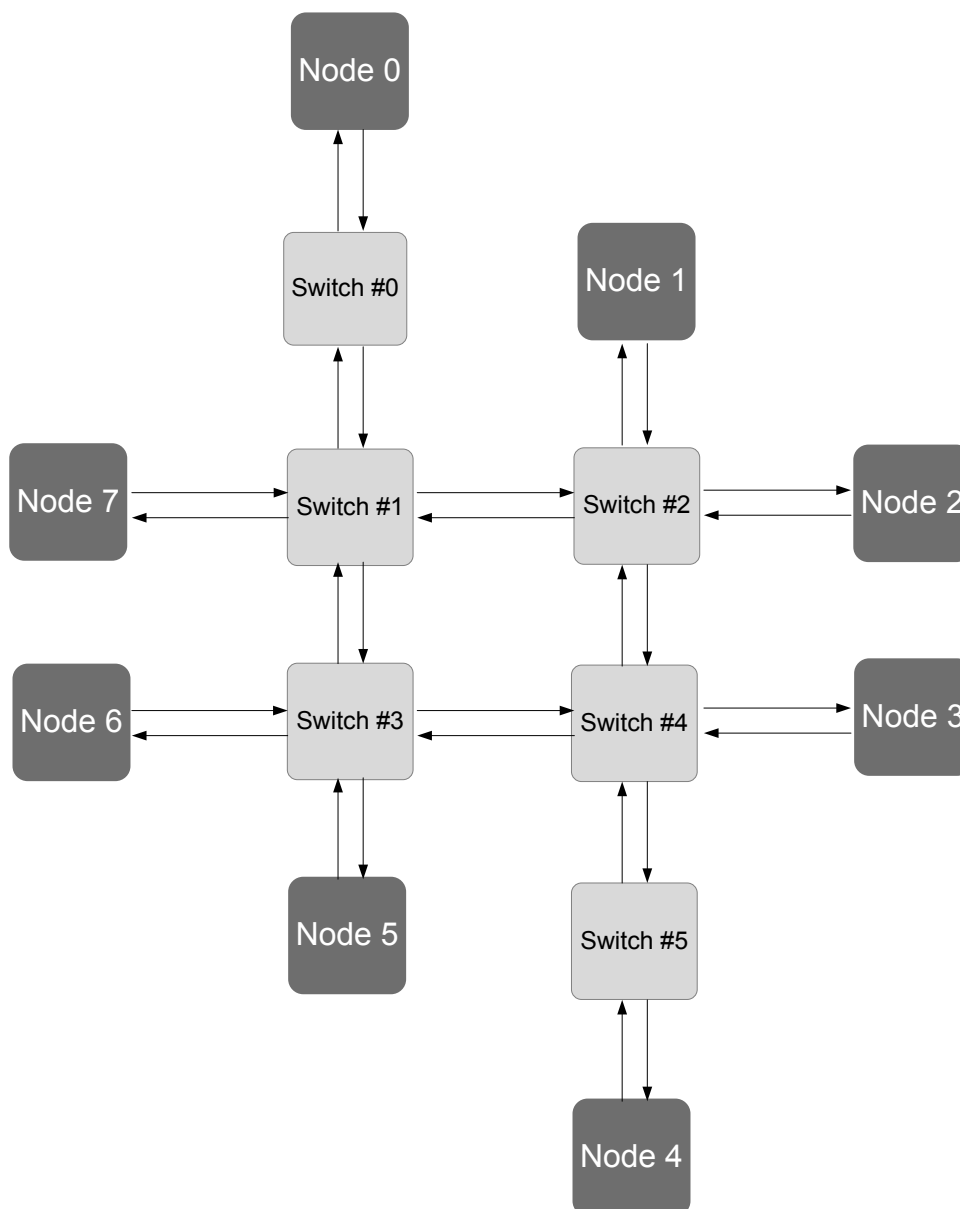


Рис. 2. Модель узла и коммутатора SpaceWire-RT

```

28924596.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  :::: do handleRetryBuffers: 0x FLOW_CONTROL retry buff
28924596.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  :::: do handleRetryBuffers: 0x DATA_FRAME retry buffer
28924596.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry WORD WX :::: node_10_spacefibre_framing_retry [DATA_N_CHA
28924596.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  >>> DATA_WORD
28924596.00 ps      node_10_spacefibre_lane_0 Tx  >>> DATA_WORD [DATA_N_CHAR 15, DATA_N_CHAR 16, D
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_lane_0 Tx  >>> ready to send next Frame Token
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  >>> ===== check retry buffers =====
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  >>> BROADCAST_FRAME retry buffer has free space
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  >>> FLOW_CONTROL retry buffer has free space
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  <<< mac_fct: 0x no FLOW_CONTROL
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  >>> DATA_FRAME retry buffer has free space
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_lane_0 Rx  <<< DATA_WORD [DATA_N_CHAR 3, DATA_N_CHAR 0, D
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Rx  <<< DATA_WORD
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_lane_0 TxRx  :::: ACTIVE -> ACTIVE
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_mac_fct Tx  :::: arbitrate QoS
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_mac_fct Tx  :::: no ready virtual channel
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  <<< mac_fct: 0x no DATA_FRAME
28943224.00 ps      node_10_spacefibre_framing_retry Tx  <<< broadcast_channel: 0x no BROADCAST_FRAME
    
```

Рис. 3. Пример части текстовой диагностической информации

В результате моделирования сетевой модели генерируется большой объем диагностической информации, который составляет порядка десятков гигабайт. В связи с этим, обнаружение ошибок и причины их возникновения в логике работы модели является трудоемкой и затруднительной задачей.

Для того, чтобы устранить данную проблему, было принято решение о разработке программного обеспечения Анализатора на языке C/C++ с применением библиотеки Qt [6], позволяющего сжимать и преобразовывать диагностическую текстовую информацию в визуальное представление удобное для восприятия человеком.

Основными функциями программы Анализатора являются:

- сжатие и визуализация текстовой диагностической информации о работе сети, как по частям, так и целой сети;
- фильтрация информации по всей иерархичной структуре сети.

Графический интерфейс Анализатора состоит из двух вкладок: Настройки (Settings) и Сеть (Network).

Вкладка Настройки (Settings) (рис. 4):

- отображает все узлы и коммутаторы сети, включая их внутренние элементы;
- выводит информацию о конфигурации сети и настроек каждого элемента.

Вкладка Сеть (Network) (рис. 5):

- отображает схему сети;
- выводит визуальное представление диагностической информации в выбранном элементе сети.

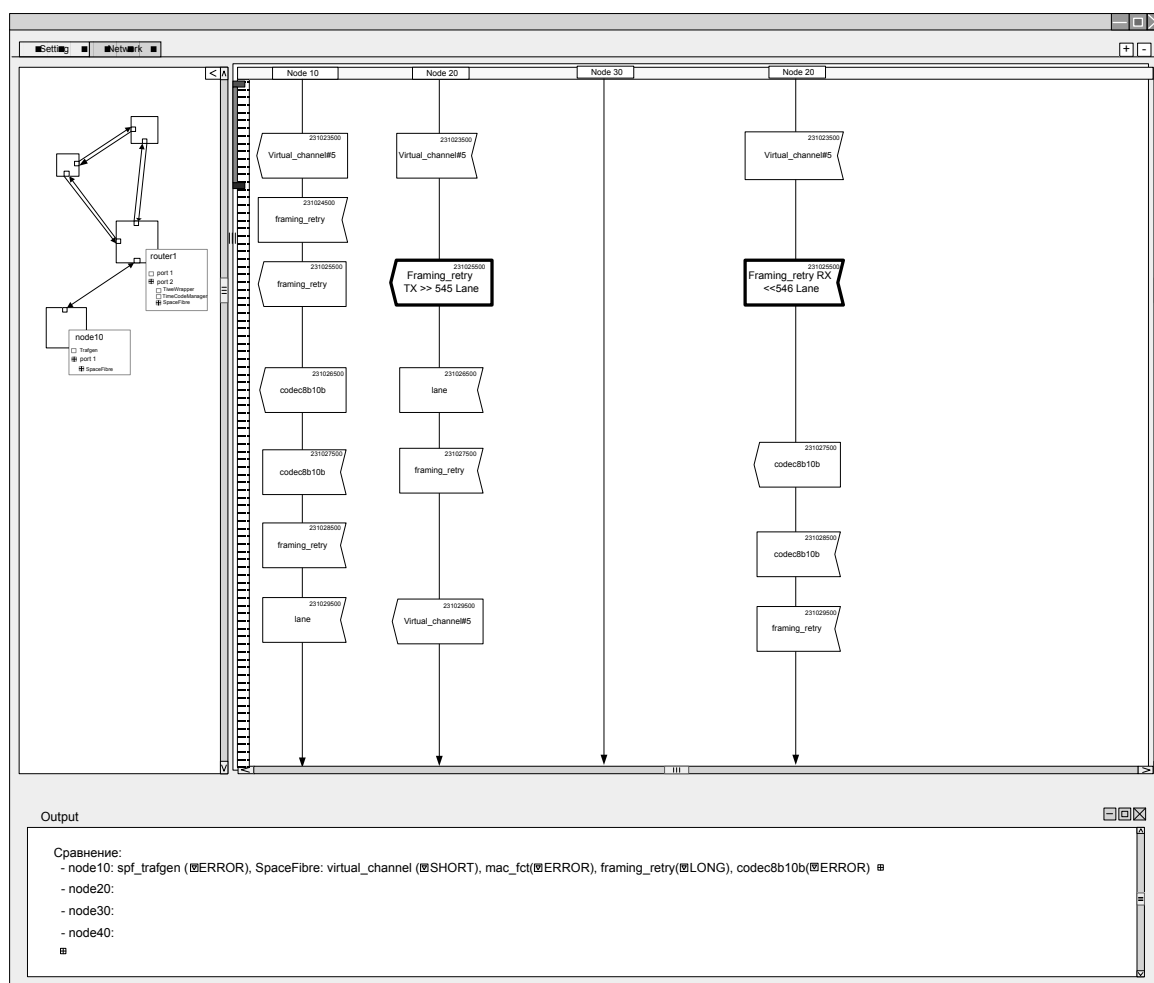


Рис. 4. Вкладка Сеть(Network)

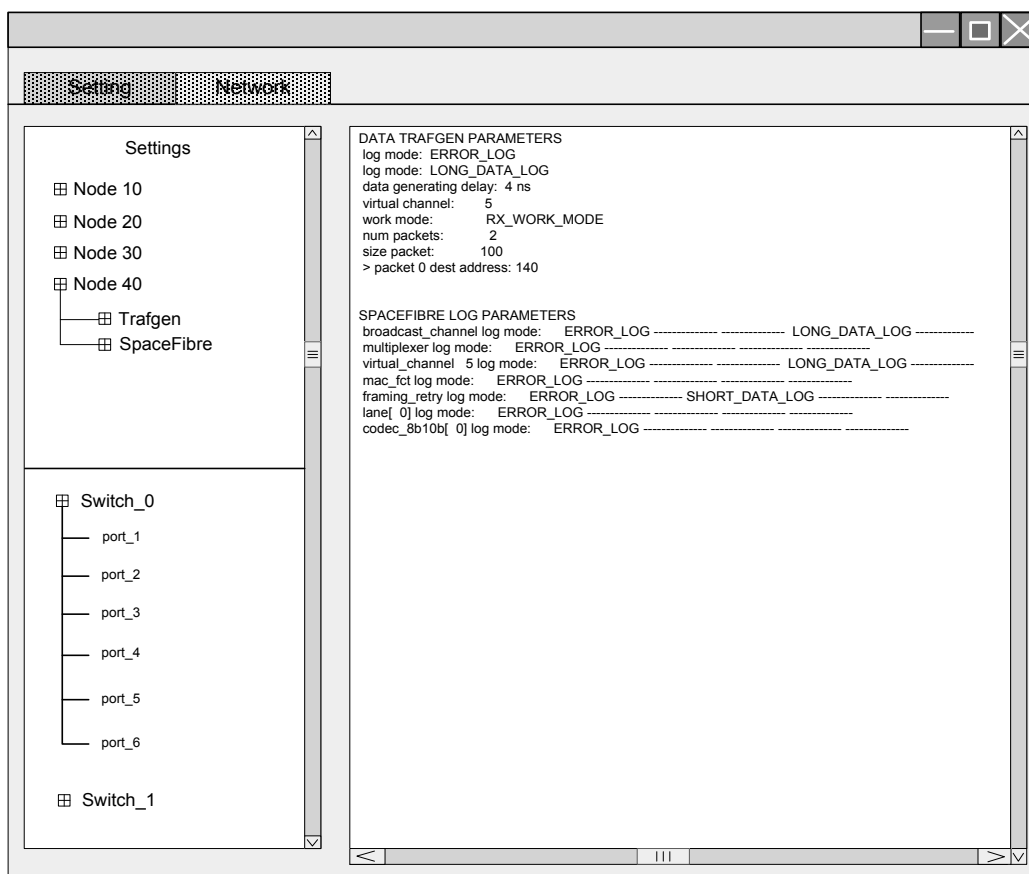


Рис. 5. Вкладка Настройки(Settings)

Вкладка Сеть также позволяет масштабировать полученное визуальное представление. Для быстрого доступа к памяти, где хранятся файлы с диагностической информацией, Анализатор строит дерево директорий (рис. 6).

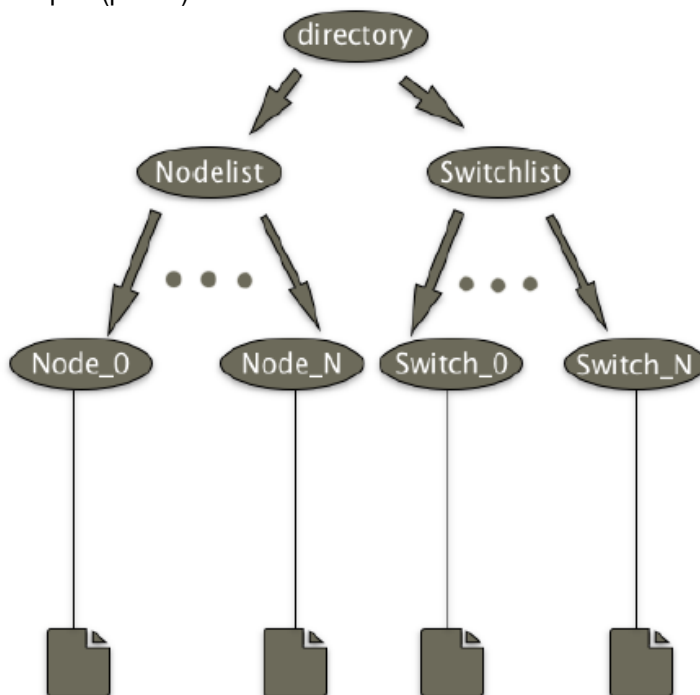


Рис. 6. Дерево директорий

В дереве директорий каждый корень:

- может иметь несколько потомков (папок и файлов);
- имеет ссылки на листья, при этом корень ничего не знает о данных.

Анализатор, используя полученное дерево, ищет каталоги с файлами, с которыми ему предстоит работать в текущий момент времени. После того, как будет найден каталог с файлами, начинается построение путей до данных и их загрузка в память программы. Для обеспечения высокой скорости работы программы файлы с диагностической информацией индексируются и подгружаются при помощи «плавающего окна» по мере вывода информации пользователю. Вся информация о положении файлов с диагностической информацией хранится в конфигурационном файле модели.

В данной статье представлена проблема анализа большого объема текстовой диагностической информации, отражающей процессы функционирования модели бортовой сети SpaceWire-RT. Разработка специального программного обеспечения Анализатора призвана решить эту проблему и облегчить поиск ошибок и причин их возникновения путем сжатия диагностической информации и её визуализации в удобное визуальное представление.

Библиографический список

1. S. Parkes, "SpaceWire-RT Outline Specification, version 2.1", University of Dundee, 6th September 2012.
2. Y. Sheynin, E. Suvorova, V. Olenev, I. Lavrovskaya, "D3.1 SpaceWire-RT Simulation and Validation Plan", Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 3rd October 2012.
3. V. Olenev, I. Lavrovskaya, I. Korobkov "SpaceWire-RT/SpaceFibre Specification and Modeling", Proceedings of 5th International Conference SpaceWire 2013 Program (pp. 344-350), Gothenburg, 2013
4. Open SystemC Initiative (OSCI), "IEEE 1666™-2005 Standard for SystemC", 2005.
5. Black, D. SystemC: From the Ground Up / D. Black, J. Donovan, B. Bunton, A. Keist. Springer, 2010
6. Qt Project.URL: <http://qt-project.org/> (дата обращения 20.05.2014).

УДК 629.052.7

А. Н. Сульдин

магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

В. В. Перлюк

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

СИСТЕМА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Предложена методика экспериментального определения значений коэффициентов передаточной функции микромеханического акселерометра.

В качестве базовой модели для идентификации [1] взята математическая модель, описанная В. Я. Распоповым. Последовательность преобразований физических величин в процессе измерения ускорения осевым акселерометром может быть представлена в виде блок-схемы измерительной цепи, на которой каждый элемент преобразования представлен в виде звена с соответствующей передаточной функцией (рис. 1).

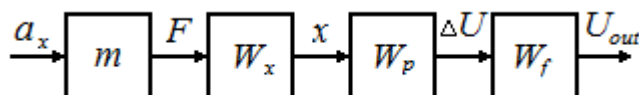


Рис. 1. Блок-схема измерительной цепи осевого акселерометра

Величина m инерционной массы ЧЭ является коэффициентом передачи первого звена, на вход которого поступает измеряемое ускорение a_x , а выходом является инерционная сила F . На вход второго звена с передаточной функцией W_x поступает инерционная сила F , а выходом явля-

ется перемещение x ИМ. Первое и второе звенья образуют чувствительный элемент датчика. Выходом преобразователя перемещений с передаточной функцией W_p является напряжение ΔU , которое затем посредством активного фильтра с передаточной функцией W_f преобразуется в выходное напряжение U_{out} .

Передаточная функция осевого акселерометра (рис. 1) представляет собой два колебательных звена (чувствительный элемент и фильтр) и усилитель (преобразователь перемещений), соединенные последовательно, и имеет вид:

$$W(s) = \frac{U_{out}}{a} = \frac{K_p K_{se} K_f}{(T_{se}^2 s^2 + 2\xi_{se} T_{se} s + 1)(T_f^2 s^2 + 2\xi_f T_f s + 1)}, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент усиления преобразователя перемещений; K_{se} – коэффициент усиления чувствительного элемента; K_f – коэффициент усиления фильтра; T_{se} – постоянная времени чувствительного элемента; T_f – постоянная времени фильтра; ξ_{se} – коэффициент демпфирования чувствительного элемента; ξ_f – коэффициент демпфирования фильтра.

Из передаточной функции (1) при $s = 0$ следует важный технический параметр акселерометра – масштабный коэффициент (В/(м/с²)):

$$K_m = \frac{U_{out}}{a} \approx K_p K_{se} K_f, \quad (2)$$

Таким образом, из выражений (1) и (2) следует, что для осуществления параметрической идентификации необходимо определить следующие коэффициенты: K_m , T_{se} , T_f , ξ_{se} , ξ_f .

Структурная схема системы изображена на рис. 2. Система включает в себя вибростенд, стенд постоянных центростремительных ускорений (СПЦУ), компьютер с установленным на него специальным программным обеспечением (СПО) и, собственно, сам исследуемый датчик.

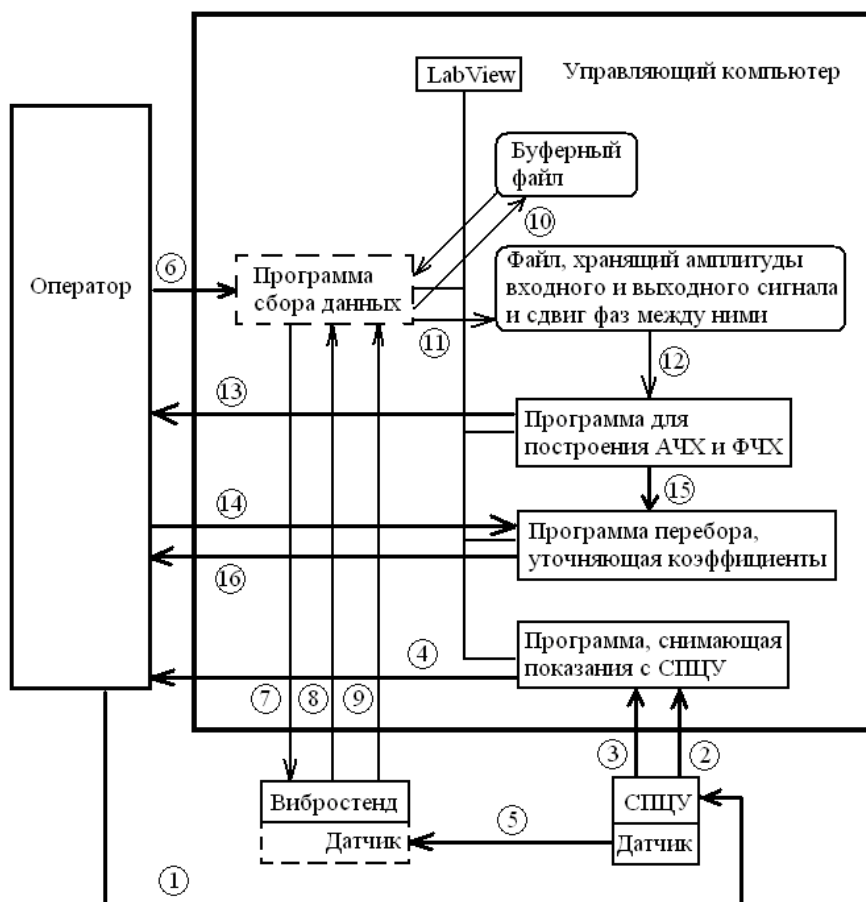


Рис. 2. Структурная схема СПО

Специальное программное обеспечение состоит из установленной на управляющий компьютер среды разработки и выполнения программ LabView и программ, написанных на языке LabView.

Оператор устанавливает испытуемый датчик 1 на СПЦУ. При помощи СПЦУ задаются постоянные ускорения. Программа, снимающая показания с СПЦУ, фиксирует напряжение при постоянном ускорении $U(a)$ 2, а также напряжения при нулевом ускорении U_0 и при ускорении свободного падения U_g 3. После снятия значений напряжения при нескольких значениях ускорения определяется коэффициент чувствительности K_m . Коэффициенты U_0 , U_g , K_m заносятся в программу сбора данных 4, 6. Датчик снимается с СПЦУ и устанавливается на вибростенд 5. Запускается программа сбора данных, вырабатывающая синусоидальные тестовые воздействия определенной частоты, подаваемые на вибростенд 7. С вибростенда снимается информация о заданном ускорении 8 (колебания вибростола) и показания датчика 9.

Текущая частота, выходной и входной сигналы записываются в буферный файл, и процесс подачи тестового сигнала останавливается 10. Далее выше указанные данные считываются из буферного файла 10 и по ним определяются и затем записываются в другой файл 11 амплитуды входного и выходного сигналов, а также сдвиг фаз между ними при текущей частоте входного воздействия. Частота увеличивается на определенное дискретное значение и процесс подачи тестового сигнала, обработки и записи повторяется до тех пор, пока считывание не пройдет при максимальной заданной частоте входного воздействия.

Вторая программа считывает амплитуды и сдвиг фазы из файла при определенных частотах и строит по ним экспериментальные АЧХ и ФЧХ 12. Оператор проводит кусочно-линейную аппроксимацию графика АЧХ и по аппроксимированной АЧХ и экспериментальной ФЧХ визуально определяет диапазоны возможных значений [2] идентифицируемых коэффициентов 13. Эти диапазоны 14 вместе с экспериментальными АЧХ и ФЧХ 15 заносятся в четвертую программу, уточняющую коэффициенты. Значения уточненных коэффициентов выводятся оператору на экран компьютера 16.

После приблизительного определения параметров передаточной функции по аппроксимированной АЧХ возможна их корректировка. Алгоритм программы перебора, уточняющей коэффициенты, изображен на рис. 3.

С помощью данного алгоритма реализуется процесс уточнения коэффициентов методом перебора. После проведения эксперимента и записи входного синусоидального воздействия и выходного сигнала в виде массивов точечных значений логарифмов отношений амплитуд при определенных угловых частотах, задаются диапазоны, в которых лежат величины уточняемых коэффициентов, в виде их минимально и максимально возможных значений и шаги, с которыми будет осуществляться перебор. Найденный минимум среднеквадратической ошибки (или иной критерий поиска) задается равным бесконечности.

Производится моделирование поведения выходного сигнала пропуском синусоиды различных частот через модель датчика и при известных наборах значений экспериментальной и модельной АЧХ вычисляется среднеквадратическое отклонение модельной АЧХ от опытной. Далее происходит сравнение полученной СКО с полученной при предыдущей итерации (при первой итерации она равна бесконечности). Если текущее значение меньше предыдущего, то происходит запись и отображение нового СКО и новых скорректированных значений коэффициентов модели, при которых обеспечивается меньшее различие между ответом модели датчика и ответом самого датчика. Если текущее значение больше предыдущего, то операции записи и отображения новых значений пропускаются и отображаются старые значения коэффициентов.

Далее идет сравнение текущего значения одного из коэффициентов с максимальным значением из заданного диапазона. Если коэффициент меньше максимального, то к нему прибавляется его шаг дискретизации, введенный в программу в начале, и идет повтор операций, описанных в предыдущем абзаце. Если коэффициент больше максимального, то он сбрасывается на мини-

мальное значение и к следующему коэффициенту прибавляется его шаг дискретизации.

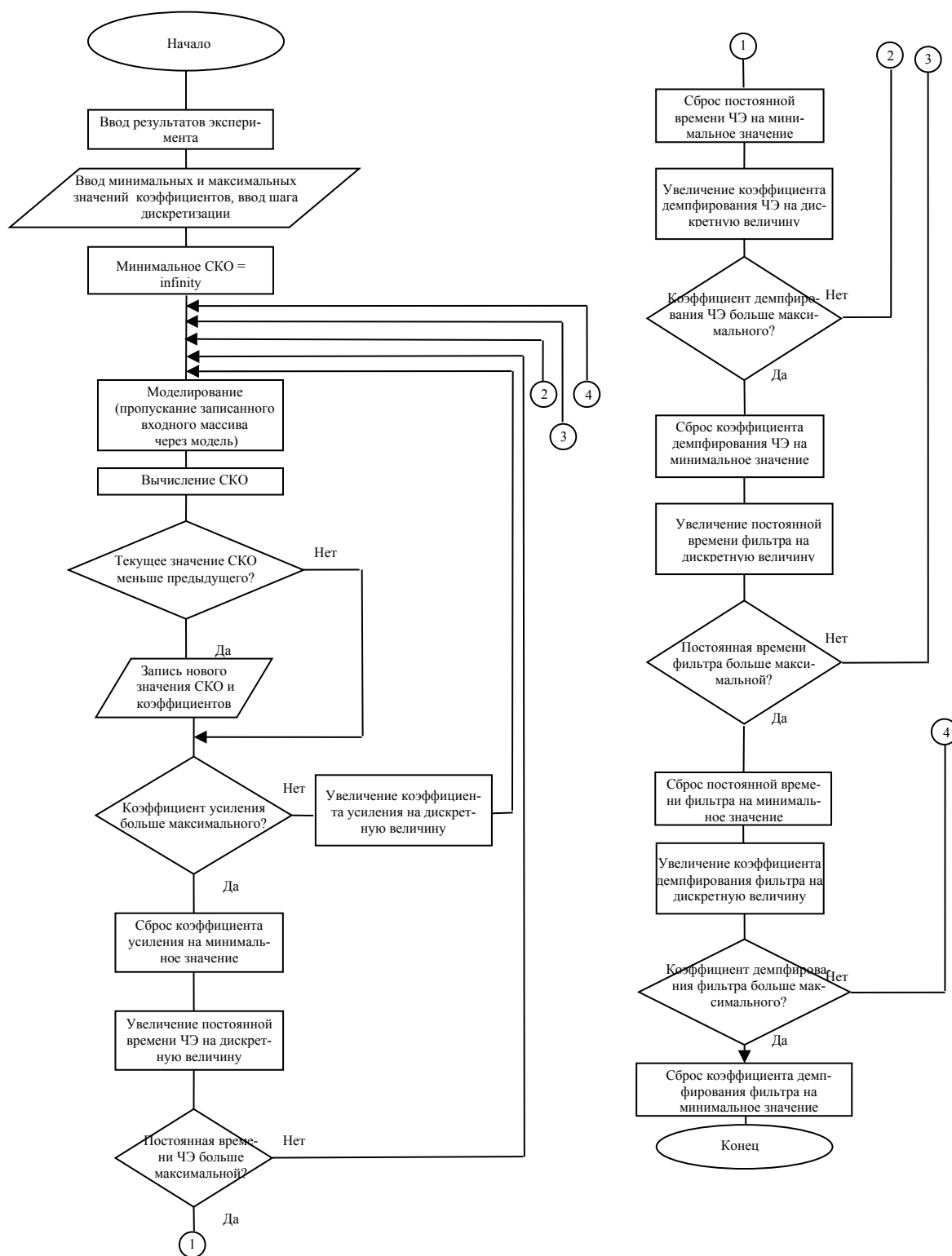


Рис. 3. Алгоритм корректировки коэффициентов

Такой цикл повторяется пять раз (по одному для каждого коэффициента).

Таким образом, операции перебора коэффициентов организованы в форме «цикл в цикле» так, что этот цикл является инкрементирующим увеличителем числа, каждый разряд которого есть цифра в системе счисления с основанием, равным отношению диапазона изменения коэффициента, соответствующего этой цифре, к шагу дискретизации этого коэффициента.

Структурная схема испытательного стенда, реализующего метод частотных характеристик, изображена на рис. 4.

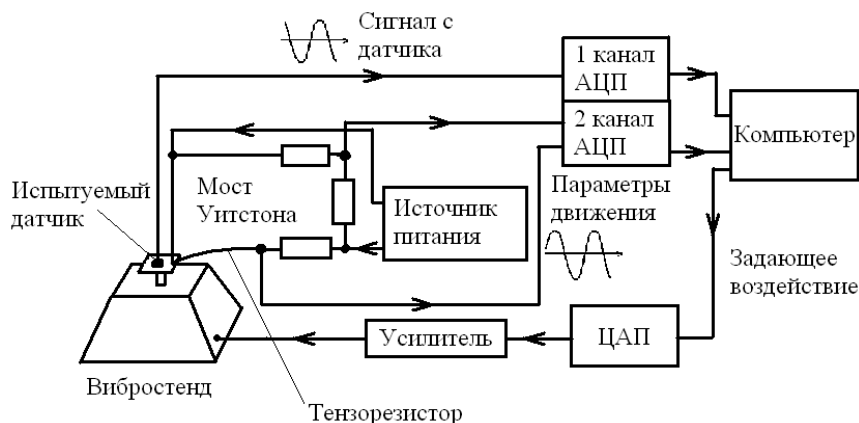


Рис. 4. Структурная схема испытательного стенда

Управляющий компьютер подает синусоидальное задающее воздействие на вибростенд через цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и усилитель. С датчика, закрепленного на вибростенде, снимается ответный экспериментальный сигнал, который через первый канал аналого-цифрового преобразователя поступает на управляющий компьютер. Для снятия и фиксации эталонного (задающего) воздействия к платформе крепится тензорезистор, включенный в мостовую схему, запитанную от источника постоянного тока. Информация о физическом движении стола вибростенда передается через второй канал АЦП на управляющий компьютер.

Принцип действия СПЦУ описан в [3].

В результате проделанной работы разработана система, идентифицирующая коэффициенты математической модели акселерометра методом частотных характеристик.

Библиографический список

1. Распопов В. Ч. Микросистемная авионика. Тула: Гриф и К. 2010, 247 с.
2. Толчеев Ю. И., Цыпляков А. П. Задачник по теории автоматического регулирования. М.: Машиностроение, 1977, 592 с.
3. Сульдин А. Н., Перлюк В. В., Аль-Хатим Омаир. Испытательный стенд для исследования микромеханического датчика акселерометра. М. Сборник XII ежегодной конференции компании National Instruments.

УДК 004.051

Е. Ю. Фортышев

студент кафедры аэрокосмических компьютерных технологий

К. Н. Храменкова

научный руководитель

РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ КОНФИГУРИРОВАНИЯ И АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕТИ SPACEWIRE

Активное развитие бортовых технологий, а также увеличение числа и разнообразия сетевых устройств, которые могут отличаться интерфейсами, функциями, быстродействием, возможностями программного и аппаратного обеспечения, подталкивает разработчиков к необходимости создания новых алгоритмов сетевого администрирования и конфигурирования распределенных систем.

Под администрированием стоит понимать обеспечение штатной работы сети, сетевых устройств и их программного обеспечения, проверка значений регистров и тому подобное.

Под конфигурированием понимается корректировка настраиваемых параметров конфигурации сетевых устройств, в том числе сопоставление всем узлам сети логических адресов, заполнение таблиц маршрутизации во всех коммутаторах, прописывание адаптивно-групповой маршрутизации и других параметров, специфических для конкретной системы.

В данной работе администрирование и конфигурирование рассматривается исключительно в применении к сети стандарта SpaceWire.

Стандарт SpaceWire – стандарт ECSS, направленный на применение в области управления, разработки и качества продуктов в аэрокосмических проектах. ECSS был создан с целью развития и поддержания открытых стандартов и является совместным проектом Европейского космического агентства, национальных космических агентств и Европейских промышленных объединений. Стандарт SpaceWire определяет методы передачи данных от источника к приемнику по высокоскоростным последовательным полнодуплексным каналам типа «точка-точка». Сеть SpaceWire состоит из трех типов элементов: узел, линк, коммутатор. Коммутатор соединяет узлы и позволяет им обмениваться пакетами данных (сообщениями) [1].

От выбора метода конфигурирования и администрирования зависит эффективность и удобство работы с распределенной системой. Следует разделять конфигурирование коммутаторов и узлов. Конфигурирование коммутаторов – это конфигурирование коммуникационной сети, которая обеспечивает передачу пакетов между узлами в системе. Конфигурирование узлов – это конфигурирование оконечных устройств, которые могут быть, например, датчиками, вычислительными узлами, выполняющими обработку информации, или на которых работают программы пользователей. Поэтому, для узлов и коммутаторов могут использоваться различные методы [2].

К основным методам конфигурирования и администрирования коммутаторов можно отнести ручной и автоматизированный.

В большинстве случаев конфигурирование коммутаторов производится с использованием команд чтения и записи соответствующих программно-доступных компонент коммутатора. При ручном методе конфигурирование и администрирование выполняется человеком – оператором сети. Различают следующие режимы ручного конфигурирования и администрирования:

- локальный режим. К каждому коммутатору в системе через COM-порт (PCI или USB) подключается персональный компьютер с работающей программой администрирования [2];
- удаленный режим. При удаленном режиме администрирования и конфигурирования коммутатора используется протокол удаленного доступа к памяти (RMAP), разработанный для поддержки широкого ряда приложений SpaceWire. Его основная цель – это конфигурирование сети SpaceWire, управление устройствами SpaceWire, сбор информации о состоянии этих устройств, установка их рабочих параметров и запись информации в таблицу маршрутизации [3]. Для удаленного конфигурирования программа администрирования формирует RMAP-пакет, отправляет его на подключенный к персональному компьютеру через COM-порт (USB или PCI) коммутатор, который пересылает этот пакет в сеть в соответствии с указанным в пакете путевым адресом. Пакет дойдет до требуемого коммутатора, который выполнит команду и, при необходимости, сформирует и отправит ответный RMAP-пакет. Этот пакет дойдет до коммутатора-источника, который перешлет его через COM-порт на персональный компьютер [4].

На сегодняшний день в лабораториях Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения на основе локального и удаленного методов инженерами Института высокопроизводительных и сетевых технологий (Института ВКИСТ) созданы следующие проекты для администрирования и конфигурирования коммутаторов SpaceWire:

- статические библиотеки;
- программное обеспечение (ПО) SpinSAW с графическим интерфейсом;
- консольное ПО.

Статические библиотеки содержат программные инструменты в закрытых кодах и предоставляют пользователю возможность программного доступа к различным компонентам коммутатора.

В отличие от статических библиотек, ПО SpinSAW и консольное ПО предоставляют пользователю уже готовое программное решение для доступа к компонентам коммутатора.

ПО SpinSAW (рис. 1) предназначено для локального и удаленного администрирования и конфигурирования маршрутизирующих коммутаторов SpaceWire и позволяет с помощью графического интерфейса обращаться на чтение и запись ко всем программно-доступным компонентам коммутаторов (настройка таблиц маршрутизации, работа с регистрами адаптивной маршрутизации, установка скоростей передачи по каналам и другие).

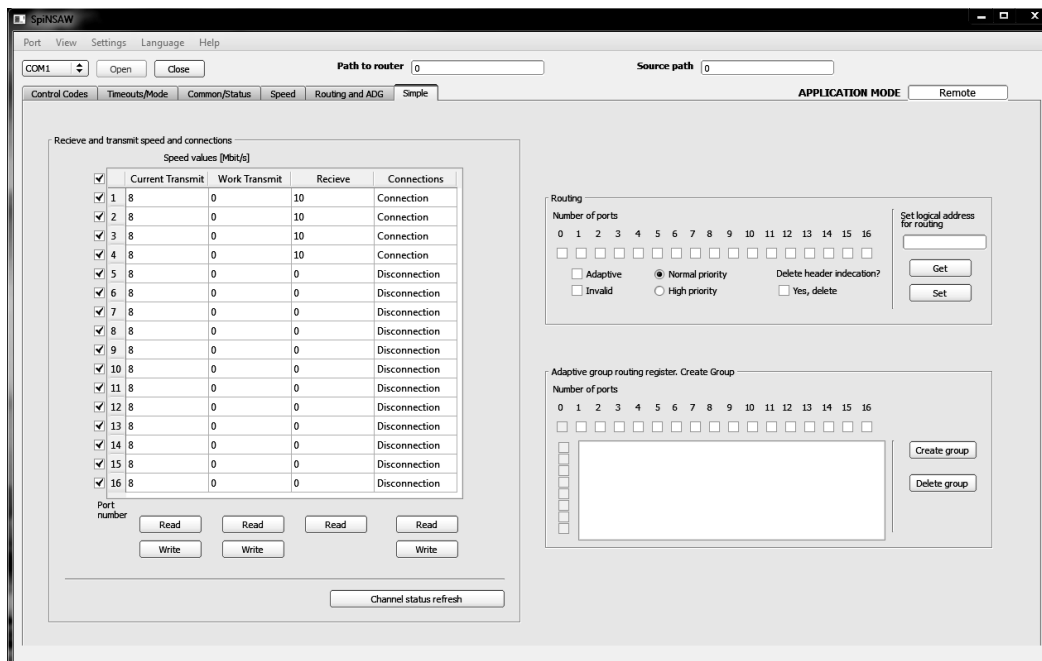


Рис. 1. Программное обеспечение SpinSAW для локального и удаленного администрирования коммутаторами SpaceWire

Консольное ПО предназначено для локального и удаленного администрирования и конфигурирования маршрутизирующего коммутатора SpaceWire без использования графического интерфейса. Обращение ко всем программно-доступным компонентам коммутатора происходит в консольном режиме.

Рассмотрим вариант использования созданного ПО на примере участка сети SpaceWire при ручном процессе администрирования (рис. 2). К персональному компьютеру с запущенным ПО администрирования (это может быть как SpinSAW, так и консольное ПО) через COM-порт подключен коммутатор SpaceWire, к которому, в свою очередь, подключены другие устройства по портам 2 и 5. Если на персональном компьютере запущена программа администрирования в локальном режиме, то оператор сможет, например, прочитать регистр «активных соединений» коммутатора и увидеть, что порты 2 и 5 активны. Если программа администрирования работает в удаленном режиме, то оператор сможет конфигурировать второй и все другие коммутаторы при наличии соединения.

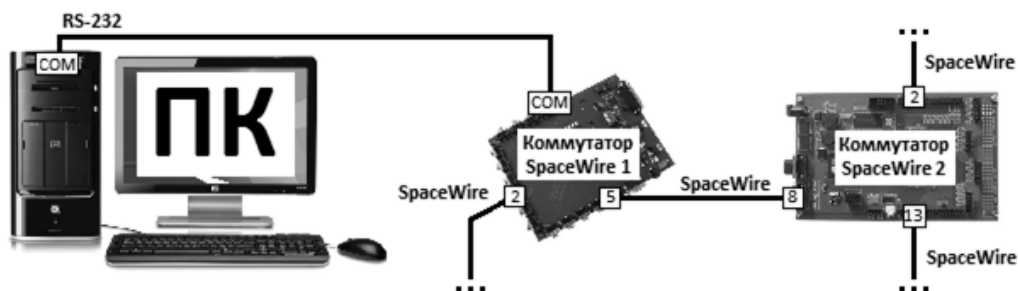


Рис. 2. Часть сети SpaceWire при ручном процессе администрирования

Разница между ПО SpinSAW и консольного ПО в том, что благодаря графическому интерфейсу SpinSAW (см. рис. 1) оператору, осуществляющему администрирование, предоставляется наглядная и интуитивно понятная структура программно-доступных компонентов коммутатора, а так же удобное выполнение операций чтения и записи по нажатию соответствующей кнопки. При использовании консольного ПО все взаимодействие оператора с программно-доступными компонентами коммутатора происходит в консольном режиме, что немного усложняет процесс обращения к нужным регистрам и требует от оператора более высоких знаний в области программирования и конфигурации сети SpaceWire, зато, в свою очередь, снимает определенные требования к техническим параметрам рабочего места оператора.

При автоматизированном методе конфигурирования и администрирования коммутаторов (Plug'n'Play) при включении всех устройств системы эти устройства сами по специальному алгоритму исследуют и определяют топологию распределенной сети, выдают логические адреса узлам, настраивают таблицы маршрутизации и другие необходимые параметры системы, а также снабжают данной информацией все другие устройства сети, которые этого требуют. Во время штатной работы сети подключение и отключение новых устройств также определяется автоматически [4].

Все алгоритмы Plug'n'Play в общем случае можно разделить на два вида:

- централизованные алгоритмы. В системе есть одно устройство, которое инициирует и полностью управляет процессом Plug'n'Play;
- децентрализованные алгоритмы. В системе есть несколько центров, которые отвечают за процесс Plug'n'Play [2].

На данный момент на основе автоматизированного метода (Plug'n'Play) инженерами ВКиСТ создан проект для автоматического администрирования коммутаторов SpaceWire – ПО администрирования сети.

ПО администрирования сети (рис. 3) предназначено для конфигурирования и администрирования распределенной сети SpaceWire. Администрирование устройств распределенной сети производится в автономном режиме. Данное ПО обеспечивает автоматическое определение текущей конфигурации сети, позволяющее отследить подсоединение и отсоединение (выход из структуры, отказ) отдельных устройств. ПО администрирования позволяет оперативно (в режиме реального времени) настраивать режимы работы и отслеживать состояние устройств, обеспечивает сбор и отображение информации о состоянии распределенной сети SpaceWire. Конфигурируемые параметры устройств сети описываются в XML файле. Во время работы программы будут созданы выходные XML файлы, которые будут содержать описание устройств сети и информацию об их работоспособности. После конфигурирования ПО будет выполнять администрирование сети, а именно проверять работоспособность устройств сети. При наличии сбоев программа попытается записать необходимые значения. В результате выполнения акта администрирования будет создан выходной XML файл.



Рис. 3. ПО для автоматического администрирования коммутаторов SpaceWire

Рассмотрим вариант использования созданного ПО администрирования на примере участка сети SpaceWire при автоматизированном процессе администрирования (рис. 4). При централизованном алгоритме в сети существует только один сетевой менеджер (Network Manager 1), который исследует сеть. В случае сбоя, например, второго коммутатора Network Manager 1 (с работающим ПО администрирования сети) автоматически определит текущую конфигурацию сети и в режиме реального времени попытается восстановить режимы работы второго коммутатора, а так же записать необходимые значения его регистров.

При децентрализованном алгоритме сетевых менеджеров может быть несколько (Network Manager 1 и Network Manager 2). Каждый из них осуществляет мониторинг сети и способен проводить восстановление после сбоев. В этом случае при выходе из строя одного или нескольких таких устройств система будет работоспособной. Но с другой стороны, это накладывает дополнительные требования к сети и самим центрам.

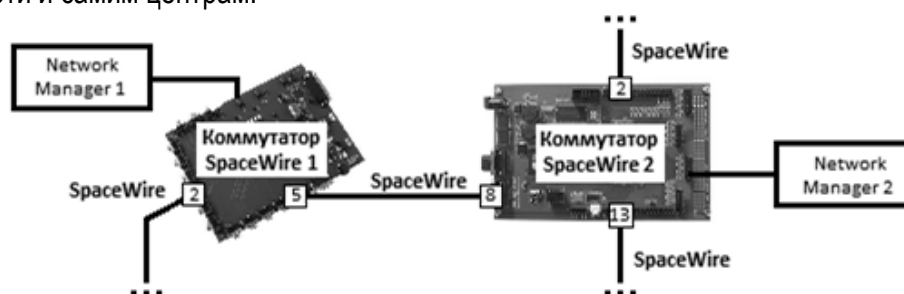


Рис. 4. Часть сети SpaceWire при автоматизированном процессе администрирования

Стоит отметить, что набор программного обеспечения создан для двух коммутаторов SpaceWire МСК-01 и МСК-022 с учетом их специфических особенностей. Так же все проекты и статические библиотеки на основе локального и удаленного методов администрирования и конфигурирования созданы под две наиболее популярные операционные системы: OS Windows и OS Linux. Кроссплатформенность данных проектов и библиотек обеспечена их созданием на языке C/C++ с использованием QT-библиотек.

Библиографический список

1. ESA (European Space Agency), standard ECSS-E-50-12A, "Space engineering. SpaceWire – Links, nodes, routers and networks. European cooperation for space standardization", ESA Publications Division ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 2003.
2. Л. В. Ониценко. Методы администрирования распределенных систем SpaceWire. Научная сессия ГУАП, 2008.
3. «SpaceWire RMAP Protocol», ECSS-E-50-11 Draft E, 56с.
4. Храменкова К.Н., Коблякова Л.В. Администрирование и конфигурирование распределенных систем по стандарту SPACEWIRE. Шестдесят четвертая студенческая научно-техническая конференция ГУАП, СПб ГУАП, 2011.

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

УДК621.3.013.79

Л. И. Агафонов

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

О. Л. Смирнов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Развитие современных технологий и повсеместное внедрение электронной техники привело к пониманию необходимости ужесточить требования электромагнитной совместимости (ЭМС) и распространить регулирование в этой области на технические средства всех видов и назначений, подверженных воздействию электромагнитных помех и являющихся их источниками. Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» и Технический регламент «Об электромагнитной совместимости» определяют электромагнитную совместимость технических средств как «способность технических средств функционировать удовлетворительно в их электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам».

Постоянное увеличение быстродействия и степени интеграции элементной базы обуславливает изменение методов проектирования и конструирования цифровых электронных средств (ЭС), учет требований по ЭМС, ужесточение требований к электрическим параметрам межсоединений и помехоустойчивости элементов. В данный момент при разработке цифровых ЭС важная роль отводится исследованию паразитных электромагнитных процессов в печатных платах (ПП) и оценке их влияния на быстродействие и ЭМС устройств. В условиях жестких требований ЭМС по учету распределенных паразитных электромагнитных эффектов в ПП и росту плотности компоновки цифровых узлов необходимо более детально проводить проектирование ПП с учетом ЭМС, а также отводить особое внимание взаимодействию ЭС с внешними источниками электромагнитных помех (рис. 1).

Невозможность изменять топологию изготовленных конструктивов и, следовательно, устранять опасные ситуации в опытном образце устройства выводит на первый план исследование электромагнитной совместимости на этапе проектирования печатных плат и узлов.

Для решения проблем ЭМС необходимо рассмотреть основные типы электромагнитных помех:

- задержки сигналов и искажения их формы при распространении по межсоединениям;
- отражения сигналов в межсоединениях от несогласованных нагрузок и неоднородностей;
- перекрестные помехи между сигнальными межсоединениями;
- помехи по цепям питания и заземления;
- электростатический разряд;
- наводки от внешних электромагнитных полей;
- электромагнитное излучение;
- СВЧ-помехи.

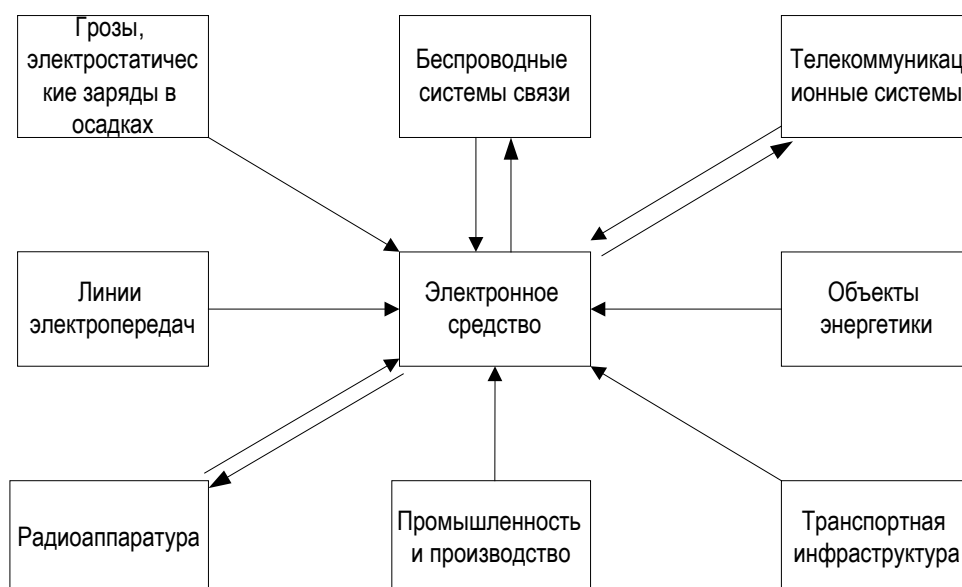


Рис. 1. Взаимодействие ЭС с внешними источниками помех

Есть целый ряд параметров, которые необходимо учесть при проектировании печатной платы (рис. 2).

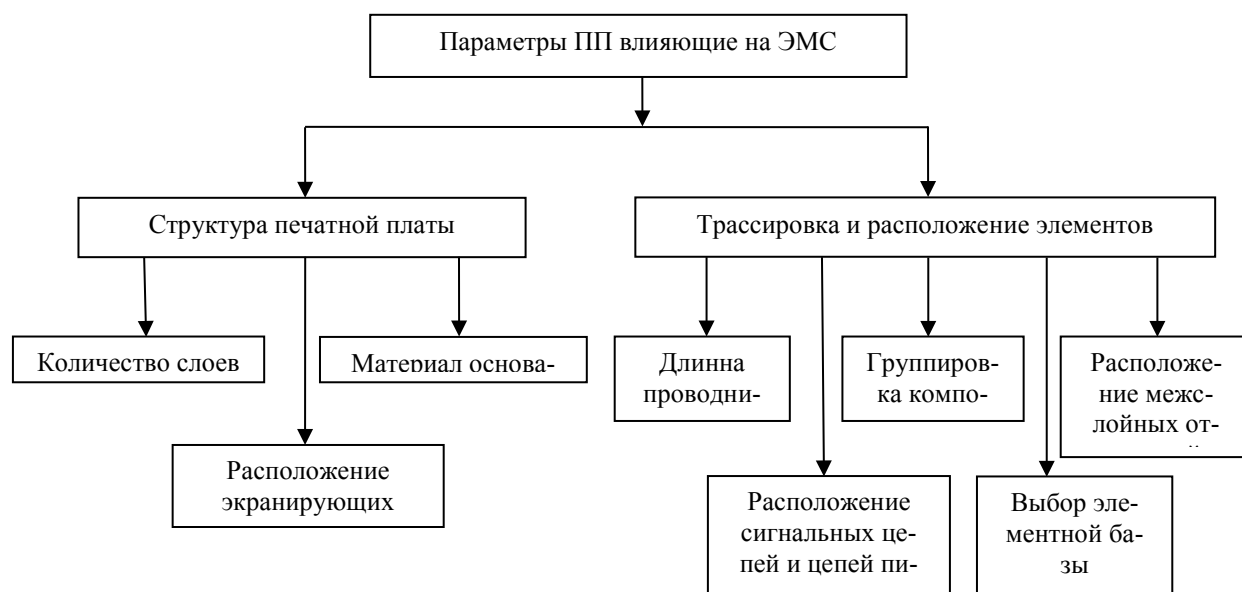


Рис. 2. Параметры печатной платы, влияющие на ЭМС

Особенно стоит отметить требования к расположению элементов на плате. Именно правильная расстановка элементов создает наилучшие условия для трассировки ПП. Помимо обеспечения ЭМС при компоновке элементов необходимо также учитывать иные требования, предъявляемые к ПП, такие как габаритные размеры и виброустойчивость. В связи с этим задача обеспечения ЭМС усложняется уже на этапе размещения элементов. Проектирование межсоединений цифровых печатных плат, иначе – трассировка межсоединений, является одной из наиболее трудных задач в общей проблеме автоматизации проектирования электронных средств (ЭС). Это связано с огромным многообразием способов конструктивно-технологических реализаций соединений. Оптимизация всех соединений при трассировке за счет полного перебора всех вариантов в настоящее

время невозможна. Поэтому в данный момент используются в основном локально оптимальные методы трассировки, когда трасса оптимальна лишь на данном шаге при наличии ранее проведенных соединений.

Общие требования трассировки ПП с учетом ЭМС:

- минимизация задержек сигналов, их искажений и отражений;
- минимизация перекрестных помех между сигнальными проводниками;
- уравнивание задержек сигналов для групп проводников и межсоединений различных направлений;
- создание минимальных изгибов проводников;
- контроль числа межслойных переходов;
- регулировка длин проводников и задержек сигналов для соответствия границам синхронизации;
- минимизация влияния внешнего электромагнитного поля на межсоединения ПП.

Учесть все параметры, указанные на рис. 2, при проектировании ПП практически невозможно, так как это ведет к значительному увеличению времени и затрат на проектирование. Следует вначале проанализировать условия эксплуатации ПП и самого ЭС, в котором будет использована данная плата, определить возможные внешние воздействия ЭМП, а также требования по допустимому воздействию ЭМП.

В целом задача обеспечения ЭМС сводится к оптимизации ряда критериев и условий, а также выбор наиболее весомых факторов. Без четкой структурированной системы требований и рекомендаций невозможно качественно и быстро произвести проектирование современной печатной платы или электронного устройства. Особенно актуальна данная проблема для направлений приборостроения, которые предъявляют повышенные требования к ЭС, например аэрокосмическое приборостроение.

Библиографический список

1. Семенова В. Электромагнитная совместимость и ограничения при конструировании печатных плат// Журнал «Современная электроника» 2005 №2, С. 58-60.
2. http://kit-e.ru/articles/circuit/2010_11_161.php 8. Рекомендации по проектированию печатных плат для интегральных модулей питания серии LMZ.
3. Лузин С., Попов С., Попов Ю. Гибкая топологическая трассировка в произвольных направлениях. // Журнал «Электроника НТБ» 2013 №1, С. 96-104.
4. Чермошенцев С.Ф. Автоматизация проектирования печатных плат цифровых электронных средств с учетом электромагнитной совместимости: автореф. дис. на соиск. учен. степ., д.т.н.: 05.13.12; 05.13.05/Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана 2006 С.1-3,22-23.

УДК 621.374.412.004

Р. Р. Батталов

студент кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

В. П. Ларин

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОДДЕРЖКА КРУПНОСЕРИЙНОГО МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА КВАРЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

На крупносерийном производстве РЭА с постоянно растущей номенклатурой изделий первой приемки, таком как ОАО «Морион», становится проблема с ведением технической документации. Так же, в связи с большой информационной нагрузкой начальников крупных технологических участков, ставится вопрос о повышении эффективности внедрения технической документации на произ-

водстве, то есть быстром информационном обеспечении исполнителей технологических операций и способах срочного извещения об изменениях.

Существует множество PDM-систем (Product Data Management – система управления данными об изделии), но их основной задачей является разработка, хранение и отображение электронных моделей механических и корпусных изделий. Некоторые системы решают часть проблемы, но имеют множество функций, в которых нет необходимости. Так же большинство систем рассчитаны на автоматизированное производство. В данном случае нет возможности уйти от ручного труда. Такие операции, как сборка сложных конструкций из плат и деталей с помощью клеевых и паяных соединений, регулировка, технологические измерения и приемо-сдаточные испытания требуют прямого участия людей.

Задачей является разработка метода повышения эффективности информационной подготовки и поддержки производства в данном случае. Для этого необходимо решение множества вопросов, таких как организация разработки, хранения и передачи документации. Так же документация должна быть понятна исполнителями низкой квалификации.

Предлагаемый метод решения задачи заключается в разработке нового стандарта ведения документации для изделий первой приемки, рассчитанного на электронный документооборот, представляющей собой краткие комплекты документации (ККД), содержащие в себе только ту информацию, которая необходима для изготовления изделия на текущем предприятии.

Краткие комплекты разрабатываются под каждый тип изделия и являются групповыми для различных исполнений и модификаций. Главным отличием от ЕСКД и ЕСТД является объединение сборочного чертежа с технологией сборки в инструкцию по сборке с фотографиями и описаниями каждого этапа сборки. Для операций регулировки и измерений разрабатываются простые инструкции с указанием подборочных элементов, электрических параметров и условий измерений. Так же в комплекты входят принципиальная электрическая схема и монтажный чертеж платы изделия для регулировки, групповые перечни элементов и маршруты изготовления. Основными требованиями являются краткость и понимание рабочими на участках. В плане оформления основное отличие каждого документа от принятых стандартов состоит в минимизации реквизитной части и максимальном использовании пространства для содержательной части.

На предприятии ранее существовала измерительная база данных с применением SQL. Измерительная база предназначена для автоматической записи и хранения результатов технологических измерений и приемо-сдаточных испытаний напрямую с измерительного оборудования, вывода данных пользователям, а так же формирования протоколов измерений и паспортов на изделия из шаблонов и измеренных значений.

Для организации разработки, хранения, передачи и доработки документации решено использовать указанную выше базу данных. Главными задачами разработки базы документации (БД) являются хранение действующей документации и всей истории ее изменения в виде иерархической структуры, обеспечение целостности документа с момента его согласования, оповещение пользователей при изменениях (новых согласованных версиях), отображения актуальных документов используемых в текстах (по ссылкам). Жизненный цикл документа приведен на рис. 1.

При организации документооборота в электронной форме разработка и внедрение документации на производственные участки происходит намного быстрее. Среди согласующих есть представители производства в лице начальников участков. Благодаря возможности оставлять комментарии для исправлений в БД производится постоянный диалог между подразделением разработки и производством. На данный момент, законченный вариант документа печатается из БД начальником участка в цеху.

Большая часть документов в БД находится в виде загруженных файлов, в дальнейшем планируется уход от такого решения. Разрабатывается механизм автоматизации составления рабочих инструкций на основе шаблонов с ключевыми пунктами и заполнением из базы данных. Такой способ удобен для составления однотипных документов, которые различаются числовыми значениями и наименованием технологической оснастки. Так же данное решение эффективно для хранения и вывода множества вариантов перечней элементов, относящихся к одной плате. Для хранения и

редактирования графических документов на данный момент используется AutoCAD, для передачи потребителю документа происходит конвертация в PDF. Поскольку печатные платы изготавливаются на другом предприятии и изготовителю достаточно Gerber-файлов и короткого описания ключевых моментов, нет необходимости в оформлении документации по топологии печатных плат, достаточно возможности редактирования, хранения, а так же вывода данных о монтаже платы в виде Gerber-файла для участка автоматизированного монтажа и монтажного чертежа для операций регулировки.

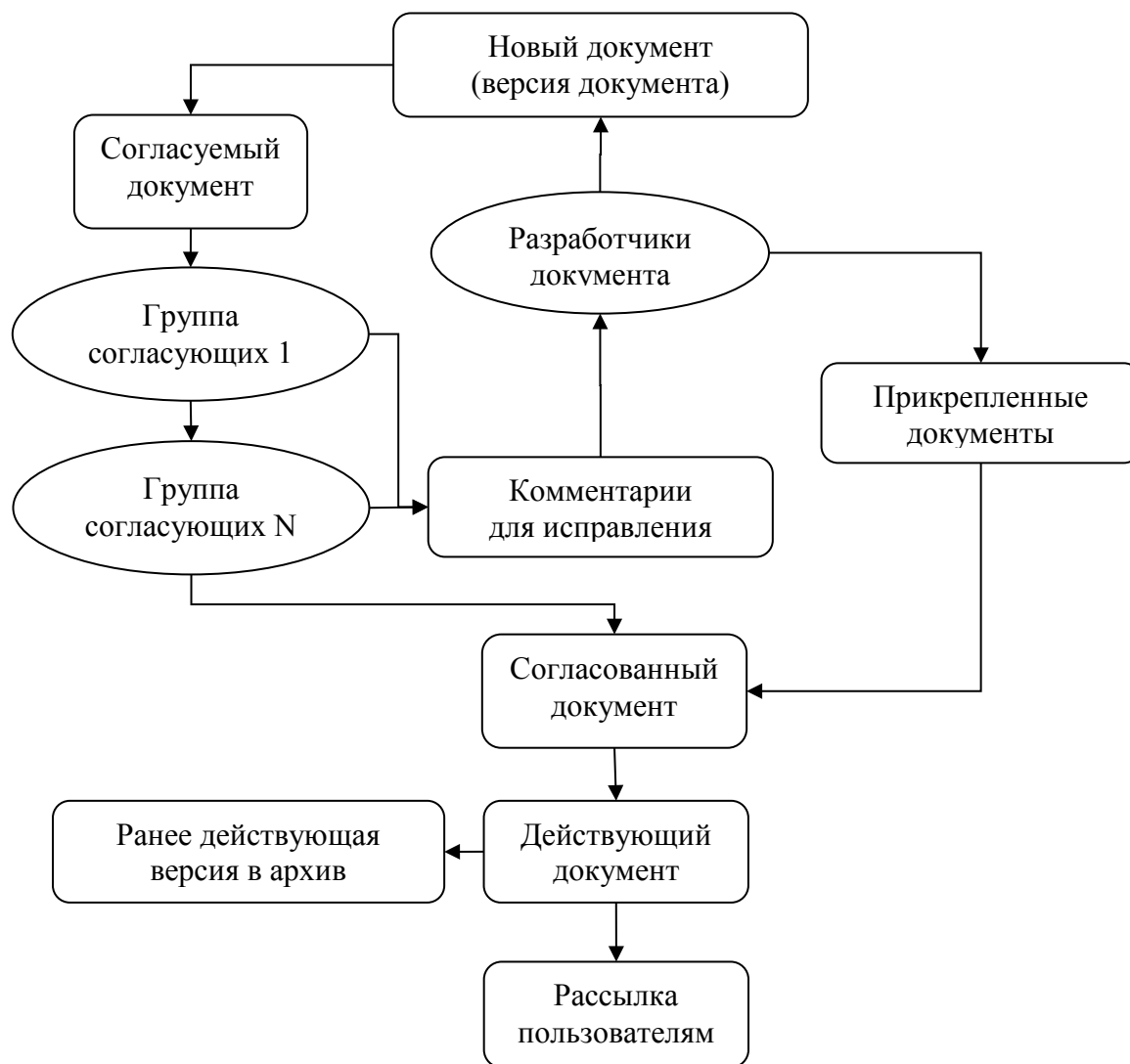


Рис. 1. Жизненный цикл документа

На данный момент в БД находится и дорабатывается документация на изделия, только что поступившие в производство. В дальнейшем планируется наполнение БД документацией на производимые и продаваемые разработки. После достаточного наполнения БД планируется установка недорогих планшетов на рабочие места в участках. Каждый рабочий при проведении технологических операций сможет руководствоваться инструкциями и документами, к которым имеет право доступа. Рабочие будут получать уведомления об изменениях в документации, по которой работают.

По мере разработки и внедрения базы появились новые требования, например – учет покупных или изготавливаемых на предприятии комплектующих для изготовления КГ и запросы на покуп-

ку или изготовление, прием заказов на изготовление изделий. Структура работы всей базы по завершении разработки приведена на рис. 2.

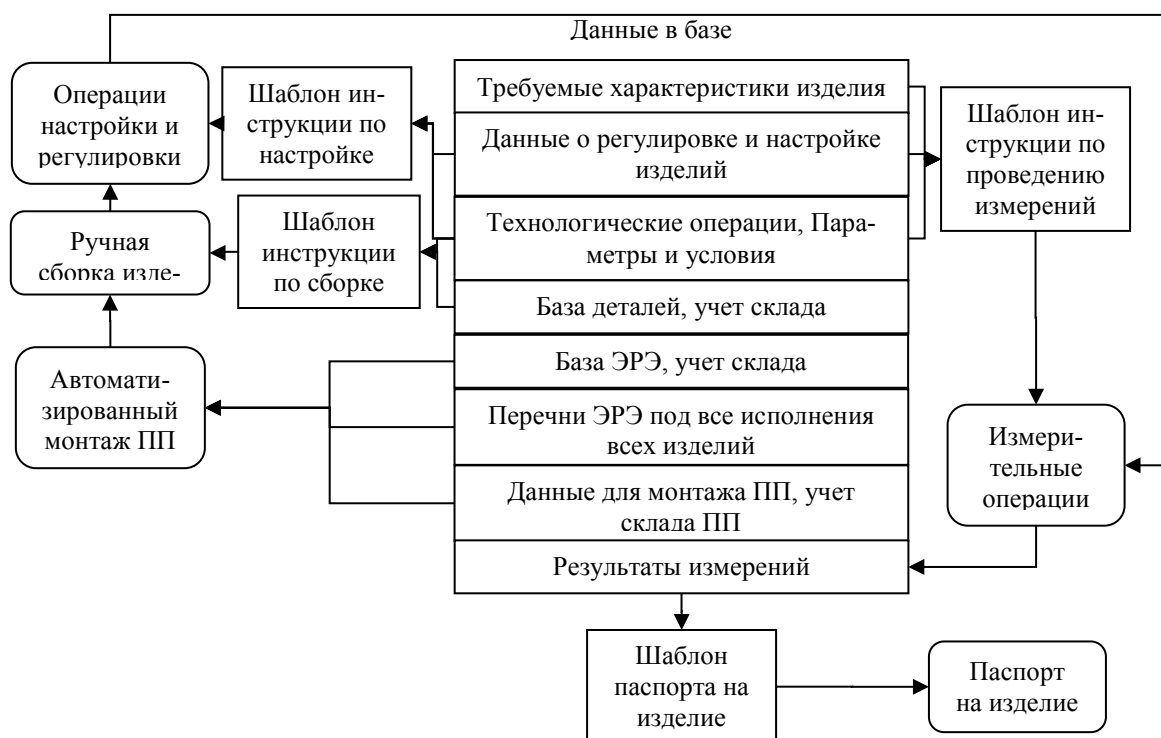


Рис. 2. Структура работы базы

Выводы

1. За счет использования структурированного электронного документооборота повышена эффективность информационного обеспечения производства.

2. Разработка ККД вместо документации ЕСКД и ЕСТД так же повысила эффективность производства и обеспечивает лучшее понимание задач рабочими на участках.

3. Для ухода от использования файлов в базе возможна разработка интегрированного программного обеспечения для записи, редактирования и вывода DWG-файлов.

4. Применение системы для производства изделий пятой и девятой приемки затруднено из-за необходимости создания системы с использованием ЭЦП, что требует дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Федосов Ю. В. Интегрированные технологии подготовки производства электронной аппаратуры: Автореф. дис. ... к-та техн. наук: 05.11.14/ НИУ ИТМО, 2012, 21 с.
2. Грибовский А.А. Разработка и использование интегрированных моделей изделий в автоматизированных системах технологической подготовки производства: Автореф. дис. ... к-та техн. наук: 05.11.14/ НИУ ИТМО, 2012, 23 стр.
3. Фомина Ю. Н. Построение информационно-управляющей среды для технологической подготовки производства виртуального предприятия: Автореф. дис. ... к-та техн. наук: 05.11.14/ НИУ ИТМО, 2009, 23 стр.
4. СТО.07614320.МК04.0006 «Генераторы кварцевые. Правила комплектования, оформления, учета и хранения технической документации для проектирования, изготовления и эксплуатации.» // Стандарт организации ОАО «Морион», 2007, 40 стр.
5. ГОСТ 2.051—2006. Межгосударственный стандарт. ЕСКД. Электронные документы. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2006.

УДК 621.384.3

Е. В. Ваврушко

магистрант кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

А. Ф. Крячко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПОРОГОВАЯ ДАЛЬНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ ПО БЛИКАМ, ОТРАЖЕННЫМ ОТ ОПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Активно-импульсные приборы ночного видения дают возможность обнаруживать объекты по бликам как при нормальной, так и при пониженной прозрачности атмосферы в широком диапазоне изменения естественной освещенности и при воздействии световых помех.

Недостатком существующих методов является сравнительно малая дальность обнаружения объектов. Требуется разработать методы обнаружения и распознавания в активно-импульсных приборах ночного видения объектов наблюдения по бликам, отраженным от оптических или оптико-электронных средств этих объектов.

При визуальном наблюдении блика в активно-импульсных приборах ночного видения пороговая дальность его обнаружения зависит от пороговой чувствительности глаза и от углового размера блика.

По данным [1] пороговые контрасты увеличиваются в 30 – 50 раз по сравнению с данными Блэквелла при наблюдении в прибор ночного видения на основе электронно-оптического преобразователя. При работе активно-импульсных приборов ночного видения в активно-импульсном режиме величина порогового контраста зависит от длительности импульса подсвета. С учетом реальной кривой свечения и затухания экрана электронно-оптического преобразователя [2] принимаем эффективную длительность импульса излучения, воздействующего на глаз, равной 1 мс. Тогда пороговый контраст по кривым Блэквелла необходимо увеличить в 20 раз.

Для достижения поставленной цели, с учетом вышеизложенного можно вести расчет для моноимпульсного подсвета.

Яркость фона экрана электронно-оптического преобразователя, на котором наблюдается светящийся блик, складывается из яркости свечения экрана, создаваемой естественной освещенностью и темновым фоном электронно-оптического преобразователя:

$$L_{\phi e} = (Q^{-1} + K_3^{-1}) \rho e_{\lambda} \Delta \lambda O^2 T \eta (4\pi S_{\Sigma} \Gamma_3^2)^{-1} \quad (1)$$

где Q – скважность работы затвора электронно-оптического преобразователя, K_3 – коэффициент запираения затвора электронно-оптического преобразователя, ρ – коэффициент отражения фона, e_{λ} – спектральная плотность излучения ночного или дневного неба, $\Delta \lambda$ – полоса пропускания фильтра, O – относительное отверстие входной оптики активно-импульсных приборов ночного видения.

Зная пороговый контраст при определенной яркости адаптации, определили необходимую яркость блика и с определением требуемой энергетической силой света осветителя вычислим пороговую дальность обнаружения блика:

$$D = \left(PR d_{\text{вх}}^2 TS_{\lambda} \left(4K_{\text{ноп}} L_{\phi} \omega S_{\text{бл}} S_{\Sigma} \Gamma_3^2 \right)^{-1} \right)^{0,5} \quad (2)$$

По диаметру изображения бликующего элемента в активно-импульсных приборах ночного видения и площадью блика, находим по данным Блэквелла значение порогового контраста.

Рассмотрен метод расчета дальности обнаружения в активно-импульсных приборах ночного видения объектов по бликам от оптических или оптико-электронных средств этих объектов при их подсвете лазерным излучением с учетом функций световозвращения объектов. Данный метод основан на эффекте подсветки излучением оптических световозвращающих элементов. При этом

часть энергии отражается и возвращается в сторону источника. Отраженное излучение создает в активно-импульсных приборах ночного видения изображение на экране электронно-оптических преобразователях в виде светящегося пятна – блика. По нему может быть обнаружен объект наблюдения. Результаты расчетов в соответствии с данным методом подтверждены результатами полевых испытаний по объектам типа голова человека, ростовая фигура человека, автомашина, шлюпка, корабль, грузовик. Точность совпадения теоретических и экспериментальных данных не хуже 20%. Достигнуты дальности обнаружения объектов по бликам до 5000 м в ночное и в дневное время суток.

Таким образом, теоретически показано и экспериментально подтверждена возможность достижения рекордных дальностей действия, недостижимых для приборов ночного видения других классов, в частности, по объекту автомашина (рис. 1).

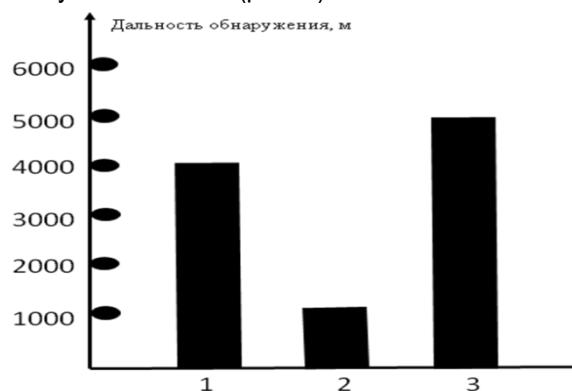


Рис. 1. Сравнение дальностей действия приборов ночного видения по объекту автомашина: 1 – метод обнаружения и распознавания в активно-импульсных приборах ночного видения объектов наблюдения НТВС без ЭОП; 2 – метод обнаружения и распознавания в активно-импульсных приборах ночного видения; 3 – метод обнаружения и распознавания в активно-импульсных приборах ночного видения объектов наблюдения по бликам

Библиографический список

1. Волков В.В., Луизов А.В., Овчинников Б.В., Травникова Н.Н. Эргономика зрительной деятельности человека. Л., Машиностроение, 1989г.
2. Волков В.Г., Кусургашев СВ. Исследование некоторых параметров ЭОП при их работе в импульсном режиме. Вопросы оборонной техники, серия 11., вып.4(139), с.25-30.

УДК 621.389

Д. В. Дмитриев

магистрант кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

Ю. Е. Богачик

(канд. воен. наук, доц.) – научный руководитель

СОВМЕЩЕНИЕ РАЗНОСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Совмещение разномасштабных изображений в многоканальных оптико-электронных системах дает единую, быстро воспринимаемую картину наблюдаемого пространства. Однако создание многоканальных систем наблюдения с совмещенным изображением каналов и цифро-алфавитной информации в едином информационном поле связано с серьезными проблемами, обусловленными взаимными помехами каналов, а также технологическими и эксплуатационными неточностями элементов каналов. Достаточно хорошо проработаны вопросы привязки, масштаби-

рования и поворота изображений из различных каналов, однако лишь при неограниченных временных и вычислительных ресурсах [1, 2]. В настоящей статье предлагается оптический способ совмещения изображения оптимальный для малогабаритных приборов.

На рис. 1 показаны принципиальные оптические схемы блоков тепловизионного и лазерно-локационного каналов. Условием соблюдения масштабов каналов является пропорция размеров элементарных полей зрения α микроболометрической матрицы ($\alpha_{\text{ТпВК}}$) и матрицы ПЗС ($\alpha_{\text{ЛЛК}}$) по вертикали – $\alpha_{\text{ТпВК}} = 2 \alpha_{\text{ЛЛК}}$, что обеспечивается соответствующей пропорцией фокусных расстояний $f'_{\text{ТпВК}}$ и $f'_{\text{ЛЛК}}$ приемных объективов тепловизионного и лазерно-локационного каналов с учетом линейного увеличения проекционной системы лазерно-локационного канала:

$$\frac{\alpha_{\text{МБМ}}}{f'_{\text{ТпВК}}} = \frac{\alpha_{\text{ПЗС}} \beta_{\text{Эоп-ПЗС}}}{f'_{\text{ЛЛК}}} \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{МБМ}}$ и $\alpha_{\text{ПЗС}}$ – вертикальный размер пикселей микроболометрической и ПЗС-матриц, $\beta_{\text{Эоп-ПЗС}}$ – линейное увеличение проекционной системы лазерно-локационного канала, определяемое отношением диагонали ПЗС-матрицы к диаметру экрана электронно-оптического преобразователя.

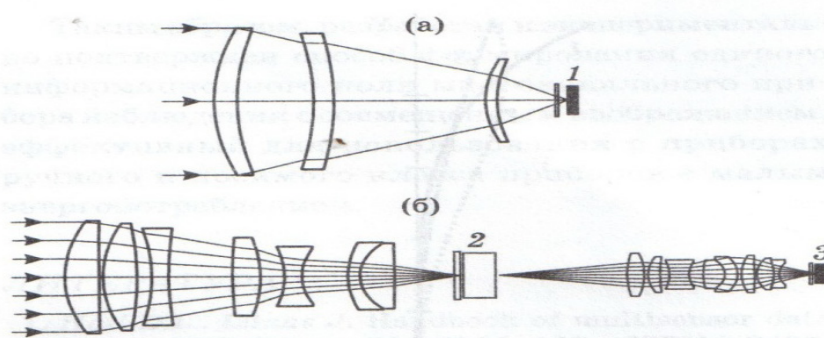


Рис. 1. Оптические схемы приемных блоков тепловизионного (а) и лазерно-локационного (б) каналов
1 – микроболометрическая матрица, 2 – электронно-оптический преобразователь, 3 – матрица ПЗС

Поскольку размеры элементов ПЗС-матрицы по вертикали и горизонтали различны, то по горизонтали набегаёт весьма заметная ошибка в 12 пикселей в сторону уменьшения масштаба лазерно-локационного канала. Это несоответствие устраняется изменением пропорции пикселей по горизонтали с 1:2 на 17:33. Технически такая пропорция получается за счет того, что в масштабе изображения тепловизионного канала каждый столбец с номером, кратным семнадцати, соответствует не двум, как все остальные, а одному столбцу лазерно-локационного канала. Дополнительная регулировка электронного увеличения в небольших пределах позволяет компенсировать технологические ошибки изготовления и разницу в температурных зависимостях фокусных расстояний объективов каналов. В итоге энергопотребление использованного нами процессора на базе программируемой логической интегральной схемы и цифрового сигнального процессора, осуществляющего слияние изображений в единое информационное поле, составляет примерно 0,5 Вт (при общем энергопотреблении прибора 6-8 Вт в зависимости от выбранного режима работы).

Полевые испытания опытных образцов приборов, проведенные в разных климатических зонах и при различных погодных условиях, подтвердили надежность и устойчивость совместного отображения различных каналов, представленных тонами разного цвета, без взаимного зашумления, но при некоторой потере числа воспринимаемых градаций яркости по сравнению с черно-белым изображением.

Таким образом, разработанный способ формирования единого информационного поля многоканального прибора наблюдения с совмещенным изображением, эффективен для использования в приборах ручного и носимого класса приборов с малым энергопотреблением.

Библиографический список

1. Павлов Н.И., Ясинский Г.И. Слияние изображений в многоканальной системе наблюдения местности. М.: Датчики и системы, 2006.
2. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. М.: Мир, 1978. 592 с.

УДК 535.422 + 531.768

С. Р. Карпиков

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

Д. К. Шелест

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Микромеханические акселерометры относятся к наиболее востребованным изделиям микросистемотехники. Но существующие конструкторско-технологические решения этих приборов не позволяют производить достаточно точные измерения: сигнал, свидетельствующий об измеряемом ускорении, получают, измеряя отклонение чувствительного элемента от положения равновесия. При переходе к микромасштабу, отклонения чувствительного элемента столь малы, что измерять их при помощи емкостного метода, который используется в большинстве микромеханических акселерометров, затруднительно – величина полезного сигнала сопоставима с уровнем шума. Возможным решением этой проблемы является переход к иному методу измерений, при котором чувствительный элемент совершает автоколебания вдоль оси измерения, тогда величина измеряемого ускорения пропорциональна скважности сигнала обратной связи, поддерживающего колебания. Этот метод позволяет снизить погрешность, путем перехода от измерения отклонения к измерению скважности сигнала [1].

Особенностью предложенного метода измерений является необходимость применения оптопары для фиксирования определенных положений чувствительного элемента. Размеры чувствительного элемента соизмеримы с длиной волны света, поэтому при проектировании датчика необходимо учитывать явления дифракции.

Конструктивно, датчик выполнен в виде трех прямоугольных пластин из монокристаллического кремния (рис. 1), расположенных параллельно друг другу и закрепленных в корпусе. В средней пластине сформирован чувствительный элемент, во время работы датчика совершающий автоколебания вдоль оси чувствительности.

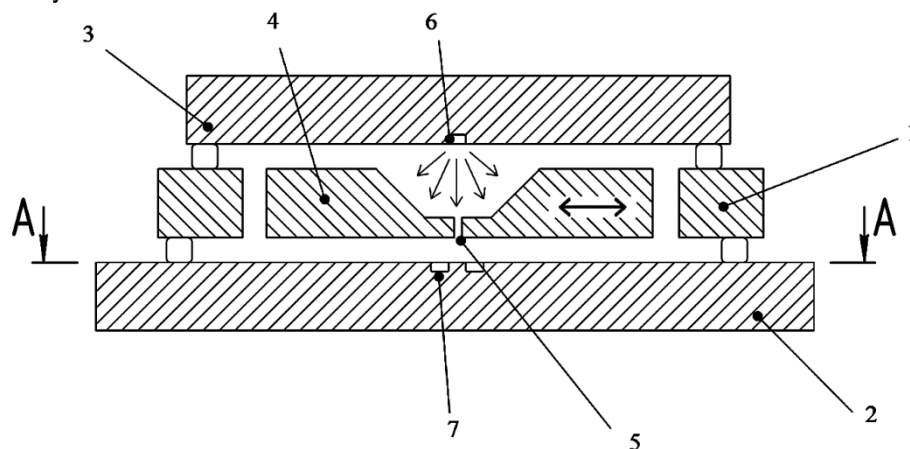


Рис. 1. Конструкция датчика:

- 1) пластина с чувствительным элементом; 2) пластина основания; 3) верхняя пластина;
- 4) чувствительный элемент; 5) оптическая щель; 6) светодиод; 7) фотоприемники

Оптопара состоит из светодиода, сформированного в верхней пластине и фотоприемников, сформированных в нижней пластине. Свет от светодиода, проходя через круглую оптическую щель в чувствительном элементе, создает в плоскости А-А дифракционную картину, максимумы интенсивности которой регистрируются фотоприемниками. Силовой привод и схема обработки на рисунке не показаны.

Следует учитывать, что в реальных условиях работы датчика чувствительный элемент может совершать колебания вдоль всех трех осей, что сказывается на дифракционной картине и увеличивает погрешность измерения.

Целью исследования являлось нахождение таких параметров конструкции, при которых наблюдается наиболее выраженный максимум интенсивности, и дифракционная картина остается неизменной при возникновении колебаний чувствительного элемента вдоль вертикальной оси.

Исходя из соотношения геометрических размеров элементов конструкции, был сделан вывод, что имеет место дифракция Френеля [2].

Распределение электрического поля света в дифракционной плоскости А-А задается интегралом Релея-Зоммерфельда [3]:

$$E(x, y, z) = -\frac{i}{\lambda} \int_{-\infty}^{+\infty} \int E(x', y', 0) \frac{e^{ikr}}{r} \cos \Theta dx' dy', \quad (1)$$

где $r = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2 + z^2}$; i – мнимая единица; $\cos \Theta = z / r$ – косинус угла между направлениями z и r .

Численный расчет интеграла (1) с использованием среды Matlab [4, 5], при подстановке z от 1 до 50 мкм, $\lambda = 0.5$ мкм (в предположении, что будет использоваться карбид кремния SiC для создания светодиода) произведен при диаметре щели 10 мкм, при таком значении диаметра наблюдался наиболее четкий основной максимум интенсивности света.

Пороговый уровень интенсивности света был выбран $0.5 E/E_0$ (рис. 2).

Для нахождения оптимального значения z , были рассчитаны значения функции

$$Q(z) = \left| \frac{\Delta x_n(z)}{\Delta x_{n\max}} \right|.$$

Эта функция показывает относительное изменение положения точки переключения при изменении расстояния до щели (при наличии колебаний чувствительного элемента вдоль вертикальной оси). То есть выражает погрешность определения точки переключения.

Затем была найдена такая точка a на оси z , что средняя погрешность определения точки переключения на отрезке от a до $a+h_0$ минимальна:

$$q(z) = \frac{1}{h_0} \int_a^{a+h_0} Q(z) dz \longrightarrow \min,$$

где h_0 – ожидаемая амплитуда вертикальных колебаний.

Функция имеет три минимума (рис. 3), при $h_0 = 5$ мкм они находятся при: $a = 15$ мкм, $a = 42$ мкм, $a = 62$ мкм.

Учитывая небольшой диаметр основного максимума интенсивности (порядка 10 мкм), для фотоприемников необходимо применять КМОП ячейку, использующую фотодиод в качестве светочувствительного компонента. Преимуществом над ячейкой с зарядовой связью (ПЗС) являются меньшие размеры светочувствительного элемента, а также более высокая скорость считывания сигнала, что необходимо для применения в качестве датчика положения в микромеханическом акселерометре.

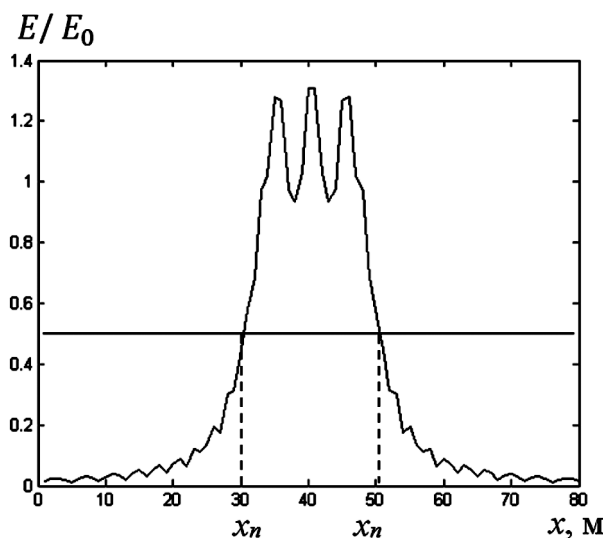


Рис. 2. Пороговый уровень переключения фотоприемников $0.5E/E_0$

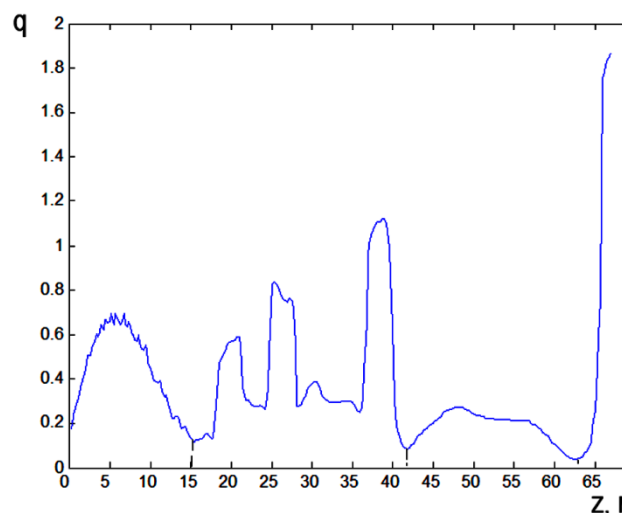


Рис. 3. График погрешности определения точки переключения при $h_0=5$ мкм

На основе полученных результатов был сделан вывод, что наименьшая зависимость основного максимума дифракционной картины от расстояния между щелью и плоскостью наблюдается при z от 15 до 20 мкм и при z от 42 до 47 мкм. Этот диапазон определяет необходимый зазор между основной пластиной датчика и пластиной с чувствительным элементом. Минимум, располагающийся при $a = 62$ мкм, решено исключить, так как при большом расстоянии между пластинами прочность и надежность конструкции ухудшаются.

Библиографический список

1. Тьртычный А. А., Скалон А. И. Микромеханические гироскопы: состояние разработок и перспективы развития // Датчики и системы. - 2012. - № 2.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Том IV. Оптика. 3-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 792 с.
3. Joseph W. Goodman. Introduction to Fourier Optics. Third Edition. Problem Solutions. Stanford University, 2005.
4. Schultz S. M. Using MATLAB to help teach Fourier optics. Dept. of Electrical and Computer Engineering, Brigham Young University.
5. Jianguo Lu and Ming Hu. Application of MATLAB in Physical Experiment Processing. Jiaozuo Teachers College, Jiaozuo, Henan Province, China, 2012.

УДК 629.78.05

А. А. Клементьев

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

А. П. Тимохин

канд. техн. наук, доц. — научный руководитель

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СРЕДСТВАМИ САПР

В настоящее время без применения САПР немыслима ни одна область конструирования. САПР позволяют существенно упростить процесс и уменьшить сроки разработки изделия.

Все этапы проектирования указаны в ГОСТ 2.103-68 (таблица).

Стадии разработки	Этапы выполнения работ
Техническое предложение	Подбор материалов. Разработка технического предложения с присвоением документам литеры «П». Рассмотрение и утверждение технического предложения.
Эскизный проект	Разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры «Э». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение эскизного проекта.
Технический проект	Разработка технического проекта с присвоением документам литеры «Т». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение технического проекта.
Рабочая конструкторская документация	Разработка конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца изделия, без присвоения литеры. Корректировка конструкторской документация по результатам изготовления и проведения предварительных испытаний опытного образца с присвоением документам литеры «О».

Самым сложным и ответственным этапом проектирования является разработка конструкторской документации для создания прототипа изделия. Именно на этой стадии проектирования закладываются конструктивные решения, от которых будет зависеть вся прочность конструкции. Ошибки на этом этапе могут привести к тому, что опытный образец, создание которого порой требует существенных материальных и ресурсных затрат, не пройдет испытания.

Требованиями ГОСТ РВ 20.39.302 предусмотрено использование методов математического моделирования на ранних этапах проектирования изделия с целью:

- оценки возможных вариантов конструктивного исполнения изделия с точки зрения достижения заданных в техническом задании (ТЗ) функциональных и эксплуатационных характеристик;
- выявления составных частей конструкции наиболее чувствительных к воздействию внешних факторов;
- выбора рациональных конструктивных решений, обеспечивающих защиту РЭА от воздействия внешних факторов.

Современные информационные технологии проектных исследований требуют реализации комплексного моделирования протекающих в них физических процессов. Сложность проектных исследований конструкций РЭА при механических и тепловых воздействиях обусловлена, как многофункциональностью элементов конструкции так и неопределенностью физических параметров материалов в составе конструкции – жесткостей, коэффициента механических потерь, коэффициентов теплопроводности и т.д. Эта неопределенность является специфической особенностью современной РЭА. Например, несущие элементы конструкции служат для крепления элементов, придания конструкции жесткости, осуществления теплоотвода и при этом на физико-механические параметры материалов конструкций существенное влияние оказывают температуры участков конструкций РЭА.

В результате расчетов на ЭВМ пользователем может быть получена следующая информация:

- температуры корпусов и активных зон ЭРЭ при стационарных и нестационарных тепловых воздействиях;
- динамические характеристики (ускорения, перемещения и напряжения) ЭРЭ и участков печатных узлов при всех видах механических воздействий в заданный момент времени или частоты;

– максимальные напряжения в выводах ЭРЭ и время до их усталостного разрушения при воздействии вибрации и шумов.

Пример: результат моделирования выявил, что тип материала и толщина металла, из которого будет изготавливаться деталь, не обеспечивает достаточной прочности. Из рис. 1 ясно видно, что напряжение, имеющееся в детали, гораздо больше предела текучести. Пределом текучести называется такое напряжение, при котором начинает развиваться пластическая деформация. Все это говорит о том, что данная деталь не выдержит нагрузки, приложенной к ней. И разработчику конструкции еще до проведения испытания будет дана рекомендация увеличить прочность данной детали.

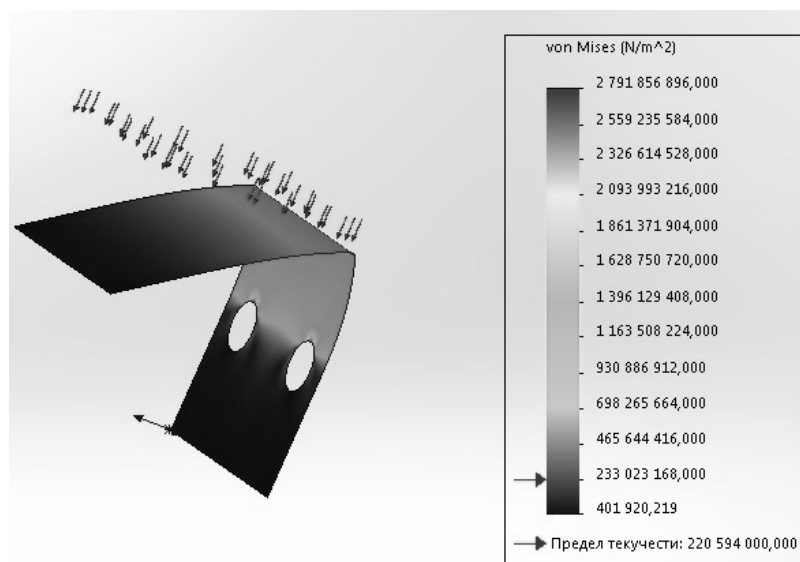


Рис. 1. Результат моделирования детали

Применение САПР для моделирования механических воздействий на опытный образец позволяет до создания опытного образца провести достаточно эффективную оценку конструкции, выявить участки, которые могут привести к разрушению изделия и устранить их еще до запуска производства и начала испытаний, что позволит сэкономить существенное количество материальных и ресурсных затрат на предприятии.

Библиографический список

1. ГОСТ 2.103-68. Единая система конструкторской документации
2. РДВ 319.01.05-94. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании.

УДК 681.3

А. В. Макарова

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

В. П. Ларин

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА T-FLEXDOCS ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ

Конструкторско-технологическая подготовка производства (КТПП) является одним из основных и трудоемких этапов жизненного цикла изделия. Современные направления решения задач

КТПП строятся на использовании передовых информационных технологий, позволяющих реализовать единое функционально-информационное пространство предприятия с учетом всех особенностей его деятельности. Одним из основных преимуществ применения информационных технологий для КТПП, является возможность организации взаимодействия конструкторов и технологов в процессе подготовки производства к изготовлению изделия. Эффективность взаимодействия всех участников процесса достигается применением единой и постоянно актуализирующейся конструкторско-технологической базы данных предприятия.

Отечественные предприятия сегодня крайне нуждаются в экономичных, быстро внедряемых и в то же время мощных в функциональном отношении средствах формирования единой информационной среды предприятия. Решение этой задачи существенно осложняется из-за того, что сегодня на российских предприятиях нередко применяется несколько типов систем, которые отличаются используемыми форматами данных и принципами функционирования, но зачастую решают близкие либо вообще одни и те же задачи, что особенно актуально для сферы конструкторского проектирования. В этом случае нужно уметь так организовать взаимодействие разработчиков, чтобы механизмы управления данными об изделии были инвариантны по отношению к применяемым прикладным системам проектирования. Именно поэтому разработка универсального механизма интеграции используемых на предприятии различных САД-систем и централизованной системы управления инженерными данными (PDM-системы) является столь актуальной задачей.

Для проектно-производственных предприятий с многономенклатурным характером производства ядром интегрированной информационной среды является конструкторско-технологическая база данных, поддерживающая все проектные и производственные процессы, включая подготовку производства [1].

Конструкторско-технологическая база данных предприятия состоит из трех основных разделов: нормативно-справочного, долговременного и актуального.

В нормативно-справочном разделе хранятся информационные объекты с данными о:

- конструктивных материалах;
- нормализованных деталях (нормалях);
- стандартных (покупных) комплектующих изделиях;
- стандартных деталях собственного изготовления;
- стандартных расчетных методах;
- государственных, международных и внутренних стандартах;
- прочих нормативных документах.

В долговременном разделе хранятся информационные объекты, содержащие данные, аккумулирующие собственный опыт предприятия, в том числе данные о:

- ранее выполненных готовых проектах (архив);
- типовых узлах и агрегатах собственного производства;
- типовых деталях собственного производства;
- типовых конструктивно-технологических элементах деталей;
- типовых и групповых технологических процессах;
- типовой технологической оснастке и инструменте;
- готовых и типовых расчетных методиках и математических моделях изделий собственной разработки;

- прочих готовых и типовых решениях.

В актуальном разделе хранятся информационные объекты, содержащие данные об изделиях, находящихся на различных стадиях жизненного цикла:

- конструкции и версиях текущих изделий;
- технологии изготовления изделий;
- конкретных экземплярах и партиях изделий в производстве;
- конкретных экземплярах и партиях изделий, находящихся на постпроизводственных стадиях жизненного цикла.

Создание интегрированной информационной среды предприятия, ядром которой является конструкторско-технологическая база данных, служит основой построения системы информационной поддержки всех выполняемых проектов и процессов. От того, насколько рационально организованы процессы создания, использования, хранения информационных объектов, насколько эффективно выполняется управление этими процессами, зависит качество функционирования системы в целом.

На сегодняшний день существует множество программных решений по реализации единого информационно-функционального пространства предприятия. Постоянно возрастающие требования к эффективности функционирования таких программных средств, при стремительном увеличении уровня интеграции информационных объектов, требуют проведения детального анализа при выборе конкретной системы создания и ведения конструкторско-технологической базы данных предприятия. Проведенный анализ наиболее применяемых систем ЛОЦМАН, 1С_PDM, Lotsia, Techcard, T-FLEX не выявил ни у одной из них существенного приоритета, но все же имеет смысл более детально остановиться на программном решении отечественной разработки – комплексе инженерно-конструкторского документооборота T-FLEX DOCs [2].

Данный программный комплекс предназначен для решения задач конструкторско-технологического и организационно-распорядительного документооборота, а так же комплексного управления инженерными данными предприятия. Система T-FLEX DOCs представляет собой корпоративную систему технического документооборота и управления инженерными данными об изделиях. Она обеспечивает возможность непрерывного взаимодействия по сети различных отделов предприятия: конструкторско-технологических, архивов, рабочих мест руководителей и т.д. Задачи, решаемые системой T-FLEX DOCs, представлены на рис. 1.



Рис. 1. Задачи, решаемые системой T-FLEX DOCs

T-FLEX DOCs представляет собой систему, построенную по классической схеме архитектуры Клиент-Сервер с централизованным хранением данных. Целостность хранилища файлов обеспечивается файловым сервером, разработанным специально для этой цели. Хранилище документов с точки зрения пользователя T-FLEX DOCs представляет собой набор доступных ему архивов, которые были сформированы по разработанному на предприятии принципу. Архив в данном случае есть не что иное, как средство структуризации данных. Именно к архивам пользователь получает доступ в соответствии со своими привилегиями.

T-FLEX DOCs обеспечивает единство всех конструкторско-технологических данных и сопроводительной информации. Система имеет ряд функций, благодаря которым пользователи получают все необходимые инструменты для регистрации электронных документов и контроля над выполнением поручений.

Рассмотренный выше состав конструкторско-технологической базы предприятия можно полностью реализовать в программном комплексе T-FLEX DOCs с учетом особенностей деятельности предприятия. Это могут быть конструкторские чертежи, 3D модели, спецификации, ведомости, сведения о материалах деталей, технологические процессы, программы ЧПУ и т.д.

Одной из особенностей конструкторской работы является задача создания так называемых сводных чертежей. Характерным примером сводного чертежа является сборочный чертеж изделия, детализированные чертежи которого разработаны разными исполнителями. Этот чертеж должен быть выполнен на основе детализированных, содержащих конструкторские данные для изготовления и контроля ряда деталей, отличающихся размерами, покрытием, материалами, твердостью и другими конструкторскими данными. Естественно, необходима определенная унификация исполнения детализированных чертежей для максимальной последующей автоматизации создания сводного сборочного чертежа. Такой унифицированный чертеж должен содержать:

- ☞ графическое изображение с указанием конкретных значений для постоянных параметров, а для переменных – условные (буквенные) обозначения;

- ☞ таблицу переменных данных, содержащую обозначение каждого варианта исполнения и конкретное значение переменных параметров, отличающих варианты исполнения (например, размеров, допусков, шероховатостей, материалов, покрытий, массы и т.д.).

Это только один пример возможностей комплекса T-FLEX DOCs. Система реализует все необходимые функции управления инженерными данными: работу с файлами и документами, настройку прав доступа, управление процессами разработки и согласования, обеспечение коммуникаций с помощью механизмов почтовой системы и системы управления заданием и многое другое (рис. 1). Но одной из важнейших функций T-FLEX DOCs является высокоэффективная организация работы всех заинтересованных подразделений предприятия с составом изделия, причем не только с конструкторским, но и с технологическим, физическим и пр. Система обладает удобными инструментами для создания операционного маршрута, содержащего операции, переходы с подключением необходимого оборудования, оснащения, материалов и режимов обработки, общих для всех деталей и т.д. Это весьма существенный элемент автоматизации многочисленных видов рутинной работы технолога.

При работе с многочисленной номенклатурой технологу нередко приходится оперативно ориентироваться и доставать необходимую информацию из большого количества технологических процессов, например принадлежность конкретной детали (заготовки) к определенному технологическому процессу и порядковый номер ее в ведомости деталей. Для решения этой задачи разработан пользовательский запрос «Перечень деталей». Достаточно выделить нужные технологические процессы (или их полный список), выбрать отчет «Перечень деталей», и автоматически сформируется отчет с указанием принадлежности детали к соответствующему комплекту документов с порядковым номером в ведомости деталей.

Управление задачами и контроль их исполнения осуществляются достаточно просто с минимально необходимым количеством рабочих окон (рис. 2).

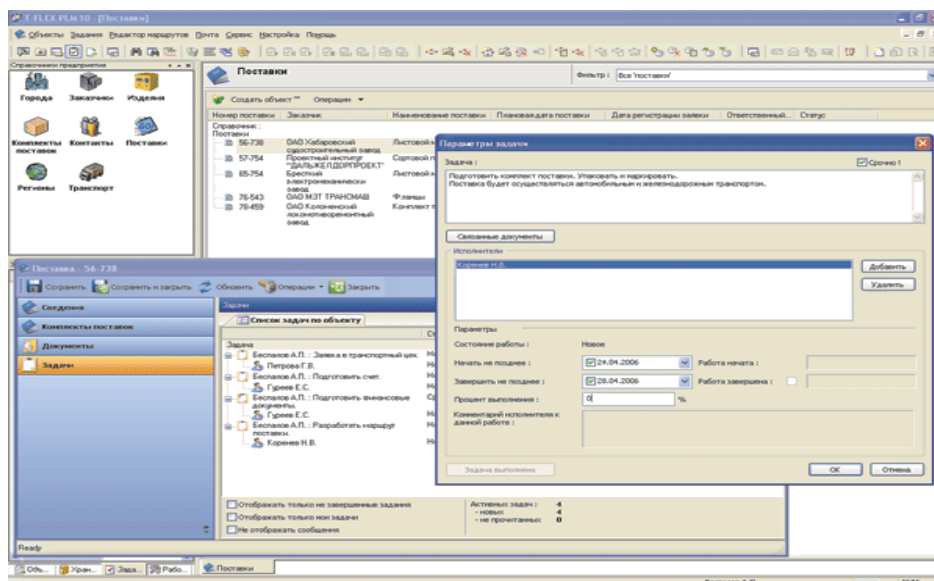


Рис. 2. Управление задачами и контроль их исполнения

Вопрос создания и ведения конструкторско-технологических баз данных узлов и изделий на предприятиях очень актуален. Программный комплекс T-FLEX DOCs помогает решить данные задачи, а также позволяет учитывать особенности организации проектов и процессов предприятия, за счет расширения функциональных возможностей. В настоящее время на базе рассмотренного пакета разрабатывается лабораторная работа по решению комплекса задач интеграции КТПП.

Библиографический список

1. Ларин В.П., Шелест Д.К. Формирование информационного обеспечения надежности бортовой аппаратуры на стадии проектирования // Информационно-управляющие системы. 2012. № 4(59). С.93-97.
2. <http://www.tfex.ru/>

УДК 629.78.05

В. С. Марьяненко

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

И. А. Гарютин

научный руководитель

ВЫБОР ТИПА ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Благодаря простоте управления, высокой надежности и высокой точности угла поворота шаговые двигатели, на сегодня, используются практически во всех областях техники и в самых различных устройствах. Это и робототехнические системы, и медицинские устройства, и офисное оборудование, и многое другое. Не стали исключением и системы освещения. В частности, при разработке головной оптики для железнодорожного подвижного состава было решено выбрать именно такой тип двигателя.

Шаговый двигатель – это электродвигатель, работающий на переменном токе, в отличие от обычного двигателя, питаемого постоянным током. Вращение ротора двигателя постоянного тока происходит постоянно, а у шаговых двигателей управление происходит попеременным включением и выключением нескольких обмоток статора.

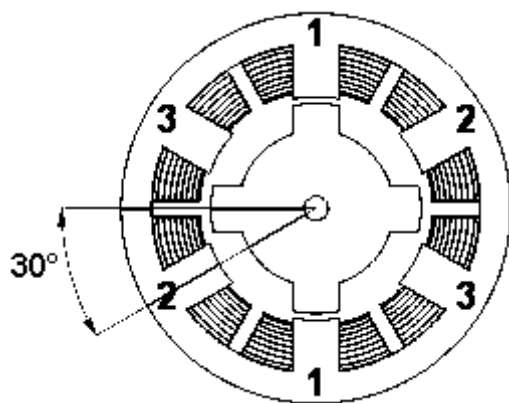


Рис. 1. Шаговый двигатель с переменным магнитным сопротивлением

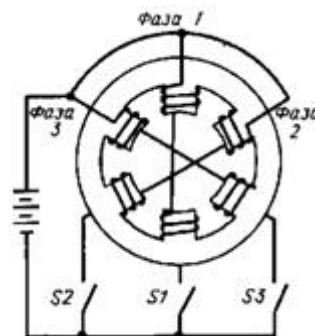


Рис. 2. Схема соединения обмоток шагового двигателя

Рассмотрим самую простую схему шагового двигателя с переменным магнитным сопротивлением (рис. 1). Он состоит из статора с тремя обмотками (рис. 2) и из ротора, изготовленного из магнитомягкой стали. Если подать ток на обмотку «1», то противоположные концы этой обмотки будут иметь разные полюса. Ротор примет положение равновесия, когда его зубцы будут находиться напротив запитанных обмоток статора. После этого первая обмотка отключается, а вторая включается. Ротор сделает один шаг оборота (в данном случае 30 градусов) и займет новое устойчивое положение напротив обмотки «2». Таким образом, при быстрой смене запитанных обмоток ротор будет вращаться шагами по 30 градусов, делая полный оборот за 12 шагов. Устройство, отвечающее за включение и выключение нужных обмоток в нужно время, называется блок управления или контроллер [1].

Так же существуют еще два типа шаговых двигателей: двигатель с постоянными магнитами и гибридный двигатель. У двигателя с постоянными магнитами (рис. 3) ротор сделан не из магнитомягких материалов, а из чередующихся постоянных магнитов, и вращается за счет притяжения разнополярных полюсов статора и ротора.

Гибридный двигатель имеет зубчатые ротор и статор. Ротор – постоянный магнит, число пар полюсов которого равно числу пар зубцов. Это обеспечивает число шагов от 100 до 400, а угол поворота шага от 3,6 до 0,9 градусов.

Конфигурация обмоток у разных типов двигателей тоже отличается. Двигатель с переменным магнитным сопротивлением является униполярным, а двигатель с постоянными магнитами и гибридный двигатель являются биполярными.

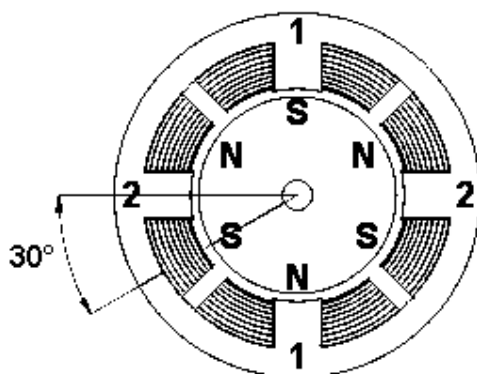


Рис. 3. Двигатель с постоянными магнитами

У биполярного двигателя в каждой фазе есть одна обмотка. Контроллер может менять полюс каждой обмотки для изменения направления магнитного поля. Всего у биполярного двигателя две обмотки (четыре вывода).

Униполярный двигатель отличается от биполярного наличием отвода от середины обмотки. Это сильно упрощает схему контроллера, так как поменять направление магнитного поля можно, простым переключением половинок обмотки.

Если сравнивать одинаковые по размерам шаговые двигатели, то биполярный двигатель имеет более высокую удельную мощность и больший момент, чем униполярный [2].

Способы управления двигателями тоже различны, и таких способов четыре.

Первый способ – переменная коммутация фаз, в двигателя одновременно работает только одна фаза, соответственно ротор перемещается между положениями равновесия, совпадающими с точками равновесия не запитанного двигателя. Так как в один момент времени работают не все фазы, мощность двигателя теряется.

Второй способ – режим с перекрытием. В этом режиме работают две фазы одновременно, а точки равновесия находятся посередине между двумя полюсами (ротор смещен на половину шага по сравнению с первым способом управления). Этот режим обеспечивает больший момент, чем режим переменной коммутации фаз.

Третий способ – полушаговый режим – является гибридом первый двух режимов. Каждый второй шаг запитаны две фазы, в остальных случаях одна. Благодаря этому количество шагов за оборот увеличивается вдвое, так как ротор находится в положении равновесия не только напротив полюсов, но и между ними.

Четвертый способ – это микрошаговый режим. Он похож на полушаговый, точка равновесия между фазами в полушаговом режиме находится ровно посередине фаз, так как токи этих фаз равны. Если подавать на фазы неравные токи, то точка равновесия будет смещена, следовательно, меняя значение токов, можно создавать множество точек равновесия, дробя один шаг на множество микрошагов. При таком способе управления, один оборот гибридного двигателя может быть раздроблен до 51200 шагов [3].

Вывод: Для двигателя головной оптики железнодорожного подвижного состава не очень важна скорость, так как вращение двигателя происходит в пределах 180 градусов. Для хорошего освещения путей перед подвижным составом нужен шаг двигателя, ниже 1 градуса, поэтому лучший вариант двигателя – гибридный.

Библиографический список

1. Ридико Л.И. Микроэлектронные проекты. Контроллер шагового двигателя // Схемотехника.
2. Колодийчик В. П. Шаговые двигатели. Журнал «Электротехнический рынок», №12, 2007.
3. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. (OCR) Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1987.

УДК 004.934.1'1

А. В. Пилосян

студент кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

В. М. Смирнов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

Распознавание речи – это многоуровневая задача распознавания шаблонов, в которой акустические сигналы исследуются и структурируются в иерархию подслов (например, фонем), слов, фраз и предложений. Проблема точности распознавания во многом зависит от точности сегментации речи – важного этапа в процессе распознавания.

Сегментация – это разделение речевого сигнала на лингвистические единицы. Запрограммировать компьютер в соответствии с правилами любого языка намного проще, чем выделить аллофоны, дифтонги и речевые сегменты из речевого сигнала.

Основными параметрами оценки эффективности систем автоматической сегментации речи являются точность сегментации и скорость работы алгоритма. Соответственно, наивысшая эффективность будет у той системы сегментации, которая обеспечивает 100% точность при незначитель-

ных временных затратах. Но т.к. во многих устройствах (мобильные телефоны, бытовые приборы, автомобильные системы навигации и т.д.) ограничены вычислительные ресурсы, приходится находить компромисс между точностью и скоростью обработки.

Существуют различные алгоритмы сегментации речевого сигнала [1]:

- 1) корреляционные алгоритмы сегментации;
- 2) спектральные алгоритмы сегментации;
- 3) алгоритмы сегментации с использованием вейвлет-преобразования;
- 4) алгоритмы сегментации на основе анализа временной структуры РС;
- 5) алгоритмы сегментации с использованием скрытых цепей Маркова;
- 6) алгоритмы сегментации на основе нейронных сетей.

Алгоритмы 1 – 4 используют «собственные» методы обработки, остальные используют специальные методы обработки параметров, полученных с помощью других алгоритмов.

Рассмотрим основные принципы некоторых из них подробнее.

Корреляционные методы сегментации

Автокорреляционная функция широко применяется в качестве критерия классификации, так как позволяет непосредственно оценивать квазипериодические свойства сигнала. В частности, при использовании такого критерия, оценкой степени вокализированности сегмента речевого сигнала выступает значение ближайшего локального максимума этой функции, а расстояние от ее начала до этого максимума близко к периоду основного тона сегмента. Однако такая оценка существенно зависит от условий записи речи и индивидуальных характеристик говорящего, так как не является нормированной, и чувствительна к случайным выбросам [2]. Для улучшения оценки свойств сигнала предлагается относительный интервальный корреляционный критерий, который определяется как отношение максимального по модулю значения автокорреляционной функции (АКФ) K_a исходного сегмента $x(n)$, расположенного не ближе некоторого интервала от начального отсчета функции $n=1$, к ее максимальному значению в начале интервала:

$$K = \frac{\max_{n=N/4 \dots N} (K_a(|x(n)|))}{K_a(|x(n)|)_{n=1}},$$

где $x(n)$ – исходный фрагмент сигнала; $n = \varepsilon [t_{cuz} f_{\partial}]$, $n = 1, 2, \dots, 240$; ε – целая часть; t_{cuz} – временная координата фрагмента; f_{∂} – частота дискретизации; K_a – автокорреляционная функция вида:

$$K_a(t) = \int x(t)x(t-\tau)dt$$

Интервал в определении критерия вводится для уменьшения влияния нестационарности сигнала. Приведенный критерий является нормированным.

На рис. 1 показаны примеры АКФ периодического (а) и шумового (б) сигналов частотой дискретизации 8 кГц длительностью 30 мс (240 отсчетов). АКФ периодического сигнала изменяется с частотой, близкой к частоте исходного сигнала.

Амплитудное значение АКФ $K_a(x_n(1))$ в точке $n=1$, незначительно превышает последующие локальные максимумы. АКФ шумового сигнала затухает с большей скоростью, чем АКФ периодического сигнала, $K_a(x_w(1))$ гораздо больше остальных последующих значений (рис. 1).

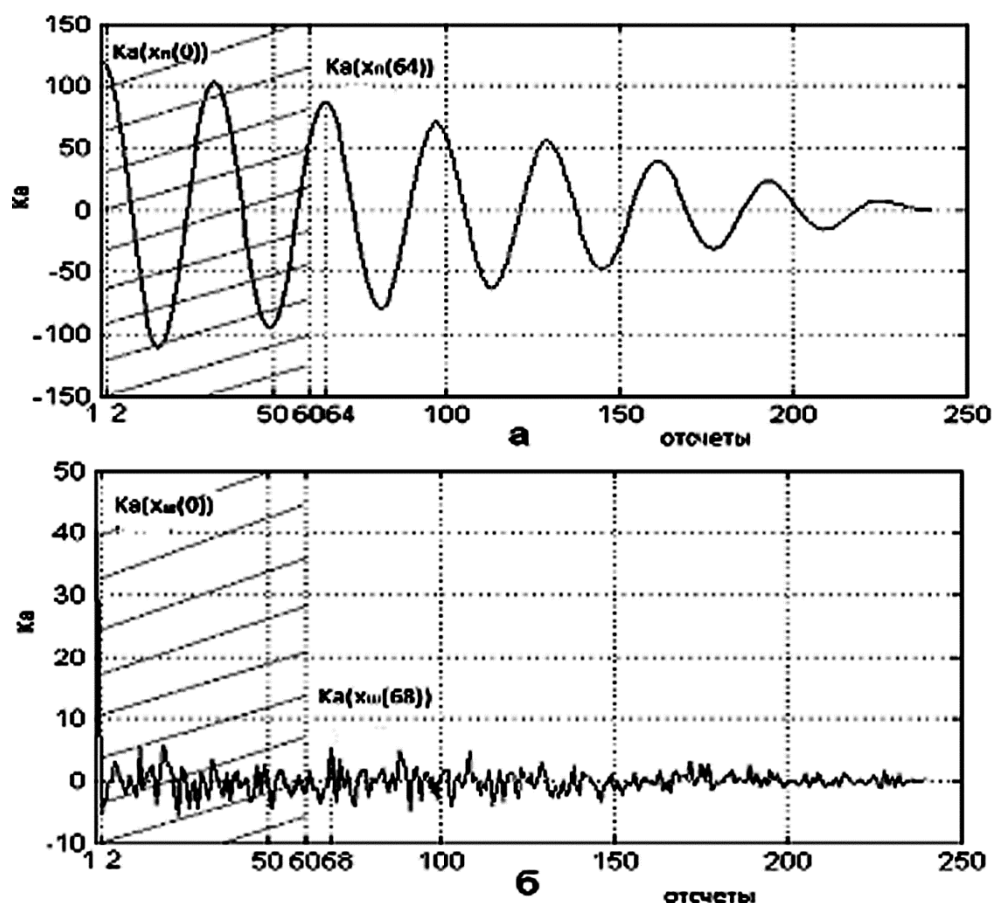


Рис. 1. АКФ периодического $X_n(n)$ (а) и шумового $X_{ш}(n)$ (б) сигналов

Заштрихованная область соответствует минимальному интервалу, который исключается из рассмотрения для устранения влияния возможной нестационарности сигнала на значение определяемого критерия, что повышает адекватность оценки вокализованности сигнала.

Спектральные алгоритмы сегментации

Спектральные методы представления РС чаще всего используются в различных алгоритмах сегментации речи. Их особенность заключается в возможности анализировать особенности речевого сигнала, «трудно поддающиеся» анализу во временной области (например, незначительные изменения периода основного тона от одного периода к другому). Также спектральная обработка согласуется с психоакустическим восприятием звуков человеком. Не менее важной особенностью является наличие широко распространенной модели речевого сигнала в виде линейной системы, в которой спектр сигнала на выходе представлен произведением спектра частотной характеристики голосового тракта и спектра сигнала возбуждения.

Многие методы математической обработки сигналов (например, скрытое марковское моделирование) для получения описательных признаков речи используют в основе частотный анализ Фурье. Однако, преобразование Фурье обладает рядом существенных недостатков:

- исходный сигнал заменяется на периодический, где период равен длительности исследуемого образца;
- преобразование Фурье плохо работает при изменении параметров процесса со временем (нестационарности), поскольку дает усредненные коэффициенты для всего исследуемого образца.

Речевой сигнал является примером нестационарного процесса, в котором информативным является сам факт изменения его частотно-временных характеристик.

Для выполнения анализа таких процессов требуются базисные функции, обладающие способностью выявлять в анализируемом сигнале как частотные, так и его временные характеристики. Другими словами, сами функции должны обладать свойствами частотно-временной локализации.

Исходя из этих соображений, уместно применить такой математический метод, как вейвлет-преобразование сигналов, являющийся обобщением спектрального анализа.

Алгоритмы сегментации с использованием вейвлет-преобразования

Вейвлет-преобразование сигналов является обобщением спектрального анализа, типичный представитель которого – классическое преобразование Фурье. Термин «вейвлет» (*wavelet*) в переводе с английского означает «маленькая (короткая) волна». Вейвлеты – это обобщенное название семейств математических функций определенной формы, которые локальны во времени и по частоте, и в которых все функции получаются из одной базовой (порождающей) посредством ее сдвигов и растяжений по оси времени. Вейвлет-преобразования рассматривают анализируемые временные функции в терминах колебаний, локализованных по времени и частоте. Как правило, вейвлет-преобразования (*WT*) подразделяют на дискретное (*DWT*) и непрерывное (*CWT*). Необходимо отметить, что на практике чаще используются дискретное вейвлет-преобразование (*DWT – Discreet Wavelet Transform*) обладающее лучшей точностью при преобразовании и обратном восстановлении сигнала (особенно при сжатии), а также как более удобное для передачи информации.

Способность обнаруживать по сравнению со спектральным преобразованием с большей точностью во времени появление колебаний определенных частот, позволила использовать это свойство вейвлет-анализа для задачи сегментации речевых сигналов.

Известной проблемой при использовании вейвлетов является выбор «материнского вейвлета» или вейвлетного базиса. Строгого решения или обоснования на данный момент этой задачи не существует, выбор того или иного вейвлетного базиса осуществляется эмпирически. Медведев М. С. [3] рекомендует использовать несколько базисов, а результаты работы алгоритмов объединять. Результаты его работы показали сильную зависимость точности сегментации от выбора пороговых коэффициентов. Необходимо отметить, что для оптимальной сегментации разработчики рекомендуют использовать адаптивные пороги.

Использование вейвлет-анализа для задачи сегментации на сегодняшний день является актуальным, но требует дополнительных исследований. Требуется строгое математическое обоснование ряда эмпирических результатов (например, критерии выбора вейвлетного базиса).

Подытожим рассмотренные в статье алгоритмы сегментации речевого сигнала. Все описанные выше методы позволяют создавать реальные программы, в известной степени, сегментирующие речевой сигнал. Каждый имеет свои достоинства и недостатки, поэтому выбор наиболее подходящего алгоритма зависит от характера исследования и является сложной задачей.

Библиографический список

1. Сорокин, В.Н., Цыплихин, А.И. Сегментация речи на кардинальные элементы // Информационные процессы. 2006. т.6, № 3. с. 177-207.
2. Niyogi P., Sondhi M. M. Detecting stop consonants in continuous speech // The journal of acoustic society of America. 2002, t.2, №111, p.1063-1076.
3. Медведев М.С. Фонемная сегментация речевого сигнала с использованием вейвлет-преобразования. / М. С. Медведев // V Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям с участием иностранных ученых: тез. докл. – Новосибирск: ИВТ СО РАН. – 2004, с. 110-124.

УДК 62-5

В. В. Раковский

студент кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

В. Л. Якимов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

СИНТЕЗ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ НА МОДЕЛИ

Маршрутный технологический процесс – процесс, выполняемый по документации, в которой содержание операций излагается без указания переходов и режимов обработки. В маршрутно-операционном и операционном технологических процессах содержание отдельных, наиболее сложных и важных, или всех операций соответственно детализируется с указанием содержания переходов и режимов обработки. Маршрутный технологический процесс оформляется маршрутной картой, в которой устанавливается перечень и последовательность технологических операций, тип оборудования, на котором эти операции будут выполняться, применяемая оснастка, норма времени без указания переходов и режимов обработки. Маршрутные технологические процессы обработки деталей средней сложности часто содержат десятки операций, а для сложных корпусных деталей – сотни. Чтобы перейти от одной технологической операции к другой, приходится каждый раз освобождать деталь, снимать ее со станка и транспортировать на следующий станок, где вновь производить установку (базирование), настройку на исходные размеры и крепление. Разработка маршрутного технологического процесса заключается в установлении последовательного перечня операций по изготовлению в проектируемом цехе деталей заданного изделия, операций сборки и сварки их в технологические узлы, всего изделия в целом. В общем случае для проектируемого сборочно-сварочного цеха такой перечень может включать более 50 технологических операций, закрепляемых за определенными типами оборудования или рабочими местами.

В данной работе рассматриваются вопросы создания экспертной системы, основанной на сетевых моделях [1] для проектирования оптимальных маршрутных технологических процессов и решения сопутствующих задач планирования и управления мелкосерийным производством [2]. На начальном этапе рассмотрим относительно несложный технологический процесс со следующими особенностями:

- маршрутный технологический процесс составляется для обработки одного вида деталей из заданного материала;
- станки соответствуют требованиям, предъявляемым к точности изготовления деталей;
- имеется возможность обрабатывать несколько деталей параллельно на различных станках, каждый станок может обрабатывать только одну деталь и выполнять только одну операцию, всего станков – m , количество операций – n , $m > n$;
- для выполнения i -й операции может быть использован j -й станок, позволяющий выполнить ее за время $t_{j,i}$, $i=1,2,3,\dots, n$, $j=1,2,3,\dots, m$;
- для изготовления каждой детали должны быть осуществлены все n -технологических операций, причем порядок следования некоторых из них может меняться и существуют ограничения на последовательности операций технологического процесса;
- существует множество операций, которые могут быть начальными и множество операций, которые могут быть осуществлены на конечном этапе, причем их количество, а также количество станков, их выполняющих, может быть различным;
- существуют временные задержки $x_{j,i}$ (простой), обусловленные нахождением детали в режиме ожидания i -й операции, ввиду занятости j -го станка;
- существуют временные задержки ряда операций (межоперационные), вызванные необходимостью доставки детали от станка к станку или другими технологическими причинами;

– – существует возможность замены одних операций другими, позволяющими получить аналогичный результат;

– – при разработке маршрутного технологического процесса необходимо обеспечить (по возможности) равномерную загрузку всех станков на предприятии.

Представленный технологический процесс можно отобразить в виде сетевого графа (рис. 1). В таком графе вершины соответствуют станкам, выполняющим соответствующие технологические операции, дуги задают переходы от одного станка к другому, образуя маршрут движения детали. Количество вершин в каждом слое равно количеству станков m . Вершинам соответствуют времена, необходимые для выполнения данной операции соответствующим станком. Так как станки имеют различные характеристики, то это время может быть различным. Количество входных вершин равно количеству станков, позволяющих выполнить начальные операции обработки деталей, количество выходных вершин – количеству станков, позволяющих выполнить конечные операции обработки деталей, количество слоев сети равно количеству операций n . Сеть – не полновязанная, структура сети задается экспертом в данной предметной области и характеризует возможные переходы между технологическими операциями.

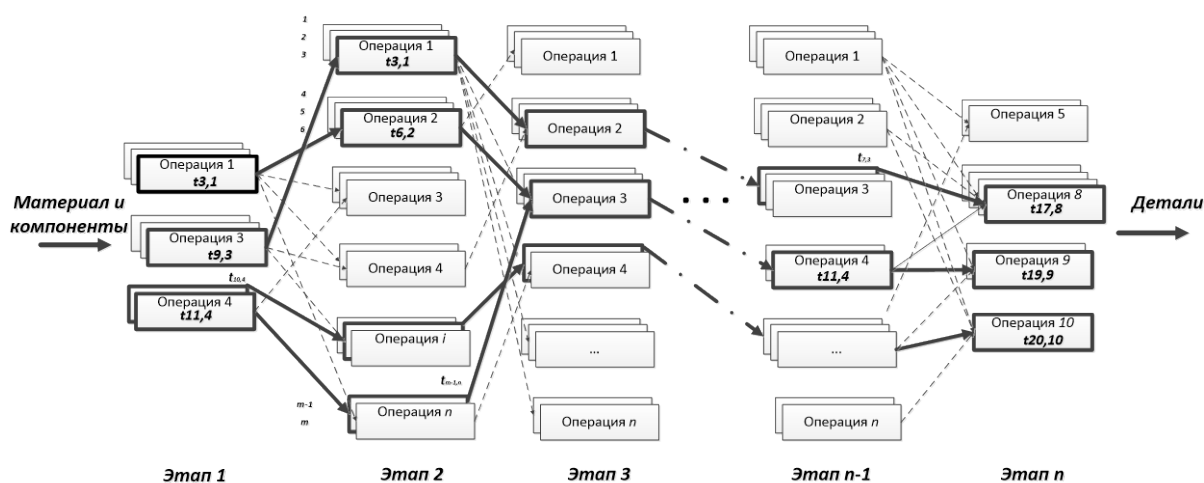


Рис.1. Структурная схема рассматриваемого технологического процесса в виде сети

В качестве критерия оптимизации маршрутного технологического процесса можно использовать критерий минимума суммарного простоя:

$$F(X) = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^{s_k} x_{j,k} \rightarrow \min, \tag{1}$$

где s_k – количество задействованных станков на k -м этапе, $k = 1, 2, 3, \dots, n, X$ – вектор, размером $1 \times ns_k$, элементы которого есть величины $x_{j,k}$. Время простоя $x_{j,k}$ может быть выражено через времена начала k -го и $k-1$ этапа обработки детали $T_{j,k}$ и $T_{j,k-1}$, поступившей на станок j :

$$x_{j,k} = T_{j,k} - (T_{j,k-1} + t_{j,k-1}).$$

Выполнение критерия (1) позволит увеличить пропускную способность производства. С другой стороны, для увеличения пропускной способности необходимо увеличить загруженность станков на каждом этапе производства (количество задействованных станков или “активных” связей и вершин графа на рис. 1):

$$Q(S) = \sum_{k=1}^n s_k \rightarrow \max, \tag{2}$$

где S – вектор размером $1 \times n$, элементы которого есть величины s_k . Критерий (2) является важным с точки зрения равномерной загруженности станков на предприятии. В противном случае, ра-

ботать будут только самые современные станки, и выходить из строя они также будут чаще, а это, в свою очередь, может существенно повлиять на пропускную способность предприятия.

С течением времени количество станков на производстве и их характеристики могут меняться вследствие необходимости ремонта, замены, модернизации или технического обслуживания. При этом экспертная система должна оперативно решать задачу синтеза оптимального маршрутного технологического процесса для изменившихся условий производства.

Использование экспертной системы при составлении маршрутного технологического процесса позволит повысить производительность и гибкость мелкосерийного производства, а также оперативность разработки самого маршрутного технологического процесса.

Библиографическое описание

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход/ Пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2006. - 1408 с.
2. Построение маршрутного технологического процесса при обработке корпусных деталей. <http://stanki-price.ru/obrabotka-poverxnosteie-detaleie-mashin/postroenie-marshrutnogo-technologicheskogo-processa.html>

УДК 681.7.068

М. С. Свирид

магистрант кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

А. Ф. Крячко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПАТТЕРН-ЭФФЕКТА В ОБЩЕМ СЛУЧАЕ

При передаче данных по оптоволоконным линиям связи на качество передачи в значительной степени влияют явления, объединяемые в научной литературе под определением «нелинейные явления волоконной оптики». Хотя они действуют в канале постоянно, заметную роль они начинают играть только на скоростях передачи свыше 10 Гбит/с. При таких условиях они начинают проявлять себя не только чисто физически, но и информационно, что ведет к зависимости качества передачи данных от их вида. Данное явление носит название паттерн-эффекта [1].

Очень часто паттерн-эффект имеет сложную структуру, когда ярко выраженных нежелательных паттернов нет, а есть несколько последовательностей, которые передаются значительно хуже, чем другие. В этих условиях простое выделение «плохих» паттернов является неэффективным решением.

Рассмотрим общий случай асимметричной статистики ошибок. Пусть $\vec{R} = (R_{000}, R_{001}, \dots, R_{111})$ – вектор, элементами которого являются относительные частоты появления ошибки при передаче центрального бита каждого триплета. Определим формальный язык $AC(m, \vec{R}, \delta)$ следующим образом:

$$AC(m, \vec{R}, \delta) = \{a \mid a = a_1 a_2 \dots a_m, P_{ne}(a) = \prod_{i=1}^{m-2} (1 - R_{a_i a_{i+1} a_{i+2}}) \geq \delta\} \quad (1)$$

Здесь $P_{ne}(a)$ – вероятность того, что внутренние символы слова a будут переданы без ошибок, $0 \leq \delta \leq 1$ – параметр, показывающий, насколько допустимы ошибки при передаче слов языка AC . Упорядочение слов языка в последовательность W идет по убыванию вероятностей безошибочной передачи слов. Таким образом, если $P_{ne}(W(i)) \geq P_{ne}(W(j))$, то $i \leq j$. Относительная избыточность построенного языка определяется выражением:

$$R = \frac{m - \log_2 |AC(m, \bar{R}, \delta)|}{m} \quad (2)$$

Частота появления каждого триплета определяется:

$$Q_{xyz} = \frac{1}{m \cdot 2^m} \sum_{j=2}^{2^m} N_{xyz}(W(j)) + \frac{\phi_{ex}\phi_{byz} + \phi_{exy}\phi_{bz}}{m}, \quad (3)$$

где $N_{xyz}(W(j))$ – количество триплетов xyz внутри кодового слова $W(j)$, ϕ_{byz} , ϕ_{bz} , ϕ_{ex} и ϕ_{exy} – частоты появления блоков, начинающихся на yz , начинающихся на z , заканчивающихся на x и заканчивающихся на $xу$ соответственно [2].

К преимуществам данного кода следует отнести его простоту, поскольку как кодирование, так и декодирование основаны на простом извлечении кодовых слов из таблиц данных. Среди других кодов, которые имеют целью преодоление паттерн-эффекта, этот код отличается способностью адаптироваться к любой линии связи, обеспечивая оптимальный выбор множества кодовых слов для передачи данных. Среди недостатков следует отметить ограниченность в выборе длин блока данных, вызванную невозможностью строить блоки большой длины, обладающие описанными свойствами.

Оценим эффективность адаптивного блочного кода. Так как адаптивный код по определению зависит от вида статистики ошибок в канале, проанализируем его характеристики на статистике ошибок, полученной при моделировании оптоволоконной линии связи. Статистика ошибок представлена в табл. 1.

Таблица 1

Статистика ошибок по каналам передачи данных

Триплет	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Канал 5
000	0	2	4	2	6
001	1216	1353	1471	1559	1604
010	7081	7154	7783	8299	8470
011	111	123	181	190	192
100	1064	1250	1286	1422	1464
101	7650	8029	8590	9298	9354
110	94	122	134	145	168
111	42	53	70	60	93

Из таблицы видно, что при передаче триплета 101 вероятность появления ошибки центрального бита гораздо выше, чем при передаче остальных триплетов. Это дает основание полагать, что в ряде случаев имеет смысл ограничить количество «плохих» триплетов в сообщении, снизив таким образом частоту ошибок при передаче этого сообщения.

Библиографический список

1. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. М.: ЛЕСАРпт, 2003, 288 стр.
2. Скидин А.С., Федорук М.П., Шафаренко А.В., Турицын С.К. Преодоление паттерн-эффекта в оптоволоконных линиях связи с помощью адаптивного блочного кодирования.

УДК 614.842.435

Д. А. Торопов

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

В. П. Ларин

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ФОРМИРОВАНИЕ АЭРОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ МАТЕРИАЛОВ

Практически все пожарные извещатели способны информировать о таких стадиях пожара, когда имеются уже достаточно большая концентрация дыма, сильное тепловыделение, открытое пламя. В ряде случаев, когда практическая деятельность человека происходит в условиях замкнутого помещения, например медицинские гипербарокамеры, обитаемые отсеки летательных аппаратов и подводных лодок, эти пожарные извещатели не применимы. В подобных случаях необходим пожарный извещатель, с высокой степенью надежности реагирующий на признаки пожароопасной ситуации на самых ранних стадиях, до появления пламени. Наиболее перспективным путем решения этой проблемы является разработка пожарного извещателя, реагирующего на очень малые концентрации аэрозольных частиц, образующихся в результате термоокислительной деструкции различных материалов.

В 1980 г. была проведена серия экспериментов по измерению распределения аэрозольных частиц по размерам образовавшихся в результате термоокислительной деструкции [1]. Экспериментальные исследования производились двумя приборами, работа которых основана на разных принципах: прибор «Aerosolsizeanalyzer» фирмы Thermosystemsinc, использующий принцип зарядки аэрозольных частиц в поле коронного разряда с последующим измерением приобретенных частицами зарядов, и лазерный спектрометр аэрозолей «Эльтра». Общий диапазон измерений частиц по размеру составил от 0,01 мкм до 20 мкм. Разные типы приборов повышали достоверность полученных результатов. В качестве испытуемых материалов были выбраны поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПЭ), и резина (Р), наиболее часто применяемые в качестве электроизоляционных материалов. Температура воспламенения этих материалов составляет 733, 620, 690°K соответственно.

Как показали результаты экспериментов (рис. 1), в образовавшемся при термоокислительной деструкции полимерных материалов аэрозольном облаке больше всего (до 90%) частиц с размерами 0,01 – 0,1 мкм.

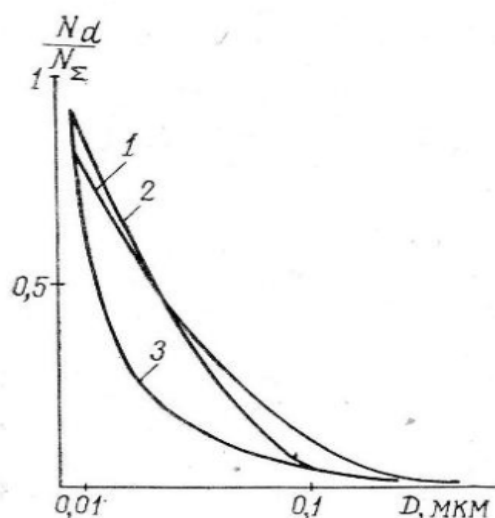


Рис. 1. Распределение частиц по размерам 1 – поливинилхлорид, 2 – полиэтилен, 3 – резина (N_d – счетная концентрация частиц данного размера, N_Σ – суммарная счетная концентрация)

На рис. 2 приведены экспериментальные кривые дифференциального распределения частиц по размерам в зависимости от температуры нагрева образца (с вычетом фона окружающей среды). Как видно из этих кривых, аэрозольные частицы с размером, лежащим в указанном диапазоне, достигают счетной концентрации, на несколько порядков превышающей фон при температурах нагрева материалов, лежащих значительно ниже (на 250 – 300°K), чем температура их воспламенения.

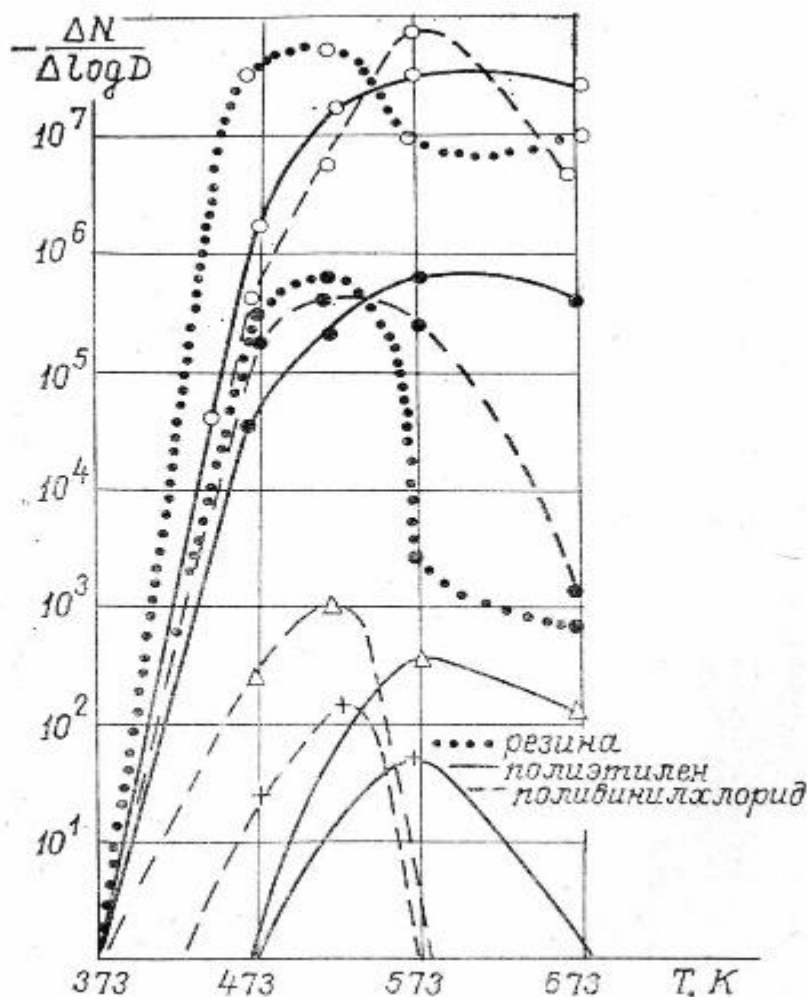


Рис. 2. Дифференциальное распределение частиц по размерам:
 ○ - 0,01 мкм; ● - 0,10 мкм; Δ - 0,00 мкм; + - 2,50 мкм

По результатам этой работы можно сделать вывод, что для обнаружения пожаров на самой ранней стадии их развития, либо, пожароопасной ситуации, дымовые (аэрозольные) пожарные извещатели должны иметь максимально возможную чувствительность к аэрозольным частицам с размерами 0,1 – 0,01 мкм.

Для раннего обнаружения потенциального возгорания применяют методы, использующие анализ косвенных физических параметров среды. При этом основные критерии выбора физического параметра – это помехоустойчивость и информативность. Аэрозольные и газообразные продукты, появляющиеся уже при низкотемпературном термическом разложении различных горючих материалов, в том числе и полимеров, достаточно быстро распространяются воздушными потоками и могут быть зарегистрированы извещателями, установленными в различных точках охраняемого объекта.

Аэрозоль это аэродисперсная система, представляющая собой совокупность твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде. Дисперсионные аэрозоли образуются в результате измельчения или распыления исходного материала и перевода его во взвешенное состояние, кон-

денсационные аэрозоли – при объемной конденсации насыщенных паров, либо в результате газовых реакций, ведущих к образованию нелетучих продуктов. Дисперсионные аэрозоли содержат значительно более крупные частицы, чем конденсационные, и, в силу особенностей образования, – полидисперсные. Твердые частицы дисперсионного аэрозоля имеют неправильную форму. В конденсационных аэрозолях твердые частицы состоят из большого количества первичных частиц, имеющих шарообразную или правильную кристаллическую форму. При коагуляции жидких капелек образуются капли с шарообразной или эллипсоидной формой (коагуляция – это объединение мелких частиц в более крупные под влиянием сил сцепления). В случае коагуляции твердых частиц образуются различные агрегаты неправильных форм с сильно развитой поверхностью, иногда их называют кластерами. В атмосфере встречаются как конденсационные, так и дисперсионные аэрозоли.

Аэродисперсная система никогда не бывает устойчивой, поскольку в ней протекают процессы переноса воздушных масс, дисперсионные и конденсационные процессы, возникают вихревые потоки, происходит коагуляция частиц, седиментация под действием силы тяжести, испарение и пр. Вышеизложенное приводит к тому, что аэрозольные измерения носят статистический характер. Достоверность контролируемых параметров аэродисперсной системы тем выше, чем шире спектр размеров анализируемых аэрозольных частиц и больше объем анализируемой пробы. Эти два критерия являются очень важными для аэрозольных (дымовых) пожарных извещателей, они напрямую влияют на помехозащищенность от случайных сигналов, и на время обнаружения пожароопасной ситуации.

В университетской лаборатории в г. Тарту Ю. Э. Кикас, А. А. Мирме, и Х. Ф. Таммет провели исследования естественных фоновых изменений спектров распределения аэрозольных частиц по размеру. Исследования проводили в помещении аэрозольной лаборатории площадью 34 м², высотой потолка 3,5 м, при полном отсутствии каких-либо штатных работ связанных с выделением аэрозолей. В лаборатории постоянно работали 1 – 2 человека, вентиляция естественная, время года – сентябрь и октябрь, когда нет интенсивного вноса в помещение атмосферных аэрозолей биологического происхождения. В лаборатории и в соседних помещениях не курят. Во время проведения работ было несколько нештатных ситуаций, которые были обработаны отдельно. Измерения выполнялись электрическим спектрометром аэрозолей УТ-8012 и обрабатывались на ЭВМ. Период снятия спектров распределения частиц по размеру 4 – 5 мин.

На основании этих исследований получены результаты, представленные в табл. 1, 2, 3 и на рис. 3 и 4. Эти исследования показали, что в воздушной среде постоянно присутствуют мельчайшие аэрозольные частицы, диапазон размеров которых лежит в интервале от 0,01 мкм и менее. В одном литре чистой и прозрачной для не вооруженного глаза атмосферы может находиться около 2-х миллионов аэрозольных частиц (табл. 1). Естественные изменения фоновых фракционных концентраций незначительны (табл. 3, рис. 1).

Таблица 1.

Распределение аэрозольных частиц по 8 фракциям в диапазоне от 0,01 мкм до 1 мкм, содержащихся в одном кубическом дециметре

Номер фракции	1	2	3	4	5	6	7	8
Средний диаметр, мкм	0,0133	0,0237	0,0422	0,075	0,133	0,237	0,422	0,75
Среднее число частиц, дм ³	556000	556000	450000	262000	148000	60000	12000	2000
Доля в общем объеме, %	27%	27%	22%	12,8%	7,2%	2,9%	0,58%	0,1%

Таблица 2.

Собственные колебания фоновых фракционных концентраций при отсутствии источников, выделяющих аэрозоль (значения пронормированы по n8 сред.)

Номер фракции	1	2	3	4	5	6	7	8
Nimin/N8 ср.	139	168	136	95	59	17	2	0,26
Ni ср. /N8 ср.	278	278	225	131	74	30	6	1
Nimax/N8 ср.	537	377	317	160	103	50	11,2	2,6

Таблица 3.

Собственные колебания фоновых фракционных концентраций в относительных значениях при отсутствии источников выделяющих аэрозоль

Номер фракции	1	2	3	4	5	6	7	8
Nimin/Ni ср.	0,5	0,6	0,6	0,7	0,79	0,57	0,33	0,26
Ni ср. /Ni ср.	1	1	1	1	1	1	1	1
Nimax/Ni ср.	1,93	1,35	1,4	1,21	1,38	1,66	1,86	2,6

При появлении нештатных ситуаций (дым от сигареты, от перегоревшего двигателя, перегревшаяся электрическая плитка) изменения фракционных концентраций начинают проявляться сначала в области высокодисперсных аэрозолей, а потом плавно сдвигаются к фракциям с размерами частиц 1 мкм. Время, за которое волна изменений пройдет через весь диапазон, может составлять десятки минут.

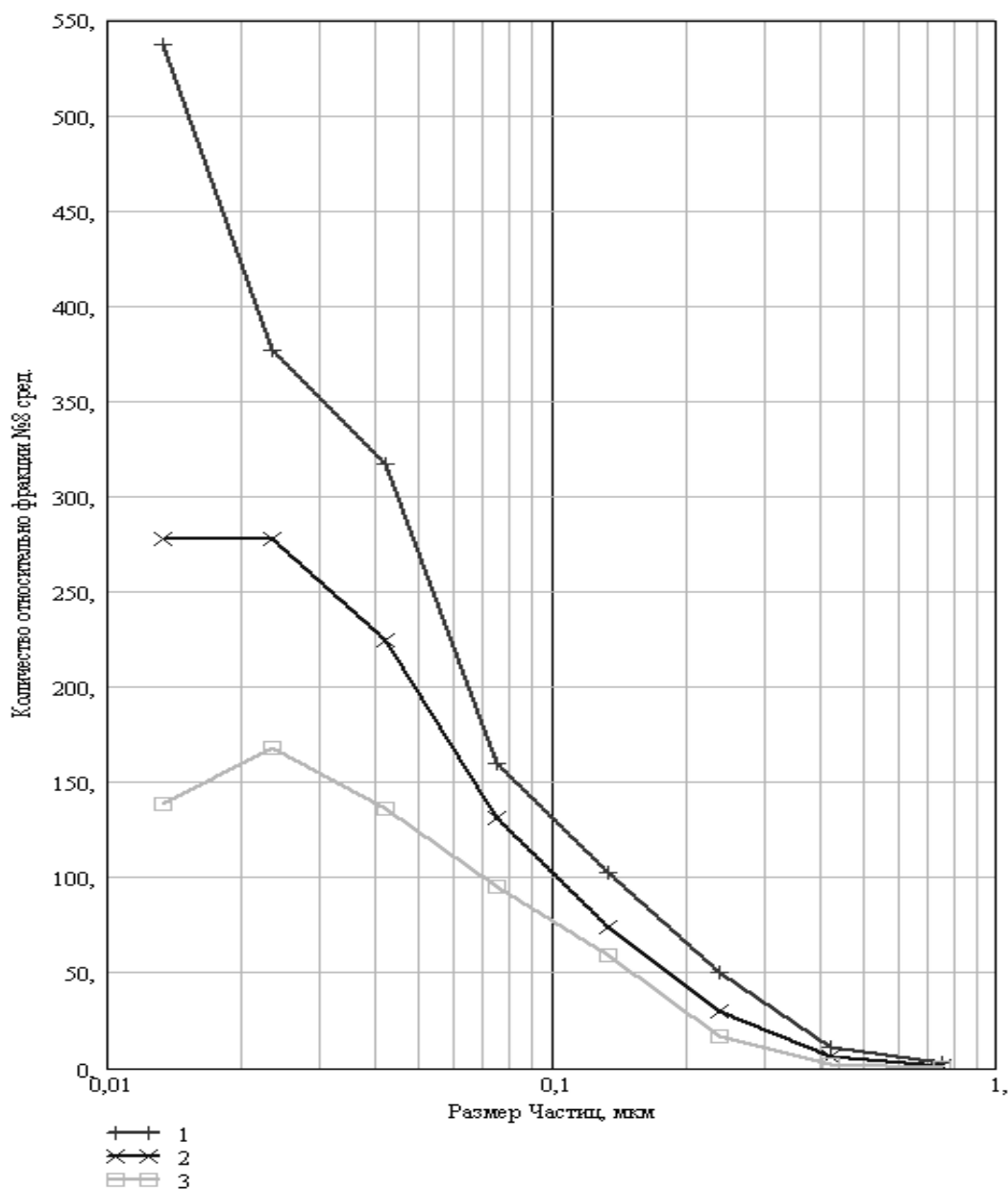


Рис. 3. График собственных колебаний фоновых фракционных концентраций аэрозольных частиц, при отсутствии источников выделяющих аэрозоль

1 – колебания максимальных значений фоновых концентраций, 2 – колебания средних значений фоновых концентраций, 3 – колебания минимальных значений фоновых концентраций

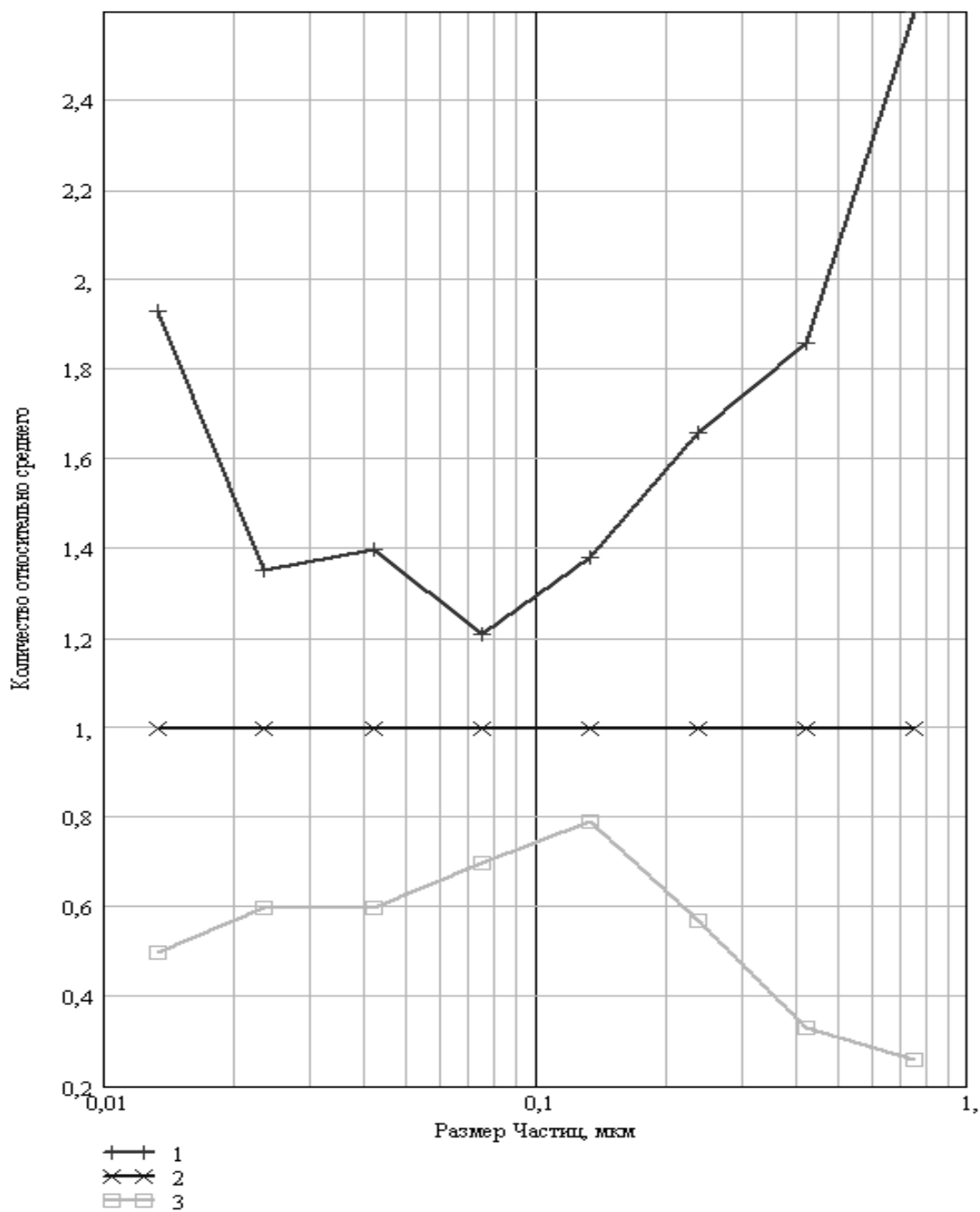


Рис. 4. График собственных колебаний фоновых фракционных концентраций по отношению к Ni сред, при отсутствии источников выделяющих аэрозоль
 1 – колебания максимальных значений фоновых концентраций, 2 – среднее значение фоновых концентраций, 3 – колебания минимальных значений фоновых концентраций

После устранения источника нестандартной ситуации происходит плавное изменение фракционных концентраций связанное с уменьшением числа частиц высокодисперсной части спектра, ростом концентраций в области более крупных частиц, с последующим выпадением их в осадок за счет естественной седиментации и восстановление спектра распределения частиц до исходного состояния, свойственного данному объекту.

Таким образом, аэродисперсная система стремится к восстановлению своего исходного состояния. Время восстановления исходного состояния, после устранения источника выделяющего аэрозоль, может достигать 60-ти мин. [2].

Однако в процессе термоокислительной деструкции материалов появляются как аэрозольные, так и газообразные продукты. Извещатели, реагирующие на аэрозольные продукты термического разложения, более универсальны [3], так как:

- заметное выделение аэрозольных продуктов начинается при 473 град. К, тогда как газообразных при 523 град. К;
- выход аэрозолей в 2 – 5 раз превышает выход газообразных продуктов по массе на ранней стадии (до воспламенения) термоокислительной деструкции;
- химический состав аэрозолей не влияет на работу аэрозольных (дымовых) пожарных извещателей.

Следовательно, для раннего обнаружения нештатной или пожароопасной ситуации, необходимо применять аэрозольные (дымовые) пожарные извещатели с повышенной чувствительностью к высокодисперсной (менее 0,1 мкм) части спектра распределения частиц по размеру. Это позволит сократить время обнаружения потенциального очага возникновения пожара дымовыми пожарными извещателями как минимум на 10 мин.

Библиографический список

1. Fire detection for fire safety proceedings of a symposium: March 31 and April 1. 1975. National academy of sciences. Washington U.S. 1977.
2. Алексеев В.А. и др. – «Пожарное дело», №3, 1981, с. 21-22.
3. Шаровар Ф.И. – В сб.: «Пожарная охрана», т.2. М., ВИНТИ, 1977, с. 40-73.

УДК 004.932.2

Т. Г. Тютина

магистрант кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

Н. А. Обухова

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРИКЛАДНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Методы цифровой обработки изображений широко применяются в различных областях, в частности, и в дерматологии для диагностики меланомы.

Меланома – самая агрессивная из всех известных злокачественных опухолей кожи, но если ее распознать на ранней стадии, то высока вероятность благоприятного исхода. Диагностика меланомы является сложной задачей, даже опытные дерматологи сталкиваются с трудностями при дифференцировании ее от других пигментных поражений кожи, которые являются доброкачественными. Вероятность правильного обнаружения при клиническом визуальном исследовании составляет около 0,65. Эта проблема обуславливает необходимость реализации диагностики с помощью автоматизированных систем, как для выявления меланомы, так и для оказания помощи врачу на различных этапах анализа при постановке диагноза [1].

Алгоритм цифровой обработки изображений меланомы включает в себя несколько этапов:

- предварительная обработка изображения, являющаяся важным этапом, так как от нее зависит весь анализ изображения. Она необходима для улучшения качества изображения, чтобы в дальнейшем можно было правильно выделить область поражения и проводить ее анализ. Предобработка, как правило, включает в себя повышение отношения сигнал шум, устранение неоднородностей фона, удаление артефактов и волос;
- сегментация изображения – процесс группировки пикселей изображения в однородные области с учетом определенных особенностей. Целью сегментации изображения в данном случае является отделение поражения от здоровой кожи;

- выделение необходимых признаков и классификация изображений.

В данной статье рассмотрены основные задачи предобработки при цифровом анализе изображений меланомы и методы их решения.

Для изображений меланомы основной задачей предобработки является удаление артефактов и волос, так как они больше всего влияют на дальнейшую обработку.

Маленькие структуры, например тонкие волосы или пузырьки воздуха, можно воспринимать как импульсный шум, тогда он может быть уменьшен с помощью медианной фильтрации.

Применять медианную фильтрацию можно только в случае, если на изображении нет мест, густо покрытых волосами, иначе медианный фильтр может увеличить количество ненужных пикселей [1].

Для удаления густых волос был предложен метод, основанный на методе под названием *DullRazor* [4]. Метод заключается в выявлении пикселей, относящихся к волосам, и замене их близлежащими пикселями.

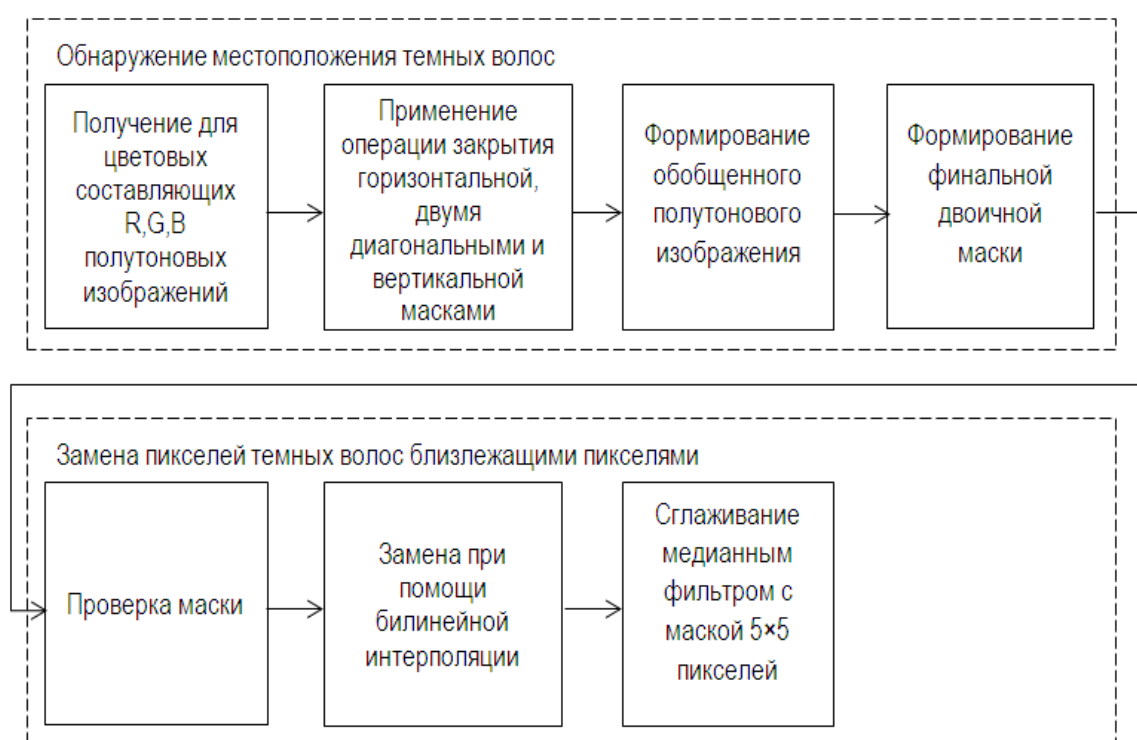


Рис. 1. Структурная схема модифицированного метода *DullRazor*

Для обнаружения местоположения темных волос применяется морфологическая операция закрытия для полутоновых изображений, полученных для трех цветных составляющих (R, G, B). Операция закрытия выполняется несколькими масками: горизонтальной (0°), двумя диагональными (45° , 135°) и вертикальной (90°). Обобщенное полутоновое изображение G_k формируют по максимальной реакции от операции закрытия по трем указанным направлениям. Двоичная маска для определения волос формируется путем бинаризации абсолютной разности оригинального полутонового изображения и полученного обобщенного изображения G_k . Бинарную маску получают для трех цветных составляющих, а финальная маска - это их объединение, она используется, как руководство по замене пикселей на исходном изображении. Перед заменой каждый пиксель маски проверяется, чтобы удостовериться, что он принадлежит тонкой и длинной структуре, т.е. волосу, иначе он является шумом. Для этого, из каждого пикселя маски проводятся линии по восьми направлениям (вверх, вниз, вправо, влево и по четырем диагоналям) до тех пор, пока линия не достигнет области, не принадлежащей волосу. В итоге, получаются 4 отрезка, пересекающиеся в данном пикселе, самый длинный отрезок должен быть более 50 пикселей, а остальные менее 10 пикселей, иначе пиксель считается шумом. После проверки,

каждый пиксель исходного изображения, принадлежащий волосу, заменяется, при помощи билинейной интерполяции, ближайшими пикселями, не принадлежащими волосам, вдоль самого короткого отрезка и отрезка перпендикулярного самому длинному. Из-за неточности замены, могут возникать тонкие линии на границе волоса, поэтому в конце производится сглаживание медианным фильтром с маской 5×5. Ниже представлена структурная схема алгоритма.

Тестирование метода было проведено на базе изображений фирмы *La Roche-Posay (laboratoire pharmaceutique)*, которая включает 118 изображений новообразований. На рис. 2 представлен результат обработки изображения описанным методом.

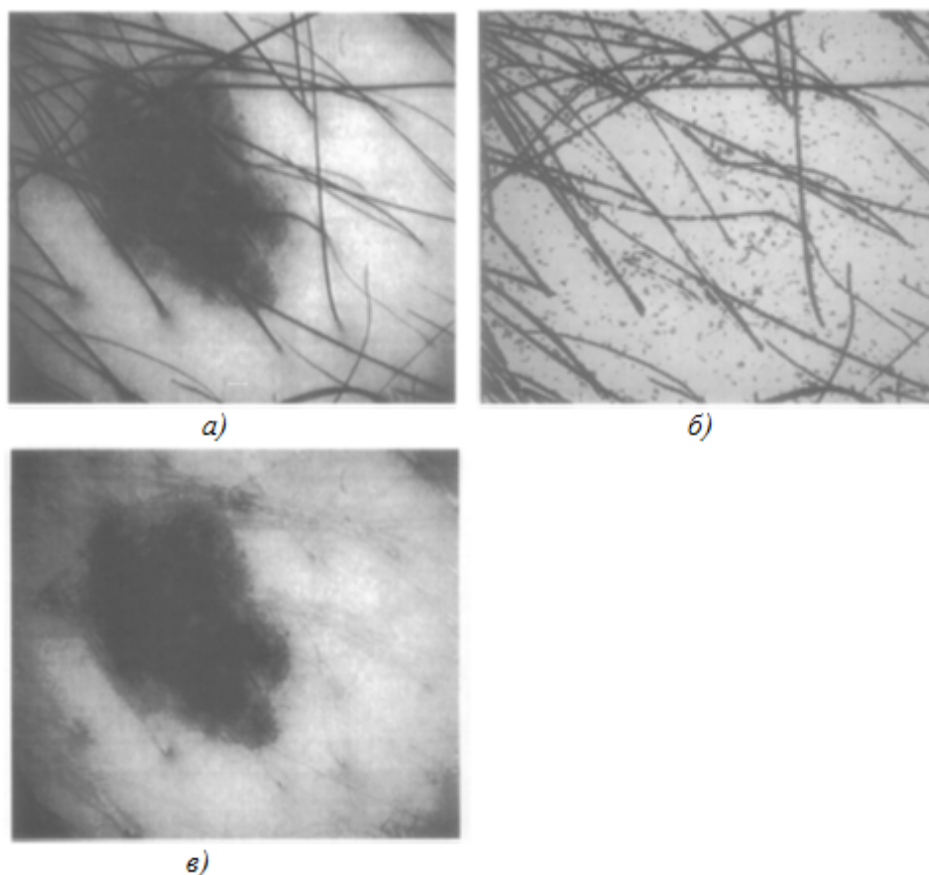


Рис. 2. Результат обработки изображения модифицированным методом *DullRazor*
 а) исходное изображение, б) бинарная маска для волос, в) полученное изображение

Присутствие на изображении артефактов и волос сильно влияет на сегментацию изображения, от которой зависит последующий анализ и постановка диагноза, поэтому предварительная обработка является необходимым и важным этапом цифровой обработки изображений меланомы. Рассмотренные в данной статье методы помогают удалить имеющиеся на изображении артефакты и волосы и подготовить изображение к сегментации и дальнейшей обработке.

Библиографический список

1. Zagrouba E., Barhoumi W. A Preliminary Approach for the Automated Recognition of Malignant Melanoma// *Image Anal Stereol*, 2004, 23, 121-135.
2. Robert H. Johr. Dermoscopy: «Alternative Melanocytic Algorithms—The ABCD Rule of Dermatoscopy, Menzies Scoring Method, and 7-Point Checklist, *Clinics in Dermatology*», 2002, 240-247.
3. Argenziano G., Fabbrocini G., Carli P. et al. Epiluminescence microscopy for the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions. Comparison of the ABCD rule of dermatoscopy and a new 7-point checklist based on pattern analysis// *Arch Dermatol*, 1998, 13, 1563-1570.
4. Lee T., Ng V., Gallagher R. *Dullrazor: A software approach to hair removal from images*// Elsevier Science, 1997, 533-543.

УДК 62-783.2

А. И. Шварцман

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения

П. А. Хабаров

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СБОРА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

За последние 10 лет в России произошло несколько крупных техногенных катастроф, связанных с конструкционной безопасностью зданий и сооружений. Самые трагические из них – обрушение кровли в аквапарке «Трансвааль-парк» в Москве 14 февраля 2004 г., 23 февраля 2006 г. обрушение кровли Басманного рынка в Москве и авария, произошедшая 17 августа 2009 г. на Саяно-Шушенской ГЭС, повлекшая за собой разрушение одной из турбин ГЭС. В результате только этих трех катастроф погибло более 150 человек, сотни человек были ранены, оборудованию и помещениям нанесен серьезный ущерб. Одной из основных причин аварий [1, 2], по оценкам экспертов, является то, что должным образом не был организован постоянный контроль технического состояния оборудования оперативно-ремонтным персоналом.

Исходя из этих трагических событий, можно сделать вывод о том, что отсутствие или несвоевременное получение информации о возникновении аварийного состояния промышленного объекта не позволяет в должной мере обеспечить его безопасность.

С целью обеспечения безопасности промышленных объектов целесообразно строить комплексные системы мониторинга различных параметров объектов и среды [3]. Посредством подобной системы можно осуществлять комплексный мониторинг состояния объектов (контроль конструкционной и газовой безопасности) и принимать адекватные внешней обстановке решения и действия. Такая система конструкционной безопасности была разработана на Санкт-Петербургском предприятии ОАО «Авангард» [4].

Иерархия построения системы показана на рис. 1. Система подразумевает создание ситуационного центра, в который будет поступать информация от координаторов беспроводной сети (СМД-КМ). Всего в состав системы может входить до 10 координаторов. Каждый СМД-КМ обеспечивает возможность создания беспроводной сети, включающей в себя до 100 различных датчиков.

При необходимости в установке системы мониторинга сначала рассматривается строительная документация аварийного объекта. Размещение датчиков производится на схеме объекта в зависимости от характера распределения деформаций при воздействии нагрузки на критически напряженных элементах конструкции здания или сооружения и эмпирических данных о напряженно-деформированном состоянии элементов конструкции. Исходя из схемы размещения датчиков выбирается топология и технология построения сенсорной сети объекта с целью построения системы мониторинга напряженно-деформированного состояния здания или сооружения [4].

В состав системы могут входить 8 различных датчиков. Наиболее перспективными по своим характеристикам и часто используемыми являются индукционный датчик линейных перемещений (СМД-ДП-2) (рис. 2,а) и датчик угла наклона (ИУН2-1) (рис. 2,б). Датчик линейных перемещений обеспечивает точность измерений 0,5% в диапазонах перемещений: ± 20.0 мм (или от 0 до 40 мм) с разрешающей способностью 40 мкм. Линейность датчика составляет 1.0 %, потребляемая мощность 1 Вт. Датчик угла наклона имеет диапазон измеряемого угла наклона ± 15 град. при погрешности не более ± 30 сек. Потребляемая мощность – 0.4 Вт.

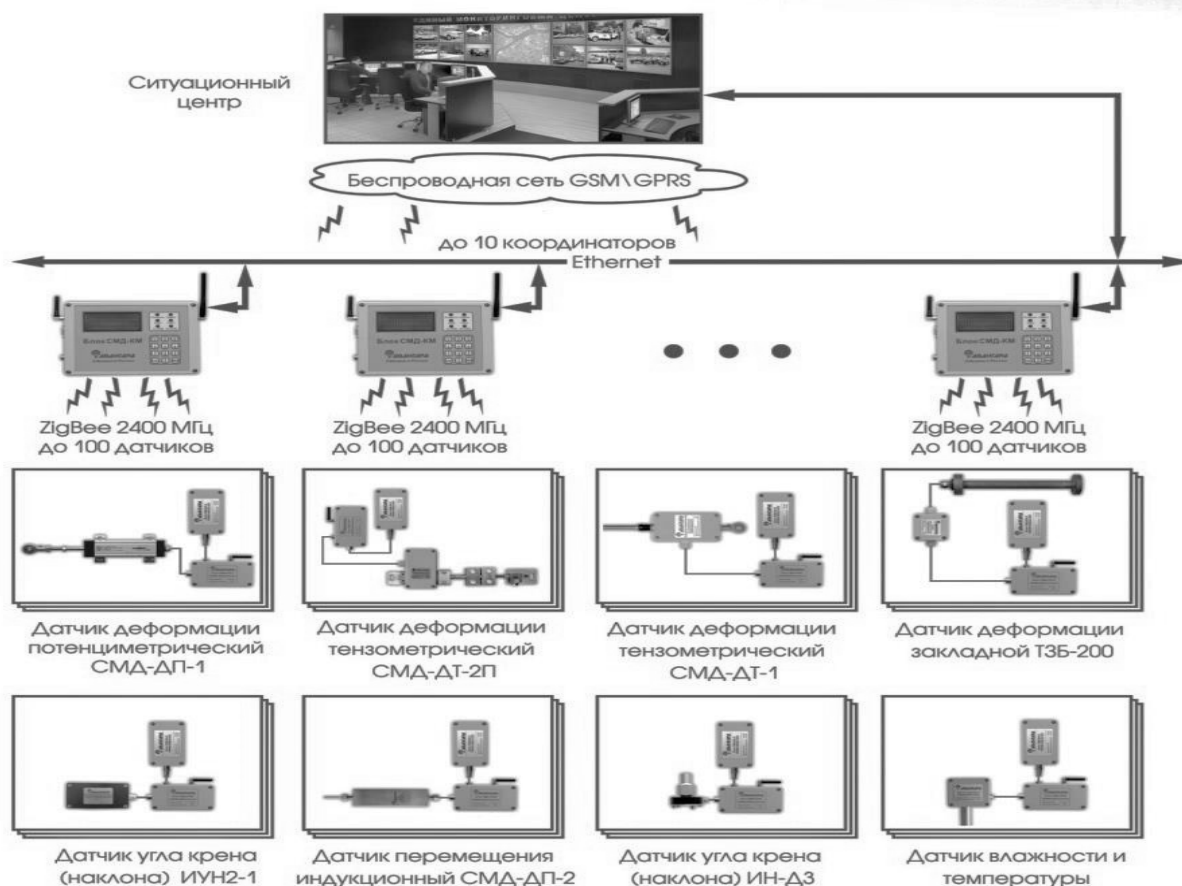


Рис. 1. Архитектура системы мониторинга конструкционной безопасности



а) Датчик линейного перемещения и датчик угла наклона б)

Связь датчиков с координатором сети обеспечивается с помощью устройства преобразования и передачи информации (УППИ) СМД-УППИ (рис. 3). УППИ выполнено в виде автономного радиочастотного модуля с автономным питанием от аккумуляторных батарей. Заряда аккумулятора хватает на 5 – 9 месяцев использования в зависимости от заданной частоты опроса датчика. В устройстве используются маломощные радиочастотные приемопередатчики стандарта IEEE 802.15.4 не лицензируемого диапазона 2,4 ГГц производства компании Texas Instruments (TI). Стек протокола ZigBee [5] программно реализован на базе микроконтроллера серии MSP430. В зависимости от выходного сигнала датчика реализована возможность подключения датчиков как по аналоговому интерфейсу, так и по интерфейсу RS-485.



Рис. 3. Блок УППИ

Блоки УППИ передают информацию короткими сеансами связи после опроса координатором беспроводной сенсорной сети СМД-КМ (рис. 4). Остальное время УППИ и координатор находятся в «спящем режиме» для энергосбережения. Координатор сохраняет информацию в своей памяти и обменивается информацией по интерфейсу USB или через встроенный GSM модем с ПЭВМ (ноутбуком), на которой установлено специальное программное обеспечение (ПО). В случае возникновения аварийной ситуации СМД-КМ способен осуществлять отправку тревожных сообщений по SMS и электронной почте.



Рис. 4. Архитектура системы мониторинга конструкционной безопасности

Всю систему мониторинга конструкционной безопасности можно разделить на три подсистемы [4]:

I уровень. Телеметрическая подсистема.

На I уровне иерархии располагается беспроводная сеть датчиков деформации. На этом уровне осуществляется преобразование значений деформации в соответствующие им электрические сигналы, формируются сообщения от датчиков, проводится опрос сети датчиков координатором сети, результаты опроса передаются координатором (выполняющим и роль шлюза) на верхний уровень системы мониторинга напряженно-деформированного состояния.

II уровень. Телекоммуникационная подсистема.

На II уровне находится телекоммуникационная подсистема, которая осуществляет передачу (транспорт) информации с уровня I на уровень III. Для создания телекоммуникационной подсистемы

стемы используются ресурсы эксплуатируемых сетей связи различного назначения (проводных, оптических, беспроводных), построенных на базе технологии IP.

III уровень. Информационная подсистема.

На III уровне располагается автоматизированная информационная система (центральный сервер системы с базой данных (БД) и автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов системы со специализированным программным обеспечением (ПО).

После получения оператором данных от СМД-КМ в специализированном программном обеспечении строится модель напряженно-деформированного состояния здания (рис. 5), которая основывается на результатах обработки и корреляционного анализа данных мониторинга. Построенная модель позволяет произвести детальный анализ напряженно-деформированного состояния здания или сооружения по полям перемещений и напряжений, по эпюрам усилий и прогибов, по мозаикам разрушения элементов, по главным и эквивалентным напряжениям, по форме потери устойчивости и по многим другим параметрам.

Задачи программы обработки и корреляционного анализа данных мониторинга:

- сравнение полученных данных измерений деформации с проектными (расчетными) допустимыми эксплуатационными параметрами строительного объекта;
- обработка накопленных в БД системы данных о напряженно-деформированном состоянии элементов строительных конструкций зданий и сооружений с учетом конструктивных особенностей объекта;
- оперативное выявление элементов конструкций зданий и сооружений, изменивших свое напряженно-деформированное состояние;
- автоматизированный контроль выхода значений напряженно-деформированного состояния элементов строительной конструкции и здания, в целом, за допустимые пределы;
- прогнозирование дальнейшего развития возникшей критической ситуации в части конструкционной безопасности здания или сооружения;
- предотвращение техногенной катастрофы вследствие выхода значений напряженно-деформированного состояния элементов строительной конструкции здания, в целом, за критические пределы, приводящего к разрушению строительного объекта.

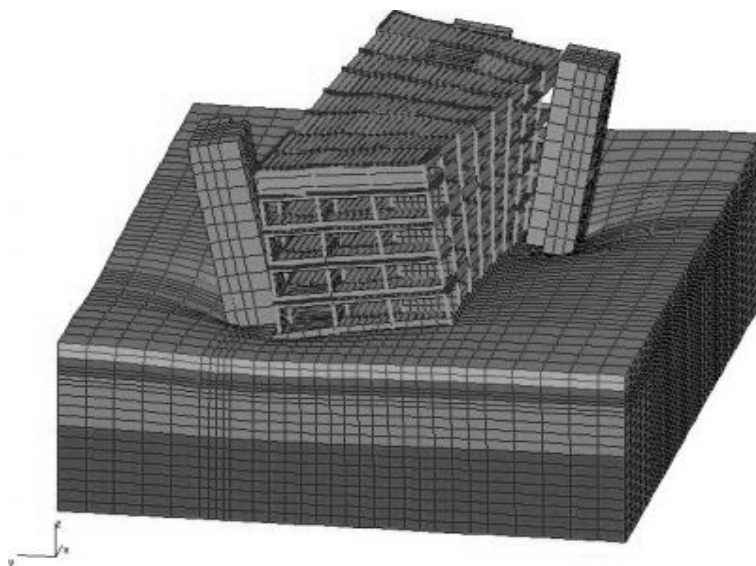


Рис. 5. Построенная с помощью специализированного ПО 3D модель контролируемого здания

В заключение необходимо отметить тот факт, что разработанная на предприятии ОАО «Авангард» система мониторинга конструкционной безопасности является уникальной разработкой, не имеющей аналогов в России [3]. И, возможно, если бы эта система была разработана на несколько лет раньше, а строительные компании и бизнесмены установили ее на своих объектах, спасатель-

ной технике не пришлось бы разгребать завалы аквапарка или рынка в отчаянных попытках найти выживших людей.

Хочется надеяться, что в будущем эта система поможет спасти хотя бы одну человеческую жизнь, которая, как известно, бесценна. А это означает, что труд инженеров-разработчиков был не напрасен.

Библиографический список

1. Названа главная причина обрушения "Трансвааль-парка" // статья РИА «Новости», 2004.
2. Итоги расследования аварии на Саяно-Шушенской ГЭС // статья РИА «Новости», 2009.
3. Михайлов А.Н. Интегрированные системы безопасности строительных объектов и сооружений. – Электроника: НТБ, 2008, Спецвыпуск, с. 92–94.
4. Михайлов А.Н., Молев Ф.В., Балашов А.В. Беспроводная система конструкционной безопасности. – Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и студентов магистерской подготовки ОАО «Авангард». Выпуск 4. ОАО «Авангард», СПб. 2011, с. 182-194.
5. Пушкарев О. ZigBee-модули XBee: вопросы практического применения // Беспроводные технологии, Выпуск 3, 2009, с. 18-21.

УДК620.178.4/6

К. В. Шилов

магистрант кафедры микро- и нанотехнологий в аэрокосмическом приборостроении

А. П. Тимохин

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

МЕТОДЫ ЗАМЕНЫ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ В ЦЕЛОМ ИСПЫТАНИЯМИ ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЛИ ОБРАЗЦА

Рассмотрим роль испытаний в процессе проектирования изделий. На начальном этапе проектирования одновременно с теоретическими расчетами проводятся разнообразные экспериментальные исследования и испытания. Все эти испытания, несмотря на свой разнородный характер, неразрывно связаны с процессом проектирования, так как направлены на достижение единой цели, заключающейся в улучшении характеристик проектируемого изделия. Испытания не являются каким-то изолированным процессом, а неразрывно связаны с процессом проектирования и представляют одну из неотъемлемых и важнейших его фаз. При этом по мере повышения требований к тактическим характеристикам изделий роль испытаний в процессе проектирования становится все более значительной. Известно, что при разработке современных ракет-носителей примерно до 40% всех возникающих в процессе проектирования проблем решается при помощи испытаний. Это приводит к тому, что стоимость испытаний по отношению ко всем затратам на проектирование и изготовление систем неуклонно возрастает.

Приведенные данные наглядно свидетельствуют о том, что одним из основных факторов, определяющим стоимость и, что самое главное, сроки разработки проектируемых изделий РКТ, являются испытания. Поэтому задача сокращения сроков разработки и стоимости проектируемых изделий РКТ нередко сводится к задаче оптимального планирования испытаний, т. е. к задаче определения оптимального объема, содержания и последовательности испытаний.

Так как процесс испытаний органически связан с процессом проектирования, то естественно для процесса испытаний принять ту же декомпозицию, что и для самого проектируемого изделия РКТ. В этом случае комплексная программа экспериментальной отработки ракетно-космической техники иерархически разделяется на частные программы соответственно подсистем, блоков и модулей.

Говоря о методах замены нужно отметить, что замена испытаний аппаратуры испытаниями составных частей, фрагментов или испытаниями макетов может осуществляться при условии обес-

печения конструктивного и технологического подобия макета и реальной аппаратуры. Такая замена достаточно широко рекомендуется НД и нашла применение в практике испытаний. Примерами такой замены являются:

- испытание изделия в целом на воздействие плесневых грибов, солнечного излучения (при определении фотохимического воздействия) и соляного (морского) тумана допускается заменять испытаниями комплектованных изделий и материалов, стойкость которых к воздействию этих факторов неизвестна;
- в технически обоснованных случаях испытаниям на герметичность, водозащищенность, воздействие дождя, песка и пыли допускается подвергать конструктивные элементы аппаратуры, обеспечивающие ее защищенность от указанных факторов.

Допускается ряд испытаний аппаратуры на конкретный вид воздействия не проводить, отнеся их к испытаниям в составе образца. К таким испытаниям можно отнести испытания аппаратуры на воздействие акустического шума и на воздействие широкополосной случайной вибрации.

Допускается использовать расчетно-экспериментальные методы для оценки показателей стойкости аппаратуры, основанные на испытании критичных узлов (блоков или материалов) на воздействие ударов и вибрации.

В качестве примера рассмотрим изделие №1, включающее в себя некоторое количество стоек, которые являются типовыми и аналогичными стойке, входящей в состав другого изделия №2, успешно выдержавшего испытания на воздействие механических факторов ранее. Конструкции стоек основаны на одинаковых решениях, разработанных для типовых элементов замены (ТЭЗ) для стоек. Стойки предусматривают трехуровневую схему компоновки аппаратуры – модуль – блочный каркас – стойка. Конструкции блочных каркасов основаны на одинаковых решениях, разработанных для типовых элементов замены (ТЭЗ). Установка и крепление блочных каркасов в стойках одинаковы.

Вариант 1. Модули представляют собой многослойную печатную плату с кондуктивным отводом тепла. Построены с применением унифицированной отечественной элементной базы, используемой для построения изделий, и имеют идентичные схемотехнические и конструктивно-технологические решения. Приборы выполнены в виде функционально законченных изделий в двух модификациях (прибор с 10 местами для установки модулей и прибор с 4 местами для установки модулей).

Все стойки выполнены в едином конструктиве. Каркас стойки выполнен в виде стеллажа, имеющего правую и левую боковые стенки. Стенки соединены между собой швеллерами, на которые, с помощью специальных направляющих, устанавливаются и крепятся приборы. В верхней части стойки устанавливается коробка распределительная, которая сверху стойки закрывается крышкой с невыпадающими винтами. Спереди стойка закрывается декоративной дверью.

ГОСТ РВ 20.39.301-98 допускает производить оценку стойкости аппаратуры по результатам испытаний и опыта эксплуатации ее конструктивно-технологических аналогов.

Прибор №1, имеющий 10 мест для установки модулей, выбирается в качестве типового представителя приборов, а прибор №2, с 4 местами для установки модулей, выбирается в качестве типового представителя приборного ряда.

Стойка №1, укомплектованная приборами, выбирается в качестве типового представителя стоек.

Проводятся механические испытания приборов №1 и №2, как типовых представителей, штатно укомплектованных модулями, а также стойка №1 на наиболее жесткие воздействия, заданные в ТТЗ.

Вариант 2. Аппаратура изделия №2 успешно выдержала испытания на стойкость при воздействии механических внешних воздействующих факторов (ВВФ).

Отсюда следует, что составные части, компоновочное решение изделия №1 являются конструктивно-технологическими аналогами более раннего изделия. Способность аппаратуры противостоять воздействию механическим факторам и выполнение требований ТЗ по стойкости к ВВФ

подтверждаются положительными результатами испытаний ее конструктивно-технологических аналогов изделия №2.

ГОСТ РВ 20.39.301-98 допускает производить оценку стойкости аппаратуры на основе результатов испытаний и опыта эксплуатации ее конструктивно-технологических аналогов.

Рассмотренные примеры показывают, что применение методов оптимизации испытаний на этапах разработки и производства в виде метода замены испытаний аппаратуры в целом испытаниями ее составных частей или конструктивно-технологических аналогов может существенно снизить временные, трудовые и экономические затраты на выпуск изделия.

Библиографический список

1. РД В 319.02.25-2000. Методы оптимизации испытаний на этапах разработки и производства.
2. Мельников И. В. Роль испытаний в оптимизации процесса проектирования изделий ракетно-космической техники [Текст] / И. В. Мельников // Молодой ученый. — 2011. — №2. Т.1. — С. 38-41.
3. ГОСТ РВ 20.57.305-98. Комплексные системы контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и их оборудование военного назначения. Методы испытаний на воздействие механических факторов.

УДК 62-1

Д. Д. Яндо

студент кафедры аэрокосмических приборов и измерительно-вычислительных комплексов

В. Л. Якимов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

Реле – электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрических цепей при заданных изменениях электрических или не электрических входных величин.

Релейные элементы находят широкое применение в схемах управления и автоматики, так как с их помощью можно управлять большими мощностями на выходе при малых по мощности входных сигналах; выполнять логические операции; создавать многофункциональные релейные устройства; осуществлять коммутацию электрических цепей; фиксировать отклонения контролируемого параметра от заданного уровня; выполнять функции запоминающего элемента и т. д.

Наиболее широкое применение в схемах автоматики и системах защиты электроустановок получили электромагнитные реле, благодаря своей высокой надежности и простоте принципа действия. У электромагнитного реле имеется ряд преимуществ, недоступных полупроводниковым конкурентам.

Как правило, электромагнитные реле применяются при коммутации нагрузок при переменном токе с напряжением 220 В или при постоянном токе в диапазоне напряжений 5 – 24В и токами коммутации 10 – 16 А. Стандартными нагрузками для мощных реле являются лампы накаливания, нагреватели, обогреватели, электромагниты, маломощные электродвигатели (к примеру, сервоприводы и вентиляторы), иные активные, индуктивные и емкостные потребители электрической энергии с диапазоном мощностей 1 Вт – 3 кВт.

Рабочее напряжение и сила тока в катушке реле не должны превышать предельно допустимых значений, поскольку уменьшение этих значений значительно снизит надежность контактирования, а их увеличение приведет к перегреву катушки, тем самым снизив надежность реле при предельно допустимых значениях положительной температуры. Крайне нежелательно даже кратковременное воздействие повышенного напряжения, поскольку при этом возникают в деталях магнитопровода и в контактных группах механические перенапряжения, а электрическое перенапряжение обмотки катушки может привести к пробое изоляции во время размыкания цепи.

Во время выбора режима работы реле стоит учитывать характер воздействующих нагрузок, род и значение коммутируемого тока, частоту коммутации.

Во время коммутации индуктивных и активных нагрузок самым тяжелым является процесс размыкания цепи, поскольку образующийся дуговой разряд становится причиной основного износа контактов.

Электрическая износостойкость – ключевой фактор, способствующий улучшению надежности, и этот фактор зависит от типа коммутируемой нагрузки. При больших нагрузках (более 1 А, коммутация силовых цепей, например, тормоз, лампа, нагреватель), электрическая износостойкость в основном зависит от материала контактов и мощности магнитной катушки. Материалы контактов имеют особые физические характеристики, как например:

- PGS-сплав (платина, золото, серебро) обладает превосходной коррозионной стойкостью. Обычно используется при очень малых токах. Состав сплава Au:Ag:Pt = 69:25:6;
- AgPd – хорошая стойкость к коррозии и сульфидизации. Однако при использовании в «сухих» схемах металл может становиться липким из-за полимеров, образующихся при абсорбции органических газовФ;
- Ag обладает лучшей электро- и теплопроводностью из всех металлов. Сопротивление контактов очень мало, но при использовании в среде с сульфидирующими газами образуется сульфидная пленка. При низком напряжении и низких токах легко возникает дефект контакта;
- AgCdO (серебро, окись кадмия) – хорошая проводимость и низкое сопротивление благодаря серебру, и в то же время отличной стойкостью к сплавлению контактов вместе. При использовании в среде с сульфидирующими газами возможно образование сульфидной пленки;
- AgNi обладает такой же электропроводностью, как и серебро, и высоким сопротивлением к дугообразованию;
- AgInSn – высокая прочность и температура плавления в совокупности с превосходным сопротивлением к дугообразованию. Хорошая стойкость к сплавлению контактов и образованию пленки, но электрическое сопротивление и износ контактов высоки.

В основном для контактов используется серебро или сплав серебра.

В случаях, когда существует вероятность приваривания контактов, катушка с улучшенными эксплуатационными характеристиками помогает этого избежать благодаря комбинации магнитных и пружинных усилий.

При малых нагрузках электрическая износостойкость определяется тем, как долго сохраняется низкое сопротивление контактов реле. Главными факторами, определяющими это сопротивление, являются сжатие, площадь контактов и состояние контактной поверхности. Основополагающая идея состоит в использовании контактов с золотым покрытием. Такой подход позволяет снизить сопротивление контактов и избежать коррозии, в частности – окисления контактов. Однако исходное состояние контактов ухудшается после множества коммутаций, а также в результате загрязнения поверхности. Сохранить хорошую электропроводность в течение всего срока службы реле можно благодаря использованию контактов особой формы.

Ожидается, что в будущем появятся микромашинные реле – такие же механические реле с катушкой и механическими контактами, но изготовленные по MEMS-технологии. Естественно, такая продвинутая конструкция увеличит как надежность, так и функциональность реле.

Библиографический список

1. ИНТЕРЛАВКА [Электронный ресурс] URL:<http://www.interlavka.narod.ru/stats03/rele.htm>
2. engineerlive [Электронный ресурс] URL:<http://www.engineerlive.com/content/16652>
3. DETALTOG [Электронный ресурс] http://deltorg.ru/blog/radiodetali/dragocennye_kontakty.html

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

УДК 629.735.33

В. А. Алексеев

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

В. И. Сеньченков

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

МОДЕЛИ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Для построения моделей контроля функционирования технических объектов широко применяются методы параметрического статистического анализа. Одним из его направлений является регрессионный анализ, который позволяет определять многофакторные стохастические зависимости между выходными параметрами y_j ($j = \overline{1, n}$) технического объекта и параметрами u_k ($k = \overline{1, h}$), характеризующими внешние воздействия на данный объект [1]:

$$y_j = f(u_1, u_2, \dots, u_h). \quad (1)$$

Выходные параметры объекта представляют собой его эксплуатационные характеристики, и на основании этих характеристик можно судить о техническом состоянии объекта. Поэтому выходные параметры могут применяться для контроля за техническим состоянием объекта, если для состояния правильного функционирования объекта зависимости вида (1) известны и заданы в форме регрессионных уравнений [2].

Исходными данными для получения зависимостей (1), т.е. уравнений регрессии, являются массивы экспериментальных данных о состоянии правильного функционирования объекта, содержащие ряд значений выходных параметров и параметров, характеризующих внешние воздействия на объект. При этом наибольшее практическое применение для построения данных уравнений получил метод наименьших квадратов, который обеспечивает минимизацию суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений выходных параметров от функции регрессии [3]. Также для построения регрессионных уравнений применяется метод наименьших модулей. В данной работе вычисления будут производиться при помощи метода наименьших квадратов, поэтому его задачу можно описать следующим образом. Пусть требуется построить регрессионную зависимость переменной y от переменных u_1, u_2, \dots, u_n . Тогда реализация метода наименьших квадратов производится в соответствии с условием

$$V = \min \left\{ \sum_{i=1}^n (y_i - f(u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}))^2 \right\}, \quad (2)$$

где $y_i, u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}$ – экспериментальные значения переменных в i -м опыте; n – количество опытов в эксперименте.

Таким образом, выражение (2) – есть условие минимума суммы квадратов отклонений экспериментальных значений зависимой переменной относительно теоретических (найденных из уравнения регрессии) [1].

В рамках проводимой научной работы исследовались количественные закономерности функционирования такого технического объекта, как дизель-генератор в составе системы резервного электроснабжения. Основной целью исследования являлся поиск такой модели уравнения регрессии, которая наилучшим образом отображала бы зависимость между выходными параметрами дизель-генератора и параметрами, характеризующими внешние воздействия на него. Функциональная схема системы резервного электроснабжения приведена ниже (рис. 1). Дизель-генератор является частью этой системы, но при этом, по причине своей структурной сложности, сам по себе является системой, состоящей из функциональных элементов. На рис. 1 дизель-генератор представлен как система, состоящая из регулятора частоты вращения вала дизель-генератора, турбопоршневого двигателя, синхронизатора, генератора и генераторного автомата.

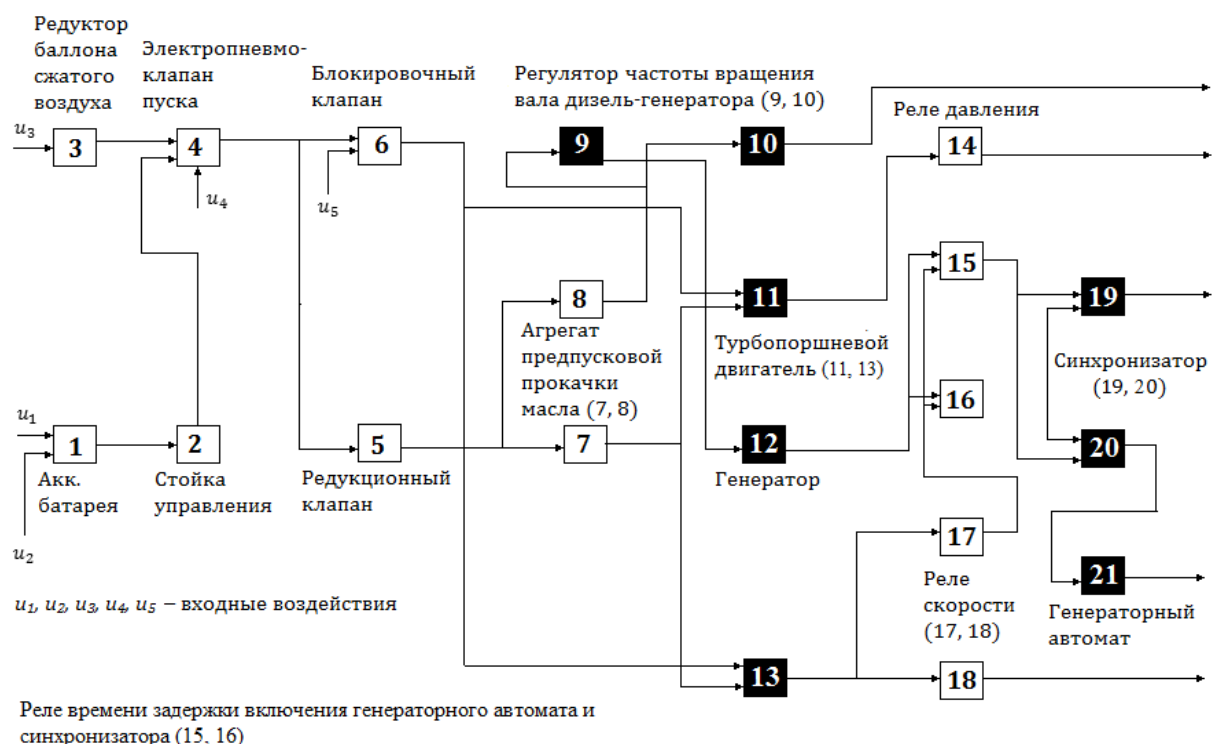


Рис. 1. Функциональная схема системы резервного электроснабжения в режиме пуска при исчезновении напряжения сети. Элементы, выделенные темным цветом, образуют дизель-генератор

В результате исследований были построены и исследованы регрессионные зависимости, которые характеризуют причинно-следственные связи между эксплуатационными параметрами (выходными переменными) дизель-генератора и входными воздействиями (входными переменными) на данный объект.

В качестве характеристик, интегрально характеризующих техническое состояние дизель-генератора, рассматриваются такие эксплуатационные параметры как расход топлива y_1 (г/мин) и расход смазочного масла на угар y_2 (г/мин). К входным переменным, имеющим тесную корреляционную взаимосвязь с эксплуатационными параметрами, относятся: выходная мощность на клеммах генератора u_1 (кВт); наработка дизель-генератора u_2 (час); давление атмосферного воздуха u_3 (кПа); температура атмосферного воздуха u_4 (°C).

Регрессионные модели построены на основе обучающей выборки, полученной в ходе заводских ресурсных испытаний системы резервного электроснабжения. Эксперимент (т. е. испытания) состоял из 50 опытов, в ходе которых производились измерения эксплуатационных параметров при

различных сочетаниях входных переменных. Фрагмент результатов эксперимента приведен в табл. 1 [2].

Таблица 1
Фрагмент данных заводских ресурсных испытаний системы резервного электроснабжения

№ п/п	Значения эксплуатационных параметров		Значения входных переменных			
	u_1 (г/мин)	u_2 (г/мин)	u_1 (кВт)	u_2 (час)	u_3 (кПа)	u_4 (°C)
1	1935	52	500	1	102,4	38
2	1917	47	500	250	101,9	25
3	1943	45	500	550	100,3	21
....						
15	1653	40	400	1050	102,1	25
16	1680	42	400	1350	100,8	24
...						
49	684	38	50	2100	101,6	26
50	684	46	50	2500	100,3	18

Задача обработки экспериментальных данных состояла в том, чтобы определить, каким классом функций следует задавать уравнение регрессии (1) в целях более точного описания количественных закономерностей функционирования дизель-генератора. Для этого сравнивались следующие два класса функций, которые в наибольшей степени распространены при моделировании процессов функционирования электромеханических систем:

- линейные полиномиальные

$$y = \tilde{b}_0 + \sum_{k=1}^h \tilde{b}_k u_k ; \quad (3)$$

- экспоненциальные

$$y = e^{\sum_{k=0}^h \tilde{b}_k u_k} . \quad (4)$$

Определение вектора оценок коэффициентов регрессии функции вида (3) в соответствии с методом наименьших квадратов производится на основе следующего матричного соотношения:

$$\tilde{B}_{\langle k+1 \rangle} = (X_{[k+1;n]}^T X_{[n;k+1]})^{-1} X_{[k+1;n]}^T Y_{\langle n \rangle} , \quad (5)$$

а функции вида (4) – на основе соотношения:

$$\tilde{B}_{\langle k+1 \rangle} = (X_{[k+1;n]}^T X_{[n;k+1]})^{-1} X_{[k+1;n]}^T \ln(Y_{\langle n \rangle}) . \quad (6)$$

В выражениях (5) и (6) используются обозначения: $\tilde{B}_{\langle k+1 \rangle}$ – вектор оценок коэффициентов регрессии; $X_{[n;k+1]}$ – матрица значений базисных функций; $Y_{\langle n \rangle}$ – вектор значений эксплуатационных параметров. Учитывая, что уравнения синтезируются на основе массива экспериментальных данных из табл. 1, выражение (5) принимает вид:

$$\tilde{B}_{\langle 5 \rangle} = (X_{[5;50]}^T X_{[50;5]})^{-1} X_{[5;50]}^T Y_{\langle 50 \rangle} , \quad (7)$$

а выражение (6) соответственно принимает вид:

$$\tilde{B}_{\langle 5 \rangle} = (X_{[5;50]}^T X_{[50;5]})^{-1} X_{[5;50]}^T \ln(Y_{\langle 50 \rangle}) . \quad (8)$$

В результате расчетов в соответствии с выражением (7) получаются следующие уравнения регрессии вида (3), которые отражают соответственно зависимости расхода топлива и расхода смазочного масла на угар от входных переменных:

$$y_1 = 1139 + 2.999u_1 + 0.034u_2 - 7.073u_3 + 0.423u_4 ; \quad (9)$$

$$y_2 = 14.447 + 0.038u_1 + 0.712u_4 . \quad (10)$$

Проверка адекватности по F-критерию (критерию Фишера) при уровне статистической значимости 0,05 показала, что наблюдаемое значение F-критерия для уравнений (9) и (10) не будет находиться в критической области, поэтому эти уравнения могут приниматься как адекватные экспериментальным данным. Проверка факторов на значимость по t-критерию показала, что факторы u_2 и u_4 в уравнении (10) являются незначимыми.

Расчеты в соответствии с выражением (8) позволили получить уравнения вида (4), которые описывают соответственно зависимости расхода топлива и расхода смазочного масла на угар от тех же входных переменных:

$$y_1 = e^{(5.988+0.003u_1+0.0000306u_2+0.004u_3-0.00069u_4)}; \quad (11)$$

$$y_2 = e^{(3.043+0.001u_1+0.01u_4)}. \quad (12)$$

Сравнение качества полиномиальных и экспоненциальных уравнений, т.е. пар уравнений (9) и (11), а также (10) и (12) на предмет наилучшего описания зависимостей целесообразно выполнять по величине суммы квадратов отклонений, которая, согласно условию (2), должна быть минимальной. Сумма квадратов отклонений дает представление об остаточной дисперсии, которая, в свою очередь, характеризует рассеивание наблюдаемых значений эксплуатационных параметров относительно регрессионной зависимости. Чем меньше сумма квадратов отклонений, тем меньшим получается рассеивание и тем выше качество описания экспериментальных данных [1].

Для уравнений (9) и (11) суммы квадратных отклонений следующие:

$$V_9 = \sum_{i=1}^{50} (y_i - \tilde{y}_i)^2 = 43087; \quad V_{11} = \sum_{i=1}^{50} (y_i - \tilde{y}_i)^2 = 7060449, \quad (13)$$

а для уравнений (10) и (12):

$$V_{10} = \sum_{i=1}^{50} (y_i - \tilde{y}_i)^2 = 2107; \quad V_{12} = \sum_{i=1}^{50} (y_i - \tilde{y}_i)^2 = 4472. \quad (14)$$

где \tilde{y}_i – значения эксплуатационных параметров, найденные через уравнения регрессии.

Как видно из выражений (13) и (14), при описании количественных соотношений между величинами, характеризующими процесс функционирования дизель-генератора, преимущество имеют полиномиальные регрессионные модели, которые более адекватно отражают зависимости между входными и выходными параметрами. Следовательно, такие модели позволяют принимать не только более обоснованные решения о техническом состоянии дизель-генератора в настоящий момент времени, но и выполнять более точный прогноз по изменению данного состояния.

Библиографический список

1. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высшая школа, 1988. С. 41-86.
2. Сеньченков В.И. Модели, методы и алгоритмы анализа технического состояния. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. С. 273-309.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1986. С. 20-33.

УДК 629.735.33

Я. В. Баранов

студент кафедры вычислительных систем и сетей

А. В. Аксенов

научный руководитель

ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ФРАГМЕНТАМИ ИСХОДНОГО КОДА

Предложена программа, повышающая производительность труда программиста за счет быстрого и удобного доступа к фрагментам исходного кода. В действительности, программист ча-

сто использует ранее написанный код в новых проектах. Если таких проектов много и их исходный код занимает тысячи строк – поиск необходимых блоков не эффективен. Более того, проекты часто хранятся в разных директориях, а исходный код – в множестве различных файлов. Поиск вручную по ним весьма затруднителен. Поэтому автором статьи была разработана программа CodePaster, которая представляет встроенную базу фрагментов исходного кода и поисковик по ним.

Программа написана на языке C++ с использованием библиотеки Qt. Работа происходит большей частью через глобальные горячие клавиши. Есть свой значок в области уведомлений и главное контекстное меню, связанное с ним. При запуске под Microsoft Windows 7 программа выглядит так, как показано на рис. 1.

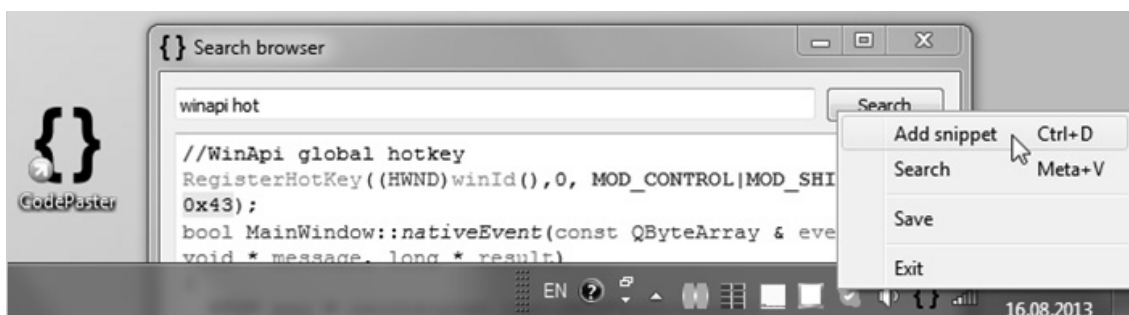


Рис. 1. Значок программы в области уведомления, контекстное меню и окно поиска

CodePaster распространяется по лицензии GNU General Public License v3 (Универсальная общественная лицензия GNU). Среди поддерживаемых операционных систем – тройка самых популярных для настольных персональных компьютеров систем – Microsoft Windows, Linux и Mac OS.

Программа рассчитана на запуск вместе с операционной системой (через автозагрузку) и постоянное пребывание в фоновом режиме. Работать с программой можно двумя способами – через глобальные горячие клавиши, или же через контекстное меню. Предпочтителен первый, так как он значительно повышает скорость работы и позволяет использовать CodePaster совместно с любой средой разработки.

На рис. 2 представлена наглядная схема взаимодействия с базой данных. База на жестком диске представлена в одном файле, который содержит иерархическую модель. Для ее реализации используется расширяемый язык разметки (XML). Система управления базой данных (СУБД) написана специально для этой программы на языке C++.

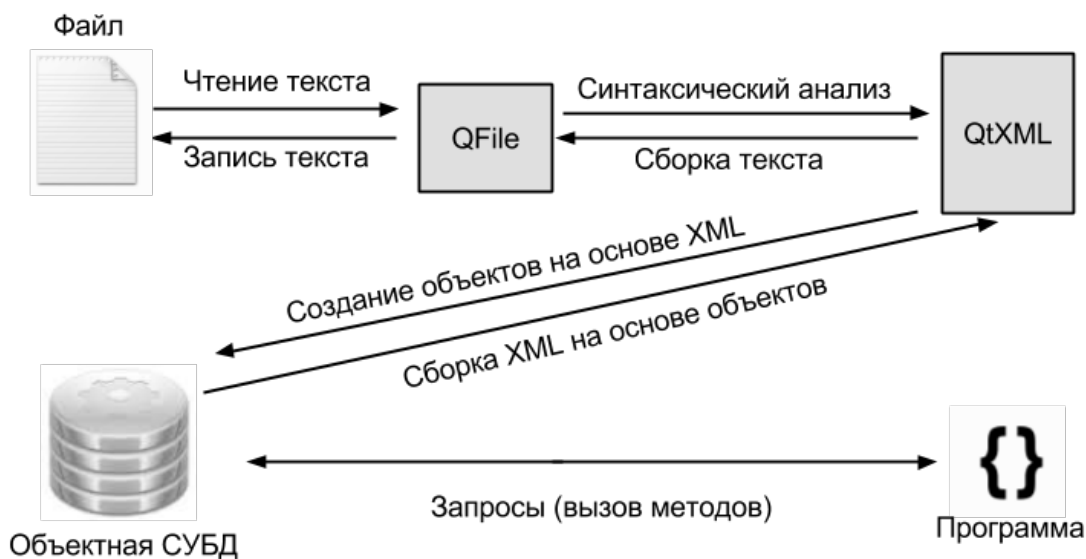


Рис. 2. Схема взаимодействия приложения с базой данных

При открытии программы происходит однократное побайтовое считывание XML-файла. Файл содержит текст в кодировке UTF-8 (Unicode Transformation Format). Его можно легко открыть и отредактировать в стороннем текстовом редакторе (например, в блокноте). Текст содержит корневой дескриптор codeBase, который содержит в себе множество дочерних дескрипторов code. Каждый такой дескриптор представляет фрагмент исходного кода и содержит два атрибута – для ключевых слов и для даты добавления фрагмента. А тело дескриптора – сам фрагмент кода, при этом специальные символы (например, угловые скобки) заменены соответствующими XML-сущностями.

После считывания файла мы имеем некоторый XML-документ в текстовом виде. Средствами модуля QtXML происходит синтаксический анализ текста, чтобы получить DOM – объектную модель документа. Если анализ текста прошел без ошибок, мы можем далее проанализировать непосредственно наш XML-документ. Программа проходит по каждому дескриптору code и создает на его основе C++ -объект Code, переводя XML-атрибуты в поля объекта.

Таким образом, мы имеем вектор из объектов Code – это и есть наша база данных. В оперативной памяти через СУБД происходит работа с ней из программы – добавление новых фрагментов кода, просмотр существующих, удаление. При сохранении базы программа преобразует ее из объектной модели обратно в текстовый вид и сохраняет в единый XML-файл. Сохранение происходит автоматически с определенным периодом (пять минут), а также по закрытию программы.

Для программы была создана специальная поисковая система, которая обрабатывает некоторую строку-запрос и ищет в базе фрагменты кода, которые ей удовлетворяют. При этом пробел между словами в запросе служит логическим умножением (операция И), позволяя сужать список найденных фрагментов кода. Алгоритм поиска работает следующим образом – программа в цикле проходит по всем объектам Code и для каждого объекта решает, включить его в выдачу или нет. Для включения фрагмента кода в нем (или же в его ключевых словах) должны содержаться все слова из строки запроса.

Программа показала себя эффективным средством решения задачи оптимизации рутинных действий при написании кода.

УДК 574.5

В. В. Богданов

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

М. Д. Поляк

научный руководитель

СИСТЕМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Цветением принято называть массовое развитие одного или нескольких видов микроводорослей. Высокая нагрузка биогенными элементами усиливает развитие водорослей в водоеме и в прибрежных зонах, что находит отражение в ухудшении качества вод и окружающей среды прибрежных территорий. «Цветение» водоемов происходит из-за поступления загрязняющих веществ в водные экосистемы через атмосферу, с водным стоком и из донных отложений [1].

«Цветение» обычно сопровождается выделением и накоплением в водной среде биологически активных веществ и токсинов. Эти факторы приводят к значительному ухудшению качества воды. Микроводоросли могут развиваться в морской и пресной воде и наносят вред любым природным, технологическим и искусственным водоемам. Токсины, которые вырабатываются при этом, могут вызывать ряд аллергических заболеваний, оказывают влияние на деятельность печени, сердечнососудистую и иммунную систему.

Массовое развитие токсигенных видов может привести к гибели отдельных представителей морской фауны, заморам рыб, отравлению животных.

В лабораторных условиях происходит имитация различного вида возможных ситуаций, которые могут привести к природным катастрофам.

Было разработано и внедрено программное обеспечение для автоматизации процесса обработки данных гидроэкологического мониторинга и микробиологических исследований.

Критерии, которые были установлены для разрабатываемого программного обеспечения, следующие:

- расчет значений показателей по формулам ГОСТ №17.1.4.02 – 90, а так же по нескольким иностранным методикам [2];
- возможность выбора методики расчета показателей;
- хранение результатов вычислений;
- выбор точности расчетов;
- поддержка работы программы в операционной системе WindowsXP;
- возможность открывать и редактировать файлы хранения данных в MSOfficeExcel;
- справочная информация.

Данные, которые поступают на вход разработанного программного обеспечения, получают с помощью спектрофотометра. Спектрофотометр работает на основе физико-химического исследования растворов, в данном случае на изучении спектров поглощения в 3-х областях спектра:

- ультрафиолетовая область;
- видимая область;
- инфракрасная область.

Входные данные, с которыми работает разработанное программное обеспечение, относятся к видимой области спектра, то есть получены при работе спектрофотометра на длине волны от 400 до 760 нанометров [3].

Интерфейс разработанного программного обеспечения представлен на рис. 1.

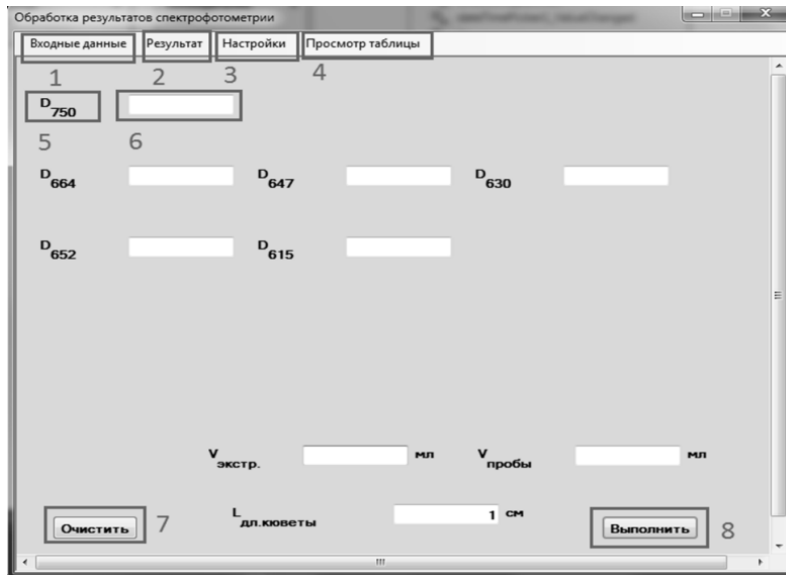


Рис. 1. Окно ввода данных

На данном рисунке продемонстрирован интерфейс разработанной программы. Окна «Результат», «Настройки», «Просмотр таблицы» сделаны в таком же простом и легком стиле.

Для создания данного программного обеспечения был использован язык программирования С# [4]. Выбор данного языка программирования удовлетворял все поставленным требованиям, а именно:

- простота;
- функциональность;

- эффективность;
- скорость разработки.

Разработанная программа предназначена для хранения и расчета данных, полученных как из взятых проб в различных водоемах, так и в ходе лабораторных исследований [5]. На основе полученных данных можно анализировать влияние антропогенных воздействий на экосистему.

С помощью разработанной программы решаются такие задачи, как:

- накопление, обработка, анализ данных для оценки состояния водных объектов и прогноз их изменения;
- стандартизация проведенных измерений.

Плюсами разработанного программного обеспечения являются:

- интуитивно понятный интерфейс;
- увеличение скорости расчета, а, следовательно, и анализа полученных результатов;
- сокращение до минимума воздействия человеческого фактора на вычисления.

Минусами разработанного программного обеспечения являются:

- слабо проработанная система классов, что влияет на поддержку программы в будущем;
- перенасыщенность некоторых методов (функций) кодом;
- принципы ООП хоть и ставились, как цель, в начале разработки, но были не до конца соблюдены.

Библиографический список

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – Москва: Мир, 1986– 422 с. – 3050 экз.
2. Уоткинз Д., Хаммонд М, Эйбрамз Б. Программирование на платформе .NET.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
3. Шилдт Г. С# 4.0: полное руководство.: Пер. с англ. – Москва: ООО «И.Д.Вильямс», 2013. – 1043с. – 1000экз.
4. ГОСТ Российской Федерации №17.1.4.02 – 90.
5. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др., Под ред. Е.А. Заика. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. — 252 с.

УДК 004.05

В. А. Дубровская

студентка кафедры компьютерной математики и программирования

В. В. Бураков

проф., д.т.н., доц. – научный руководитель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Тема правильного практического выбора средств защиты информации является одной из волнующих проблем современного общества. Большая часть всей мировой информации хранится на электронных носителях. Корпорации, организации и отдельные потребители хотят иметь возможность держать свою информацию в надежно защищенном месте.

Значимость некоторой информации достигает национальных масштабов, остро ставя вопрос ее защиты от утечки или уничтожения.

Поэтому необходимо не только защищать саму информацию или ее носитель, но и регламентировать круг лиц и уровни доступа к ней. Первоначально внешние угрозы считались более опасными, но в последние годы стали обращать больше внимания и на внутренние угрозы, поэтому популярность программно-аппаратных комплексов средств защиты информации возросла.

Информационная безопасность — это процесс обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности информации [1].

Абсолютную защиту информации создать невозможно. Однако существуют основные принципы систем защиты данных:

1. комплексность (полнота контроля процессов обработки информации);
2. адаптируемость (к изменяющимся условиям);
3. системность (согласованность функций между элементами системы защиты).

Несанкционированный доступ — доступ к информации в нарушение должностных полномочий сотрудника, доступ к закрытой для публичного доступа информации со стороны лиц, не имеющих разрешения на доступ к этой информации. Также несанкционированным доступом в отдельных случаях называют получение доступа к информации лицом, имеющим право на доступ к этой информации в объеме, превышающем необходимый для выполнения служебных обязанностей [2].

Несанкционированный доступ может привести к утечке информации.

Угроза информации – это реализации воздействий, которые считаются опасными для информационной системы. По характеру возникновения их можно разделить на два вида - непреднамеренные и преднамеренные. По типу реализации угроз можно различать программные и непрограммные.

Если коммерческая организация допускает утечку более 20% важной внутренней информации, то она в 60 случаях из 100 банкротится. Статистика гласит, что 93% компаний, лишившихся доступа к собственной информации на срок более 10 дней, покинули бизнес, причем половина из них заявила о своей несостоятельности немедленно.

За первое полугодие 2013 г. в мире зафиксировано, обнародовано в СМИ и выявлено Аналитическим Центром InfoWatch 496 случаев утечки конфиденциальной информации, что на 18% превышает количество утечек за аналогичный период прошлого года.

Россия вышла на второе место по количеству опубликованных утечек, число которых в первом полугодии 2013 г. выросло почти на треть.

Обнародованный в СМИ ущерб – затраты на ликвидацию последствий утечек, судебные разбирательства, компенсационные выплаты, который понесли компании вследствие утечек информации в I полугодии 2013 г., составляет 3,67 млрд долларов [11].

Необходимость защиты информации в организации лучше всего иллюстрирует статистика по утечкам конфиденциальной информации (рис. 1).

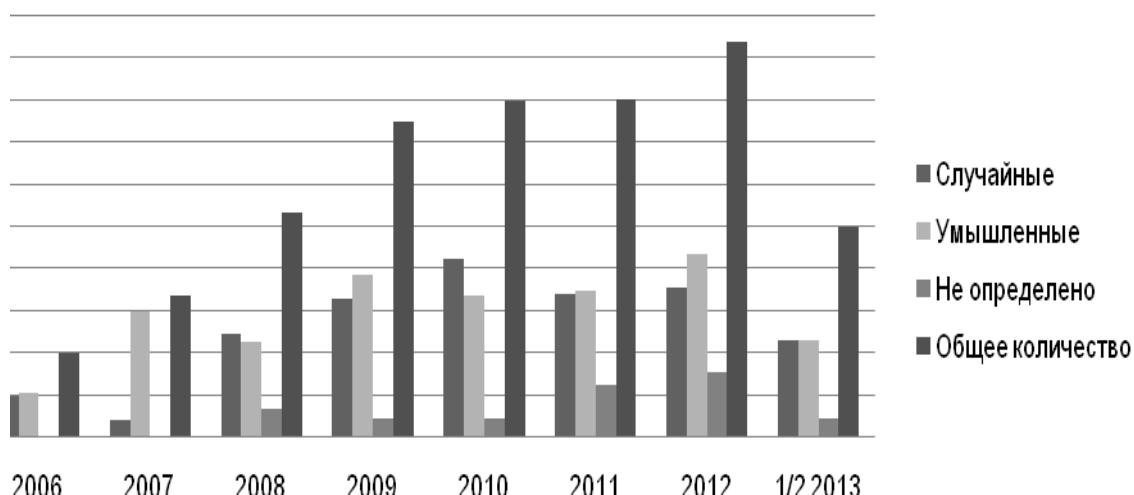


Рис. 1. Динамика соотношения утечек информации [11]

С каждым годом видно, как существенно растет процент, как умышленной кражи информации, так и случайная ее утечка. На диаграммах ниже показана статистика использования определенных каналов утечки информации за первую половину 2013 года (рис. 2).



Рис. 2. Использование различных каналов для умышленных и случайных утечек [11]

Причем доли «коммерческих» утечек превышали утечки «государственные», однако с течением времени государственная тайна и информация приобретает все больший интерес для злоумышленников, а значит и подвергается все большей и большей угрозе, что ставит всю страну в опасное положение [11].

В таблице 1 приведены основные виды несанкционированного доступа и методы противостояния им, предложенные различными системами защиты информации.

Таблица 1
Методы противостояния различным видам несанкционированного доступа [9, 10]

Вид НСД	Методы противостояния
«Уборка мусора»	Гарантированное затираание данных. Гарантированное удаление информации. Оба варианта должны автоматически производить «зачистку» оперативной памяти, временных файлов.
Хищение оборудования или доступ к нему	Информация на дисках должна храниться в зашифрованном виде. Лучшим вариантом считается и работа с дисками и информацией в режиме прозрачного кодирования.
Злоупотребления полномочиями (санкционированный пользователь копирует информацию с целью продажи или уничтожает ее)	Учет и регистрация работы пользователей. Теневое копирование. Регистрация в системе, контроль и управление доступом к отчуждаемым носителям и внутренним накопителям информации. Шифрование. Разграничение прав доступа: как мандатное, так и дискретное.
Работа в сети Интернет	Наличие межсетевых экранов, прокси-серверов. Использование электронно-цифровых подписей.

Анализ систем защиты информации проводился на основе четырех основных систем защиты информации, используемых в России, таких как Secret Net, Dallas Lock, Аккорд и Панцирь [3 – 6, 8].

Учитывая статистику об основных способах утечки информации, был сформирован список средств защиты для оценки существующих программно-аппаратных комплексов средств защиты

информации. Данный список отражает сильные и слабые стороны каждой из рассматриваемых систем и их адекватность к современным условиям развивающихся IT-технологий.

Список строился на основе таблицы 1. Каждому злоупотреблению ставится в противовес метод противодействия системы на примере четырех основных известных программно-аппаратных комплексов средств защиты информации, используемых в России.

Таблица 2

Список средств защиты [3 – 8]

1.				
«Уборка мусора»				
СЗИ	Secret Net	Dallas Lock	Аккорд	Панцирь
Гарантированное затирание данных. Гарантированное удаление информации	- многократная запись случайной информации на место удаляемого файла	- очистка остаточной информации	Отсутствует	- остаточной информации
2.				
Хищение оборудования или доступ к нему				
СЗИ	Secret Net	Dallas Lock	Аккорд	Панцирь
Шифрование дисков. Наличие возможности прозрачного кодирования	Отсутствует	- прозрачного преобразования жесткого диска. - преобразования данных в файл-контейнер (кодирование)	Отсутствует	- криптопровайдеры, - шифрование данных «на лету», - коллективный доступ к шифрованным данным
3.				
Злоупотребление полномочиями				
СЗИ	Secret Net	Dallas Lock	Аккорд	Панцирь
Учет и регистрация	- обращения к файлам, - обращения к отчуждаемым носителям, - фильтрация	- копирование, удалением информации - работа с отчуждаемыми носителями, - фильтрация	- автоматическое ведение протокола регистрируемых событий в энергонезависимой памяти аппаратной части комплекса	Отсутствует
Теневое копирование	Поддерживается	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Регистрация, контроль и управление доступом к отчуждаемым носителям	- создание своих категорий, - порты, - диски, - сетевые интерфейсы, - USB-устройства. - PCMCIA-устройства. - управление настройками	- разграничение доступа к сменным накопителям	- контроль доступа к USB-устройствам.	- разграничения доступа к внешним накопителям; - управления подключения устройств; - управления мониторингом

Шифрование	Отсутствует	- преобразование данных в файл-контейнер (кодирование)	Отсутствует	- шифрование данных «на лету», - шифрование трафика, - работа в режиме прозрачного кодирования
Разграничение прав доступа	- дискретное, - мандатное, - создание своих критериев	- дискретное, - мандатное	- дискретное, - мандатное, - большое количество атрибутов доступа к программам и файлам (11 видов).	- дискретное, - мандатное, - субъект «процесс», - контроль олицетворения
4.	Работа в сети Интернет			
СЗИ	Secret Net	Dallas Lock	Аккорд	Панцирь
Наличие межсетевых экранов, прокси-серверов	- возможность установки TrustAccess	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Использование ЭЦП	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Анализ рассмотренных систем показывает, что они удовлетворяют основным характеристикам СЗИ. Это не случайный набор функций, а системные программно-аппаратные комплексы, охватывающие перечень задач по защите информации. Такие информационные атаки, как кража или потеря оборудования, съемных носителей, вывод секретной информации на бумагу, анализ временных файлов и удаленных документов могут быть обнаружены и отражены рассмотренными системами. Благодаря подробному аудиту и мониторингу может быть найден злоумышленник.

Анализируя возможные виды несанкционированного доступа, можно выбрать правильную систему защиты информации, максимально подходящую для решения конкретного круга задач и вида деятельности потребителя.

Большой процент утечки информации связан с работой в сети Интернет, отсылкой писем и документов средствами электронной почты. В данных задачах программно-аппаратные комплексы бессильны. Решением подобных угроз может быть закупка дополнительного оборудования, что экономически не выгодно.

Как видно из сравнительного анализа программно-аппаратных комплексов, СЗИ на современном этапе отстают от развития информационных технологий и соответствующих потребностей заказчика.

Тенденции развития СЗИ. В настоящее время количество и разнообразие мобильных устройств быстро растет. Разработчики СЗИ пытаются догнать прогресс, но при разработке новых СЗИ стремиться надо к организации такого вида деятельности, как предугадывание и предупреждение действий по утечке информации и реагировать на них заранее.

Прогресс не стоит на месте, в том числе и в его преступной области. Хакеры изобретают все новые методы взлома систем и кражи конфиденциальной информации. Основными методами борьбы с «преступным прогрессом» - необходимость эволюционного совершенствования систем по мере развития IT-технологий, настройки более сложного и пытливого аудита и мониторинга событий, распространение выявленной информации о новых видах утечек.

СЗИ в будущем должны стать «умными» и эвристически предугадывать действия злоумышленников и реагировать на них заранее.

Библиографический список

1. Информационная безопасность [Электронный ресурс] – режим доступа http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационная_безопасность (Дата обращения: 04.04.2014).
2. Несанкционированный доступ [Электронный ресурс] – режим доступа http://ru.wikipedia.org/wiki/Несанкционированный_доступ (Дата обращения: 04.04.2014).
3. СЗИ от НСД Secret Net [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.securitycode.ru/products/secret_net/ (Дата обращения: 06.04.2014).
4. DALLAS LOCK – СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.dallaslock.ru/> (Дата обращения: 06.04.2014).
5. СЗИ НСД "Аккорд-АМДЗ" [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.accord.ru/accord.html> (Дата обращения: 06.04.2014).
6. КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ «ПАНЦИРЬ-К» ДЛЯ ОС MICROSOFT WINDOWS [Электронный ресурс] – режим доступа <http://npp-itb.spb.ru/products/nsdk.shtml> (Дата обращения: 06.04.2014).
7. *Дмитриев А.* Системы защиты информации// Мир ПК. 2001. № 05.
8. *Щеглов А. Ю.* КСЗИ «Панцирь-К» для ОС Windows 2000/XP/2003 – оптимальное решение для защиты конфиденциальной информации и персональных данных// Защита информации.
9. Классификация компьютерных преступлений. [Электронный ресурс] – режим доступа <http://makcim.yaroslavl.ru/crime.htm> (Дата обращения: 04.04.2014).
10. *Старостина А. В.* Виды и методы несанкционированного доступа к информации// Реферат. 2011.
11. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в первом полугодии 2013 года// Отчеты аналитического центра InfoWatch. 2013.

УДК 519.246.8

С. А. Жукова

студент кафедры компьютерной математики и программирования

В. И. Хименко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Со случайными процессами связано огромное количество явлений в человеческой жизни. Во многих задачах производится исследование случайных процессов того или иного происхождения. Однако, ввиду того, что случайные процессы непрерывны, их исследование не всегда удобно. Поэтому имеет место разбиение всего времени на дискретные участки, и, как следствие, проведение исследований над непрерывной случайной последовательностью. В свою очередь, временные ряды характеризуются тем же дискретным параметром времени, что и случайные последовательности. Иными словами, в задачах исследования можно осуществить переход от случайных процессов к временным рядам.

Временной ряд – это последовательность каких-либо значений измеряемого параметра, расположенных в хронологическом порядке. Отличие временного ряда от случайных процессов состоит в том, что время у них дискретное, то есть значения параметра измеряются не непрерывно, а в определенные моменты времени, разделенные равными интервалами. Таким образом, у любого временного ряда есть две компоненты: y_i – значение измеряемого параметра и t – дискретное время.

Временные ряды, как правило, возникают в результате измерения некоторого показателя. Это могут быть как показатели технических систем, так и показатели природных, социальных, экономических и других систем [1]. Простейшими примерами временных рядов являются измерение показаний температуры воздуха, изменение численности населения. На рис. 1 представлен временной ряд, характеризующий изменения запасов нефти и угля каждые четыре месяца.

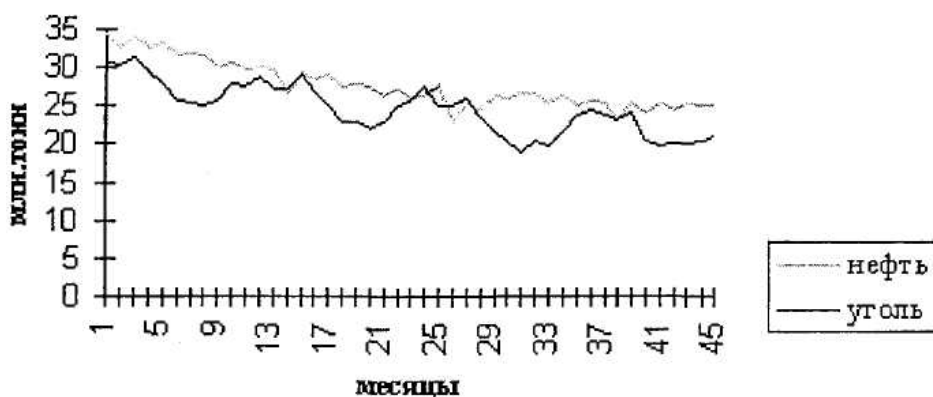


Рис. 1. Изменение запасов нефти и угля

Все временные ряды можно классифицировать в зависимости от выбранного критерия. В таблице приведена классификация по четырем признакам [2].

Классификация временных рядов

Критерий классификации	Вид временного ряда	Краткое описание
В зависимости от характера отображения	Моментальные	Уровни таких рядов характеризуют состояние явления на определенные моменты времени
	Интервальные	Такие ряды, в которых уровень явления относят к результату, накопленному или вновь произведенному за определенный интервал времени
По числу показателей	Изолированные	Ряды, характеризующие изучаемое явление односторонне
	Комплексные	В таких рядах представлена динамика нескольких показателей, характеризующих одно явление
По расстоянию между уровнями	Полные	Ряды следующих друг за другом периодов или следующих через определенные промежутки времени
	Неполные	В таких рядах даются превышающие периоды или неравномерные промежутки между интервалами времени
В зависимости от способа выражения уровней	Ряды абсолютных величин	Более полно характеризуют развитие процесса или явления
	Ряды относительных величин	Могут характеризовать во времени темпы изменения определенного показателя
	Ряды средних величин	Служат для характеристики изменения уровня явления, отнесенного к единице совокупности

Существует множество моделей для исследования характеристик временных рядов и для решения задач прогнозирования. На рис. 2 представлены типовые модели.



Рис. 2. Типовые модели анализа временных рядов

В широком смысле временной ряд – это экспериментальные данные, подлежащие дальнейшему исследованию и изучению. Существует несколько форм представления таких данных. Это такие формы, как графическая реализация, гистограмма распределения, характеристические особенности, а также диаграмма рассеяния. Все эти формы представляют собой огромный интерес в исследовании, так как по каждой из них можно делать выводы об изучаемых данных.

Для изучения свойств форм представления данных необходимо провести моделирование временного ряда, подчиняющегося какому-либо закону распределения. Наиболее подходящим распределением является гауссовское распределение. Оно описывается функцией распределения (1) и плотностью распределения вероятностей (2):

$$F(\xi) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\xi} \exp\left[-\frac{(\xi - m_{\xi})^2}{2\sigma^2}\right] d\xi, \quad (1)$$

$$P(\xi) = \frac{1}{\sigma_{\xi}\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\xi - m_{\xi})^2}{2\sigma_{\xi}^2}\right], \quad (2)$$

где m_{ξ} – математическое ожидание, σ_{ξ}^2 – дисперсия.

На рис. 3,а и 3,б представлена выборочная функция случайной последовательности из независимых значений, подчиняющаяся гауссовскому распределению.

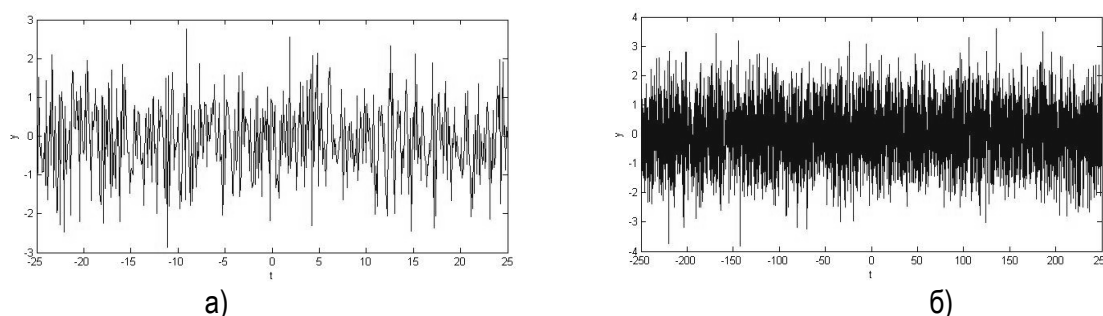


Рис. 3. Выборочная функция
а) выборка из 501 элемента, б) выборка из 5001 элемента

Для моделирования взяты две выборки разного размера: в 501 и в 5001 элемент. Это необходимо для того, чтобы более полно исследовать особенности форм представления данных.

Гистограммы распределения полученных выборок представлены на рис. 4,а и 4,б.

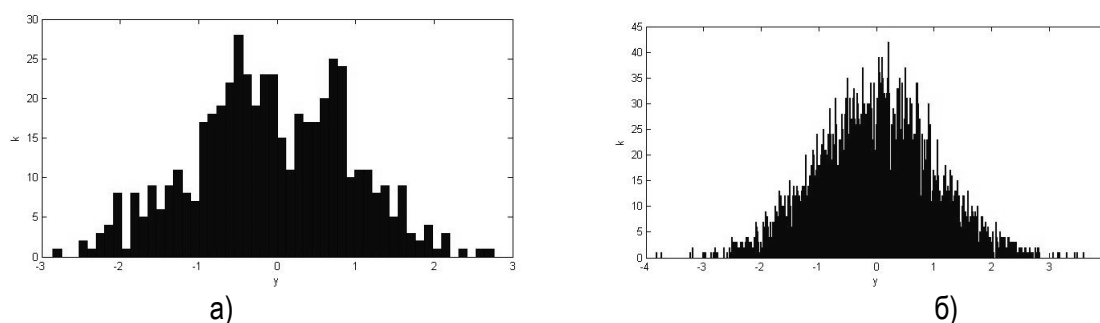


Рис. 4. Гистограмма распределения
а) для выборки малого объема, б) для выборки большого объема

Исходя из представленных гистограмм, можно сделать вывод о влиянии размера выборки на результат исследования, то есть чем больше выборка, тем более точными получатся результаты. Так, на рис. 4,б наблюдается более явное подчинение исследуемой выборки гауссовскому распределению, чем на рис. 4,а.

Среди перечисленных форм представления информации особое внимание стоит уделить диаграмме рассеяния. На рис. 5,а и 5,б представлены диаграммы рассеяния для моделируемых выборок.

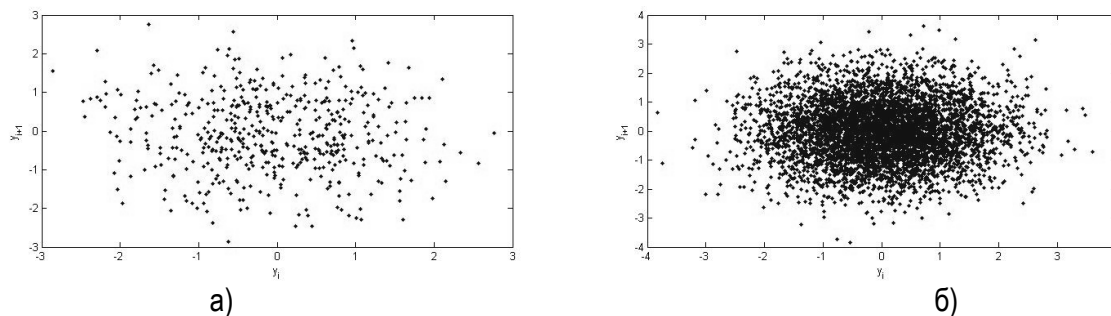


Рис. 5. Диаграмма рассеяния
а) для выборки малого объема, б) для выборки большого объема

Большинство точек на представленных диаграммах сосредоточено в центре, что свидетельствует о наличии зависимости между элементами выборки. С увеличением значений уменьшается количество точек, что также видно на графиках.

Диаграмма рассеяния является очень удачным методом представления экспериментальных данных, так как по виду графика можно делать безошибочные выводы об имеющейся выборке. Диаграмма рассеяния обладает некоторыми особенностями. Во-первых, это возможность накопления информации, то есть с течением времени добавления новой информации к уже существующей. Во-вторых, диаграмма рассеяния хорошо усредняет данные. И, в-третьих, с помощью диаграмм рассеяния можно исследовать функциональные зависимости.

Для подтверждения последнего факта имеет место моделирование какой-либо функциональной зависимости. В качестве примера взята квадратичная зависимость, выражающаяся формулой (3):

$$y = x^2. \tag{3}$$

На рис. 6,а представлена функция квадратичной зависимости для выборки из 501-го элемента, на рис. 6,б – функция этой же зависимости, но с учетом наличия шума.

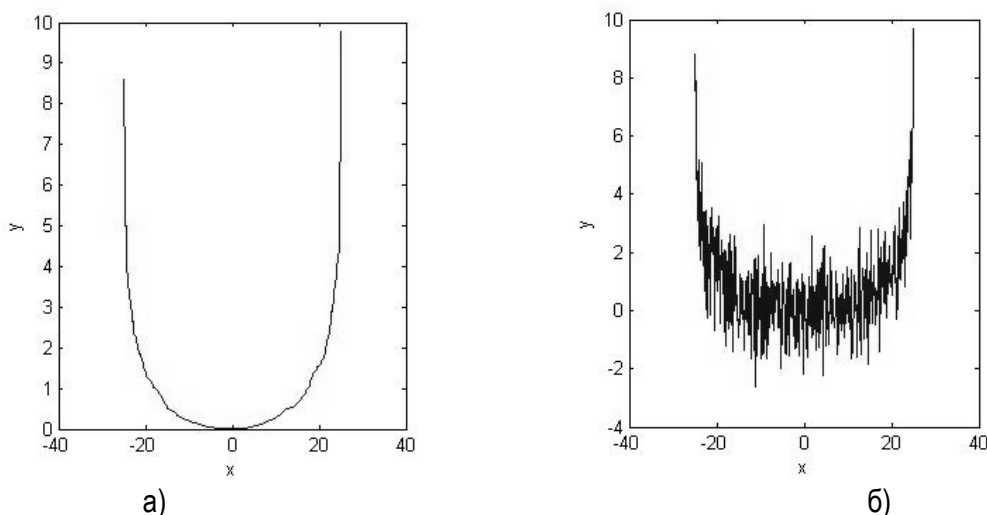


Рис. 6. Квадратичная зависимость

а) для выборки из 501-го элемента, б) для выборки из 501-го элемента с учетом шума

На представленных графиках видно, как сильно шум искажает исходное изображение. Поэтому всегда стоит учитывать наличие шума и делать на это поправки в исследованиях.

На рис. 7,а и 7,б представлены диаграммы рассеяния для квадратичной зависимости.

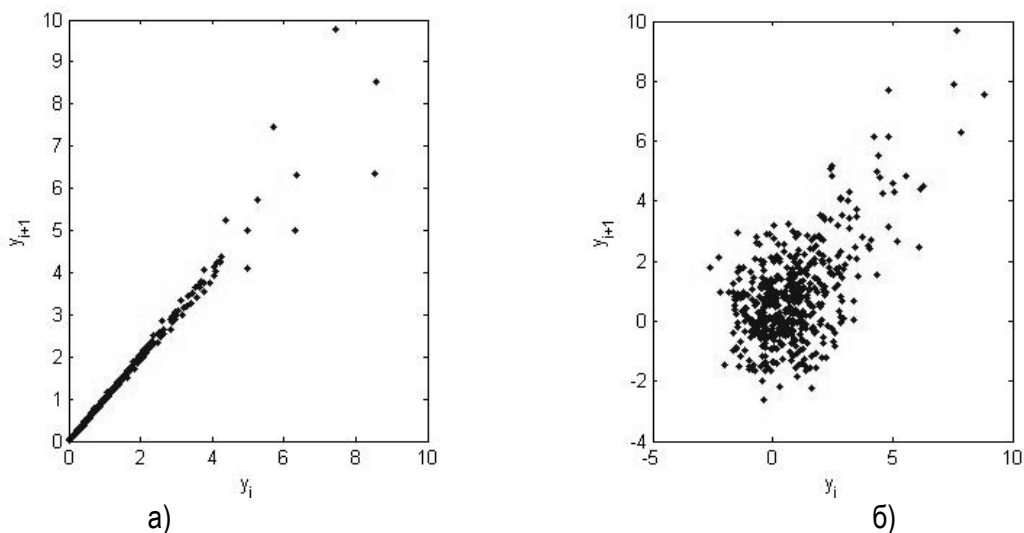


Рис. 7. Диаграмма рассеяния

а) для квадратичной зависимости, б) для квадратичной зависимости с учетом шума

Из рис. 7,а и 7,б следует, что зависимость между элементами выборки есть, и графически она представляется в виде прямой. Как и в случае с временным рядом, подчиняющимся гауссовскому распределению, на диаграммах наблюдается скопление точек в начале координат, и с увеличением значений выборки количество точек на диаграмме уменьшается.

На рис. 7,б отчетливо видно влияние шума на результат моделирования – наблюдается сильное отличие от диаграммы на рис. 7,а. Этот факт еще раз подтверждает практическое удобство использования диаграммы рассеяния как одной из форм представления информации.

Библиографический список

1. Временной ряд [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Временной_ряд (Дата обращения: 20.04.2014)
2. Классификация временных рядов [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.vevivi.ru/best/Klassifikatsiya-vremennykh-ryadov-ref111596.html#_ftn5 (Дата обращения: 19.04.2014)

УДК 629.735.33

О. С. Иванова

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

В. А. Матьяш

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В данной статье рассматривается применение методов и алгоритмов обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) на примере мониторинга динамики снежного и ледяного покрова в Ленинградской области в зимний период 2013 – 2014 гг.

Для решения этой проблемы необходимо произвести анализ существующих методов и алгоритмов обработки ДДЗ для мониторинга динамики снежного и ледяного покрова; сформулировать требования к исходным данным ДЗЗ и их подбору; применить методы и алгоритмы на данных для Ленинградской области в зимний период 2013 – 2014 гг.; проанализировать полученные результаты.

Анализ существующих методов и алгоритмов обработки ДДЗ для мониторинга динамики снежного и ледяного покрова показал, что для решения данной задачи широко используется вычисление соответствующих индексов или масок. Рассмотрим алгоритмы, получившие наибольшее распространение:

1. Алгоритм Кея и Хаефлигера для расчета маски ледяного покрова [1]:
- 2.

$$IST = a + bT_{11} + cT_{12} + d[(T_{11} - T_{12}) \sec q],$$

где T_{11} – яркостная температура K ($11 \mu m$); T_{12} – яркостная температура K ($12 \mu m$); q – угол от нижней точки; a, b, c, d – коэффициенты для атмосферных эффектов, в частности влажность.

3. Алгоритм Хола и Клейна для расчета индекса снежного покрова NDSI [1]:
- 4.

$$NDSI = \frac{(TM \text{ Band } 2 - TM \text{ Band } 5)}{(TM \text{ Band } 2 + TM \text{ Band } 5)}$$

Если отражательная способность $TM \text{ Band } 4 > 11\%$, и $NDSI^3 = 0.4$, то пиксель изначально считается заснеженным.

При обработке изображения данные алгоритмы могут давать ошибочные результаты, если на снимках присутствует облачность, для которой индекс NDSI принимает те же значения, что и для снега. Для получения более корректных результатов следует исключить облачность из обработки алгоритмами расчета маски ледяного покрова и индекса снежного покрова.

Для выявления облачности можно использовать алгоритм стандарта SHARP-2 EKA [2]:

- «Облачность», если $\frac{A_2}{A_1} > 0.9$, $\frac{A_2}{A_1} < 1.1$ и $T_4 < 294 K$;
- «Облачность», если $T_4 < 249 K$;
- «Облачность», если $T_4 - T_2 > 274 K$ и $T_4 < 290 K$

где A_1, A_2 – значение альбедо в 1-м и во 2-м канале; T_2, T_4 – радио-яркостная температура во 2-м и 4-м каналах аппаратуры.

Пиксели изображения, для которых данный алгоритм выявил облачность, исключаются из обработки алгоритмами Кея и Хаефлигера, Хола и Клейна.

Требования к исходным данным ДЗЗ можно сформулировать следующие. Поскольку задан определенный регион (Ленинградская область), данные ДЗЗ должны содержать этот регион целиком. Требования к высокому пространственному разрешению не предъявляются из-за специфики решаемой задачи, достаточно разрешения не менее в 1 км. Используемые данные ДЗЗ должны быть получены в заданный период: декабрь 2013 г. – апрель 2014 г. Как уже говорилось выше, они должны быть с минимальной облачностью. Не маловажным фактором является доступность этих данных.

Этим требованиям соответствуют данные ДЗЗ, полученные спектрометрией MODIS, установленной на борту спутников Terra и Aqua [4], и принятые на станцию Унискан-24, расположенную в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения. Были выбраны снимки с небольшой облачностью, на которых видна территория Ленинградской области в период с декабря 2013 г. по апрель 2014 г. В виду большого количества дней с плотной облачностью за этот период, выборка получилась в объеме 12 снимков не совсем равномерно рас-

пределенных по времени. В качестве примера приведены снимок со спутника Terra за 30 января 2014 г. и снимок со спутника Aqua за 17 марта 2014 г. (рис. 1).

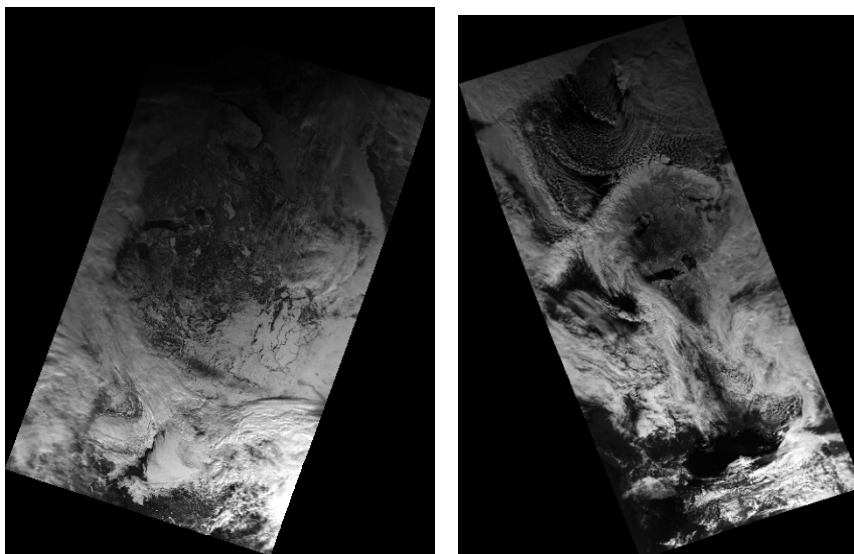


Рис. 1. Исходные снимки Terra 30.01.2014 (слева) и Aqua 17.03.2014 (справа)

Для обработки снимков и расчета площадей снежного и ледяного покрова использовалось программное инструментальное средство ScanEx Image Processor.

Для каждого снимка выполнялась предварительная обработка и накладывался контур Ленинградской области для выделения интересующей территории. Отдельные результаты представлены на рис. 2.

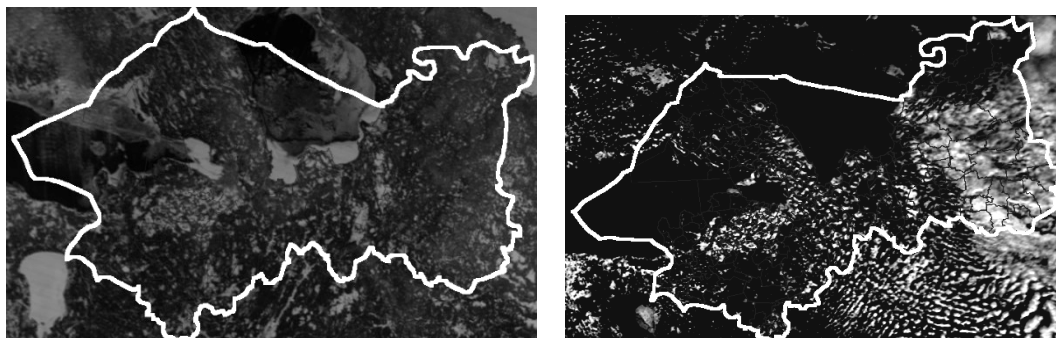


Рис. 2. Результаты предварительной обработки изображений и наложения контура. Снимки Terra 30.01.2014 (слева) и Aqua 17.03.2014 (справа)

После предварительной обработки, для территории, ограниченной контуром Ленинградской области, с применением растровой арифметики осуществлялось вычисление маски ледяного покрова и индекса NDSI. Результаты вычислений векторизовывались и по получившимся векторным графическим примитивам – полигонам вычислялась их площадь.

Пример векторизации результатов вычисления маски ледяного покрова представлен на рис. 3. На данном изображении сплошным белым цветом обозначен ледяной покров, а заштрихованные области – ледяной покров на территории Ленинградской области.

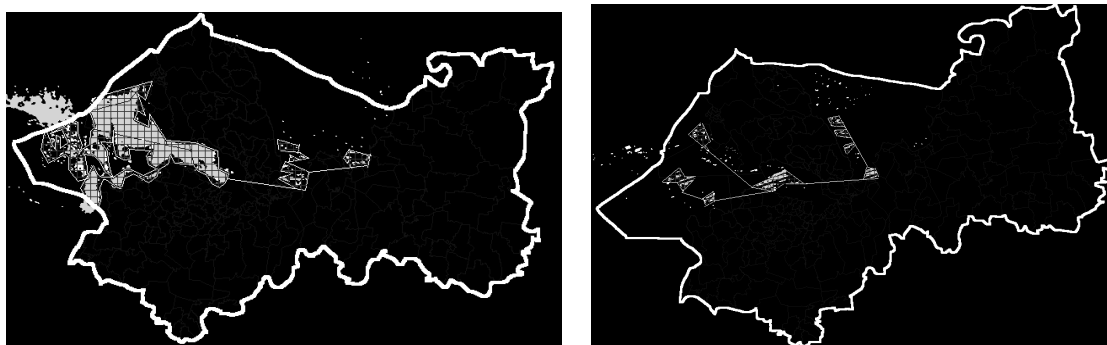


Рис. 3. Маска ледяного покрова.
Снимок Terra 30.01.2014 (слева) Aqua 17.03.2014 (справа)

Пример векторизации результатов вычисления индекса NDSI представлен на рис. 4. На данном изображении сплошным белым цветом обозначен снежный покров, заштрихованные области – снежный покров на территории Ленинградской области.

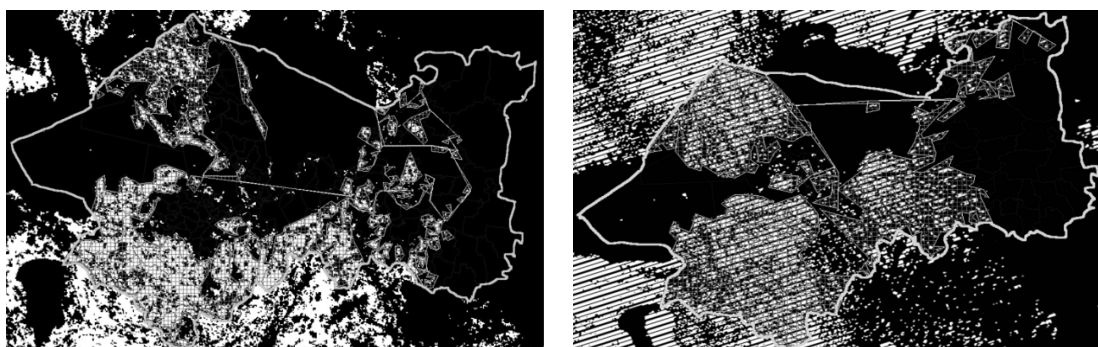


Рис. 4. Индекс NDSI.
Снимок Terra 30.01.2014 (слева) Aqua 17.03.2014 (справа)

Результаты обработки снимков с целью выявления динамики снежного и ледяного покровов представлены в виде графиков на рис. 5 и рис. 7. При этом, необходимо учитывать, что общая площадь Ленинградской области составляет 83 908 км², из них 12.8% – водная поверхность [3].

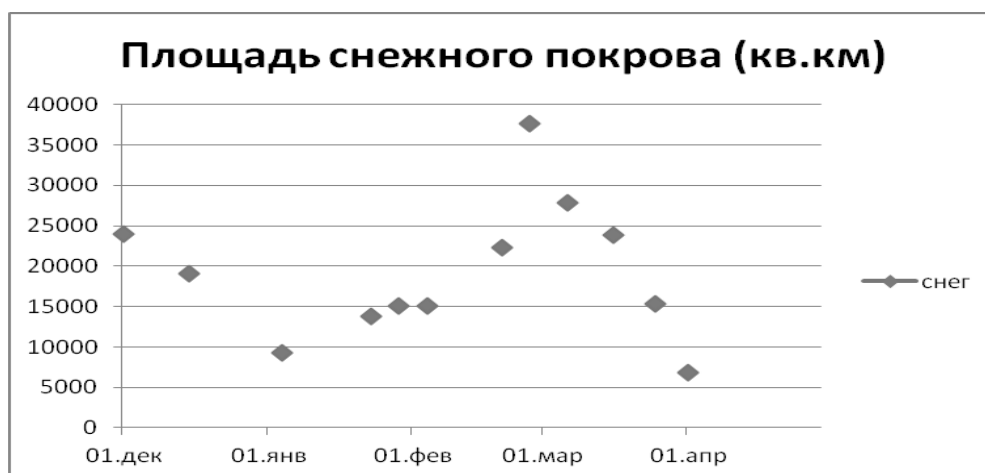


Рис. 5 Динамика площади снежного покрова (км²)

На рис. 5 видно, что в начале декабря выпало много осадков в виде снега, но к началу января наблюдается их сокращение из-за положительной температуры. В феврале площадь снежного покрова начинает увеличиваться – пик его приходится на начало марта. В апреле виден явный спад.

Достоверность данных можно сверить с графиком (рис. 6) средней толщины снежного покрова за период 2010 – 2013 гг., выложенным на сайте «Климат городов России» [5]. Площадь снежного покрова, как правило, имеет прямую зависимость от толщины снега. На графике видно, что с декабря до января идет небольшой спад; февраль, март и апрель – явный подъем; в мае спад, из-за повышения температуры.

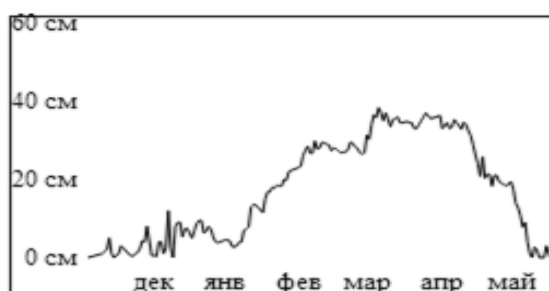


Рис. 6. Средняя толщина снежного покрова за период 2010 – 2013 гг.

На рис. 7 видно, что в декабре сравнительно небольшая площадь ледяного покрова, до февраля идет ее рост, к марту начинается спад.

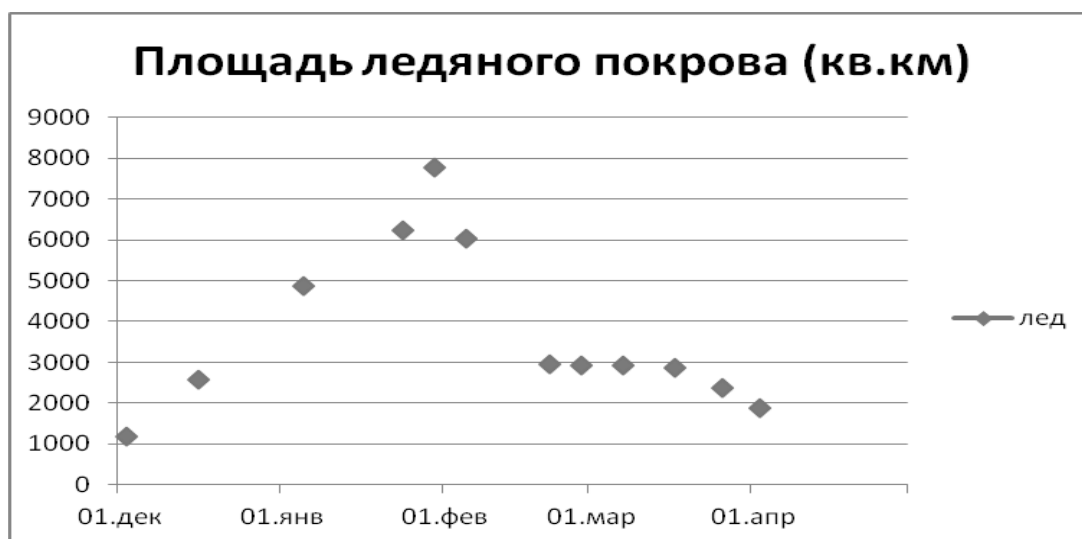


Рис. 7. Динамика площади ледяного покрова (км²)

Достоверность полученных результатов можно сравнить с данными МЧС [6] по состоянию на 14 февраля 2014 г. Покрытость Ладожского озера льдом составляет 85%, в глубоководной, северо-западной части Ладоги – плавающий лед сплоченностью 7 – 8 баллов, на остальной акватории плавающий лед сплоченностью 9 – 10 баллов. На Невской губе – припай толщиной 40 – 60 см. Финский залив – сплошной лед, толщина льда 24 – 61 см.

Таким образом можно сделать следующие выводы: проведен анализ существующих методов и алгоритмов обработки ДДЗ для мониторинга динамики снежного и ледяного покрова и выбраны наиболее часто используемые алгоритмы; сформулированы требования к исходным данным и их подбору; найдены и обработаны снимки Ленинградской области в период с декабря 2013 г. по апрель 2014 г.; проанализированы полученные результаты.

Анализ результатов показывает, что данные, полученные для снежного покрова, в целом похожи на средние климатические показатели за 2010 – 2013 гг. Разница в показателях за апрель – май может объясняться тем что, во-первых, в 2014 г. из-за раннего потепления снег начал таять раньше. Во-вторых, работа была проведена в начале апреля, следовательно за период конец апреля – май снимки не обрабатывались.

Климатические данные МЧС показывают, что в феврале действительно было большое количество ледяного покрова, на полученном графике пик также приходится на февраль.

Библиографический список

1. Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) for the MODIS Snow and Sea Ice-Mapping Algorithms. Dorothy K. Hall Associate MODIS Team Member Hydrological Sciences Branch NASA/Goddard Space Flight Center Greenbelt, MD 20771. 2001
2. Discriminating clear-sky from cloud with MODIS. Algorithm theoretical basis document (MOD35). MODIS Cloud Mask Team: Steve Ackerman, Richard Frey, Kathleen Strabala, Yinghui Liu, Liam Gumley, Bryan Baum, Paul Menzel. Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, University of Wisconsin - Madison. October 2010
3. Интернет ресурс: <http://ru.wikipedia.org/>
4. Интернет ресурс: <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
5. Интернет ресурс: <http://atlas-yakutia.ru/>
6. Интернет ресурс: <http://www.mchs.gov.ru/>

УДК 004.422.635.33

И. С. Колосова

магистрант кафедры вычислительных систем и сетей

А. В. Аксенов

научный руководитель

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ КРИТЕРИЯ ВРАЩЕНИЯ В ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРЕ ДАННЫХ С ПРИОРИТЕТАМИ ЭЛЕМЕНТОВ

В результате раннего исследования был разработан и реализован принцип балансировки двоичных деревьев поиска с приоритетами элементов [1]. При этом были описаны алгоритмы малых вращений и критерий вращения, основанный на разнице суммы весов элементов в поддеревьях [2].

В продолжение исследования был разработан принцип большого вращения. Реализация такого вращения состояла в последовательности двух малых вращений. Для примера, при большом правом вращении относительно узла H (рис. 1), сначала выполнится малое левое вращение относительно левого дочернего узла - D, далее выполнится малое правое вращение относительно узла H (рис. 2).

Экспериментально было выявлено, что прирост производительности в таком случае необъяснимо мал, а временами даже приводит к худшим результатам, чем балансировка только малыми вращениями. Критерием производительности в данном случае служил AWD (Average Weight Depth) – средневзвешенный путь до узла. Чем меньше значение AWD, тем меньше средний путь до произвольного узла от корня, следовательно, время доступа к этому узлу сокращается. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица

Результаты эксперимента

Количество входных символов	67	43520	54059	86016	213847
Количество узлов дерева	10	251	256	256	256
	AWD				
Балансировка только малыми вращениями	2,43	3,13	7,14	4,02	7,18
Балансировка большими и малыми вращениями	2,57	3,41	7,06	4,15	7,07

В данной работе произведена попытка объяснения полученных результатов. Сравним соотношение весов поддеревьев до и после малого и большого вращения. Для начала представим идеально сбалансированное дерево (см. рис.1).

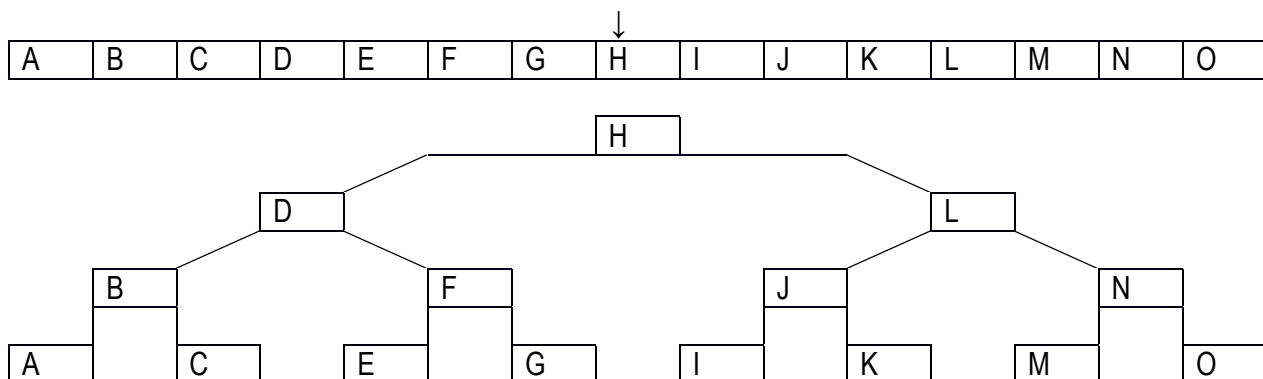


Рис. 1. Сбалансированное дерево

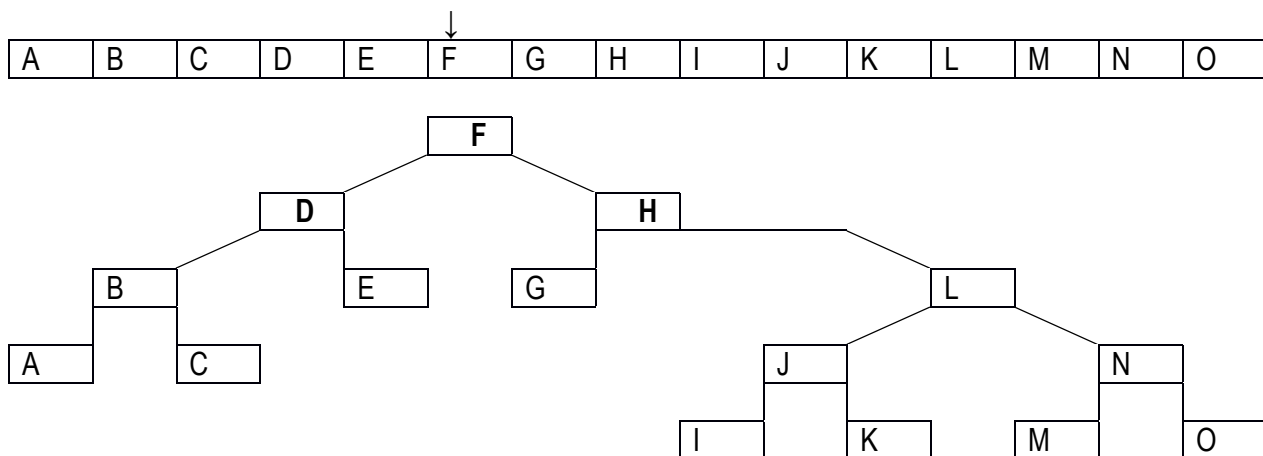


Рис. 2 Структура дерева после большого вращения

Соотношение весов поддеревьев в нем определяется формулой (1). Примерное равенство означает возможность наличия дочерних узлов на более низких уровнях. При правильном балансе их вес незначителен и не влияет на приведенные ниже соотношения.

$$\overline{AE} + FG \cong \overline{IO} \tag{1}$$

При сериализации дерева, то есть выстроении его узлов в отсортированных массив, наглядно видно соотношение весов.

После некоторого изменения весов и достижения некоего дисбаланса, выполнится большое вращение, и дерево поменяет свою структуру (см. рис. 2).

Жирным шрифтом выделены узлы, которые требуется загрузить из памяти при выполнении вращения. Соотношение весов поддеревьев в таком дереве будет определяться формулой (2).

$$\overline{AE} \cong \overline{IO} + GH \tag{2}$$

Значение дисбаланса в дереве для совершения вращения должно достичь величины (3)

$$G + \frac{F + H}{2} + \varepsilon \tag{3}$$

где ε – величина, не позволяющая дереву выполнять одинаковые последовательные левые и правые вращения при добавлении элементов в разные поддеревья.

Аналогично рассмотрим ситуацию для малого вращения (рис. 3).

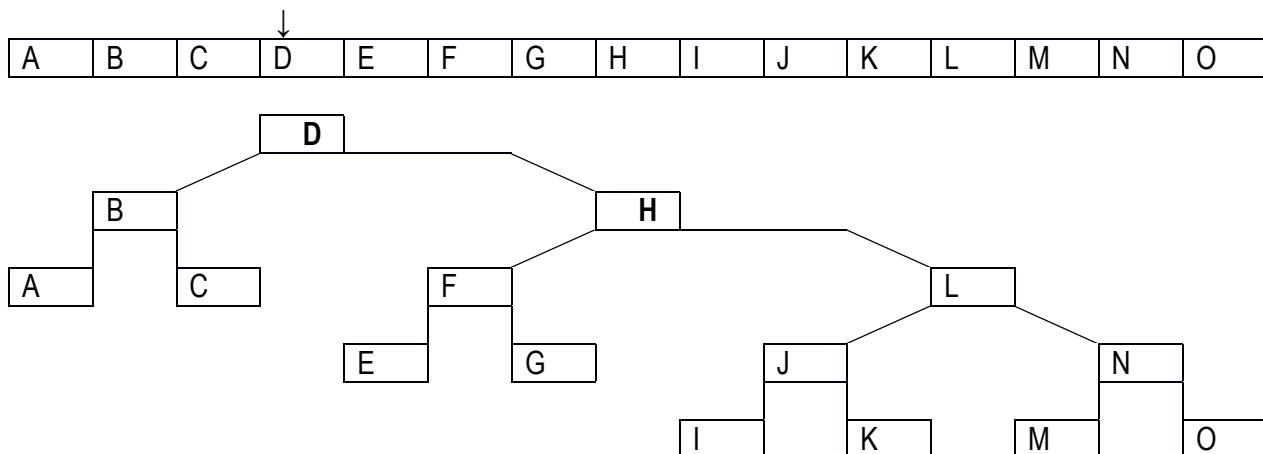


Рис. 3. Структура дерева после малого вращения

В таком случае, соотношение весов поддеревьев в первоначальном дереве будет определяться формулой (4),

$$\overline{AC} + DEFG \cong \overline{IO}, \tag{4}$$

а после выполнения вращения – формулой (5).

$$\overline{AC} \cong EFGH + \overline{IO} \tag{5}$$

Дисбаланс в дереве, в этом случае будет равен (6).

$$EFG + \frac{D + H}{2} + \varepsilon \tag{6}$$

Значение (3) очевидно меньше, чем значение (6), следовательно, большое вращение спровоцировать легче, чем малое, а после его выполнения необходимость в малом может отпасть в связи с изменением структуры дерева.

Может показаться, что механизм малых вращений избыточен и не будет использоваться при соблюдении вышеприведенных принципов.

Для увеличения быстродействия балансировки, оговариваются условия работы с памятью. При вращениях используются только те узлы, которые уже были загружены в память при поиске. Это также накладывает ограничение на оптимальность структуры дерева.

Представим ситуацию, что большое количество элементов последовательно добавляются только в ветку AC идеально сбалансированного дерева (см. рис. 1). Таким образом, сначала выполнится большое вращение, а потом малое, что займет больше времени, а также приведет к менее выгодной структуре дерева. Также при выполнении большого вращении будут затронуты узлы, которые не были пройдены при поиске, значит, их придется загружать из памяти, что займет время.

Рассмотрим направление движение по дереву при балансировке. Баланс на нижних уровнях дерева не влияет на баланс верхних уровней, однако влияет на возможность вращения в ту или иную сторону. Однако баланс на верхних уровнях влияет на расположение узлов и баланс на более низких уровнях. При сравнении рис. 2 и рис. 3 видно, что после большого вращении, в отличие от малого, баланс правого поддерева сильно нарушен. Это нарушение структуры неоправданно, так как более тяжелые узлы находятся в левом поддереве. К тому же, после такого вращении, при поиске узла потребуются спускаться далее в левое поддерево, следовательно, баланс правого подде-

рева восстановить не удастся. Поэтому, при балансировке на спуске, после больших вращений баланс нижних уровней может быть нарушен. Кроме того, применение больших вращений на спуске приведет к постоянной смене направления движения по дереву, что связано с их реализацией.

Разумнее выполнять балансировку на спуске, в таком случае, баланс более нижних уровней не будет поврежден, а также понадобится лишь один проход по дереву для добавления элемента и одновременной с этим балансировки, что вдвое сократит время выполнения ее время выполнения.

В результате данного исследования было выявлено, что использование больших вращений нерационально при данных ограничениях на быстродействие по причине загрузки из памяти большего количества узлов, а также невозможно при балансировке на спуске.

Библиографический список

1. Аксенов А.В., Колосова И.С. Анализ эффективности балансируемых структур данных с приоритетами элементов, Сборник докладов Научной сессии ГУАП, посвященной Всемирному дню космонавтики, СПб, ГУАП, 2013 г.
2. Аксенов А.В. Балансировка деревьев статистической модели энтропийного кодировщика, Сборник докладов Научной сессии ГУАП, посвященной Всемирному дню космонавтики, СПб, ГУАП, 2011 г.

УДК004.67:004.421

Н. В. Кривец, Д. А. Смолиенко

студенты кафедры компьютерной математики и программирования

М. Д. Поляк

научный руководитель

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЭНТЕРОБАКТЕРИЙ

Несмотря на то, что современная медицина создала новые эффективные лекарства и технологии, эффективность здравоохранения падает, в том числе и из-за низкого уровня автоматизации. Особенно остро эта проблема проявляется при выполнении достаточно простых, рутинных и частых расчетов, ведения документации. Рассматриваемое программное обеспечение разрабатывалось с целью упрощения и ускорения процесса определения типа энтеробактерии, исходя из полученных в микробиологической лаборатории тестов.

Энтеробактерии (лат.*Enterobacteriaceae*) – семейство грамотрицательных, палочкообразных, спорообразующих бактерий, длиной 1 – 5 мкм, со жгутиками для передвижения. Эти бактерии – факультативные анаэробы, расщепляют углеводы с образованием муравьиной кислоты и других конечных продуктов форматного брожения. Некоторые из них могут разлагать лактозу. Множество представителей семейства являются частью нормальной микрофлоры кишечника и могут быть найдены в кишечнике человека и других животных, тогда как остальные обитают в почве, воде или паразитируют на различных растениях и животных. Лучшее всего изучена кишечная палочка – важнейший модельный организм, использующийся в генетике и молекулярной биологии из-за высокой изученности ее генетики и биохимии [1].

Разрабатываемое программное обеспечение представляет собой совокупность таблиц на рабочем поле (рис. 1). Для работы необходим набор результатов тестов и вероятности положительности того или иного теста у бактерий. Все эти данные загружаются из отдельных файлов, в используемом примере за основу взяты вероятности тестов самых распространенных видов энтеробактерий, опубликованные американскими исследователями [2].

Для определения, какой бактерии принадлежит данный вариант тестовых результатов, программа суммирует вероятности, в зависимости от положительности или отрицательности конкретного теста: для положительного $\text{sum}_p = \text{sum}_p + P$, для отрицательного $\text{sum}_p = \text{sum}_p(100 - P)$.

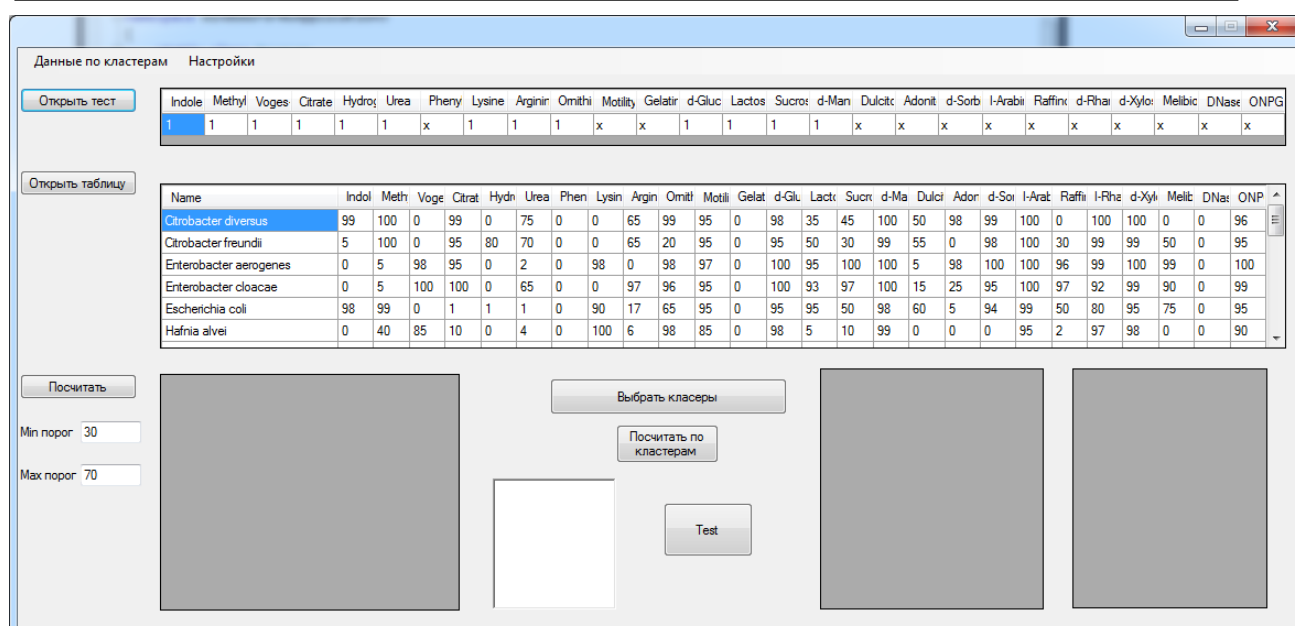


Рис. 1. Внешний вид программы

Другим важным фактором, влияющим на ответ программы, является количество противоречивых тестов. Например, тест Indoleproductiony бактерии *Eschgrhiacoli* будет положительным с вероятностью 98%. Если тест оказался отрицательным, то эта бактерия явно не подходит. Однако она может набрать достаточно большое количество баллов за счет других тестов. Программа устроена таким образом, что бы первыми в результате выводились бактерии, набравшие наименьшее количество таких противоречий (рис. 2). Минимальную и максимальную вероятности, при которых тест считается противоречивыми можно регулировать справа от таблицы результатов.

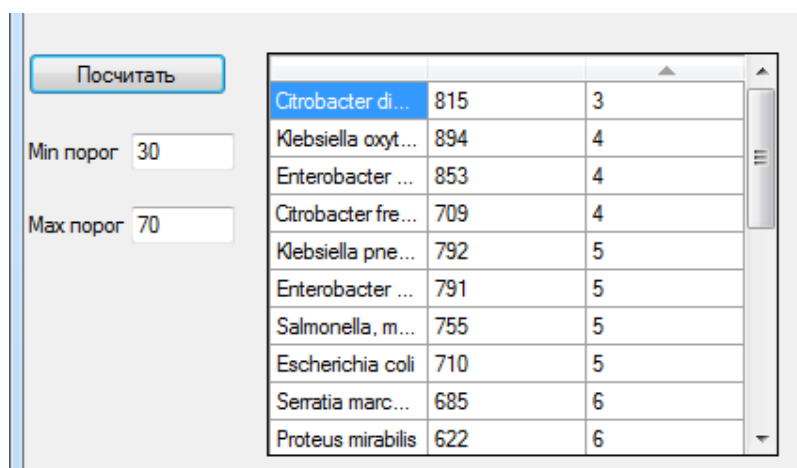


Рис. 2. Название бактерии, баллы, кол-во противоречий

Программа показывает, в каких тестах результаты и вероятности противоречат, а так же выводит, какой тест необходимо сделать для уточнения результата, если две бактерии имеют одинаковое количество противоречий.

Помимо основного алгоритма в программе имеется возможность использовать кластерный анализ, для разбиения бактерий на группы и определять верный результат уже на основе результатов, полученных группой бактерий, однако, в данном алгоритме не рассматривается тот факт, что тесты могут противоречить, как в алгоритме, описанном выше. Информацию о кластерном анализе можно посмотреть в пункте меню «Данные по кластерам» (рис. 3).

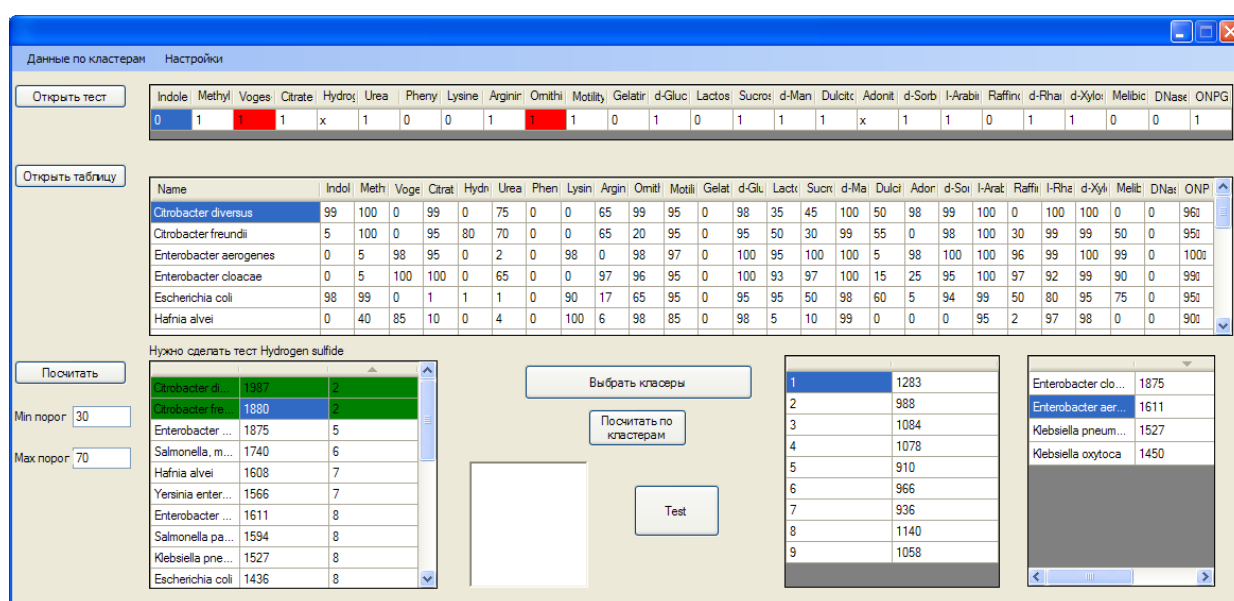


Рис. 3. Результат работы всех алгоритмов

Данная программа может найти свое применение в медицинских лабораториях, и, как уже отмечалось выше, позволит ускорить процесс определения бактерии, экономя, тем самым, время проведения лабораторных исследований, что определенно важно в данной области.

Библиографический список

1. MacFaddin, Jean F. Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria. Williams & Wilkins, 1980, p. 441.
2. Biochemical identification of new species and biogroups of Enterobacteriaceae isolated from clinical specimens. Farmer J. et al. Journal of Clinical Microbiology, 1985, vol. 21, no. 1, p. 54.

УДК 510.8

А. О. Михеева

студентка кафедры компьютерной математики и программирования

В. И. Хименко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДРУГИХ ВИДОВ

Случаи, когда данные расположены по равномерному закону, распространены в нашей жизни. Данные, сгенерированные методом Монте-Карло, расположены по равномерному закону. Если бы данные в ситуациях теории игр не были равномерно распределены, самой теории игр не существовало бы. Конечно, нельзя сказать, что есть примеры точного соответствия какому-либо закону распределения, но иногда вид распределения можно определить достаточно точно. Но всегда ли данные, расположенные по равномерному распределению, удобны для анализа? Не всегда. Иногда возникает необходимость воспользоваться для анализа свойствами, например, нормального закона. Что же делать в данной ситуации?

Для рассмотрения этой задачи в программе Microsoft Excel были сгенерированы три ряда с равномерным распределением – x , y , z по 2000 значений и построены частота (рис.1) и диаграмма рассеяния (рис.2) для каждого из этих рядов.

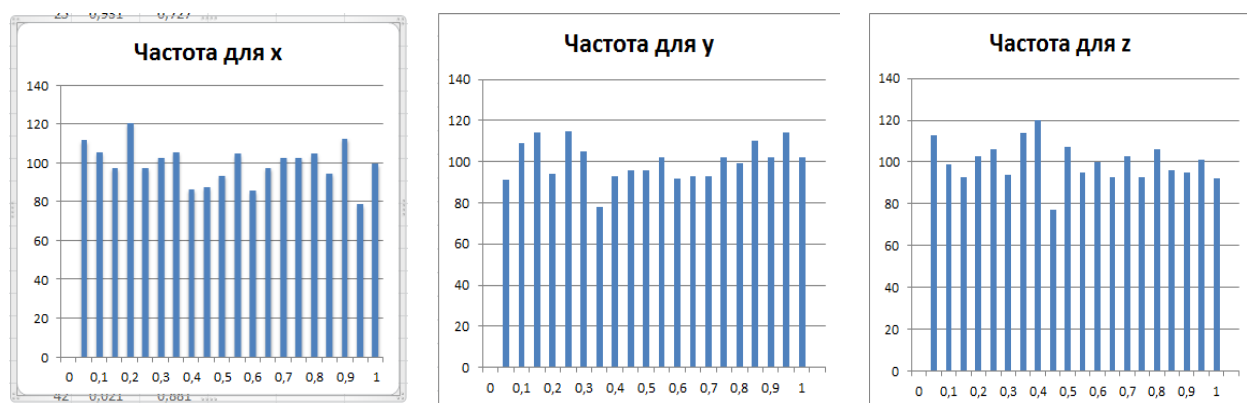


Рис. 1. Частоты для временных рядов с равномерным распределением

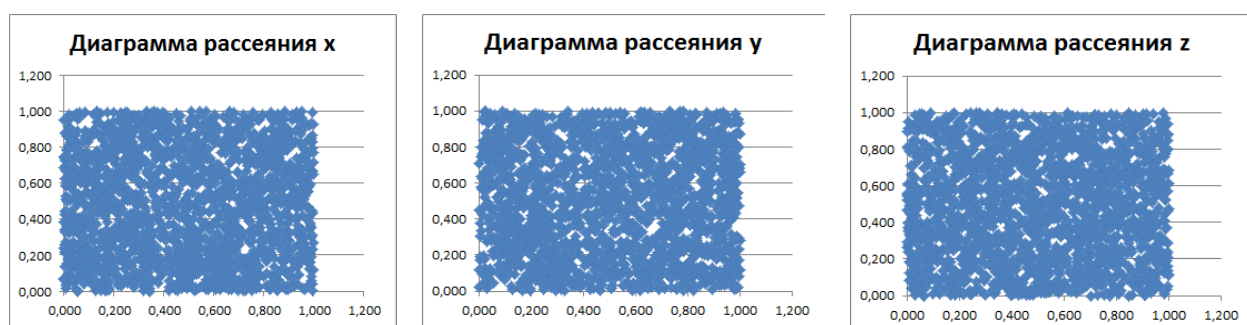


Рис. 2. Диаграммы рассеяния для временных рядов с равномерным распределением

Просуммировав значения двух рядов (x и y) с равномерным распределением, получаем гистограмму частоты и диаграмму рассеяния, приведенные на рис. 3 и рис. 4.

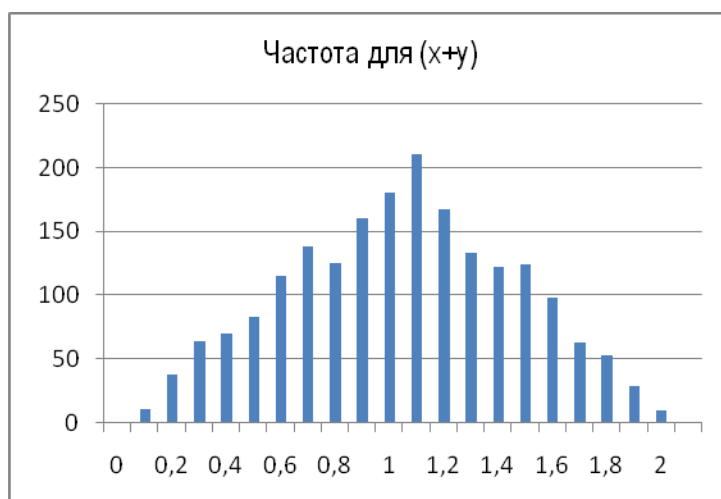


Рис. 3. Частота для суммы значений равномерных распределений

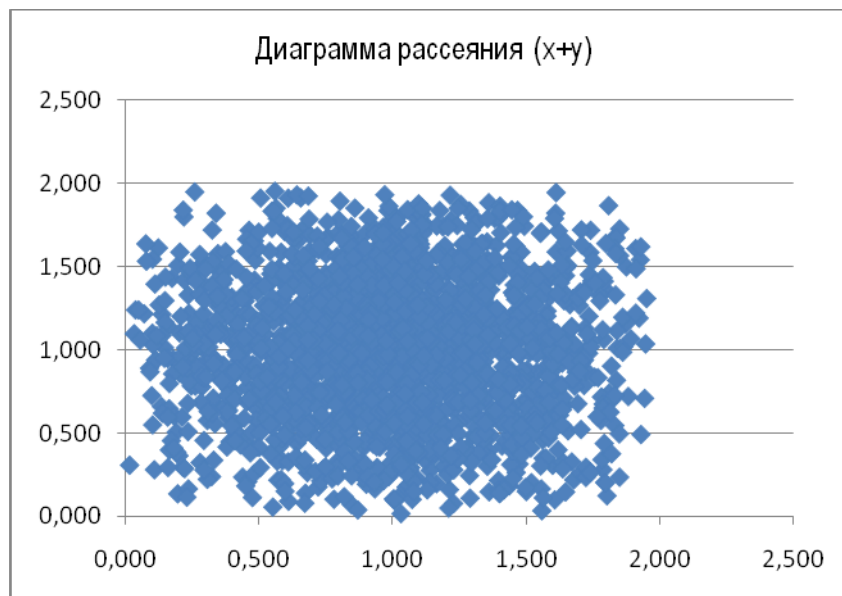


Рис. 4. Диаграмма рассеяния для суммы значений равномерных распределений

Из рис. 3 видно, что полученное распределение уже не равномерное, а стремящееся к треугольному. Теперь просуммируем значения трех временных рядов с равномерным распределением ($x+y+z$) и получим гистограмму частоты (рис. 5) и диаграмму рассеяния для этого случая (рис. 6).

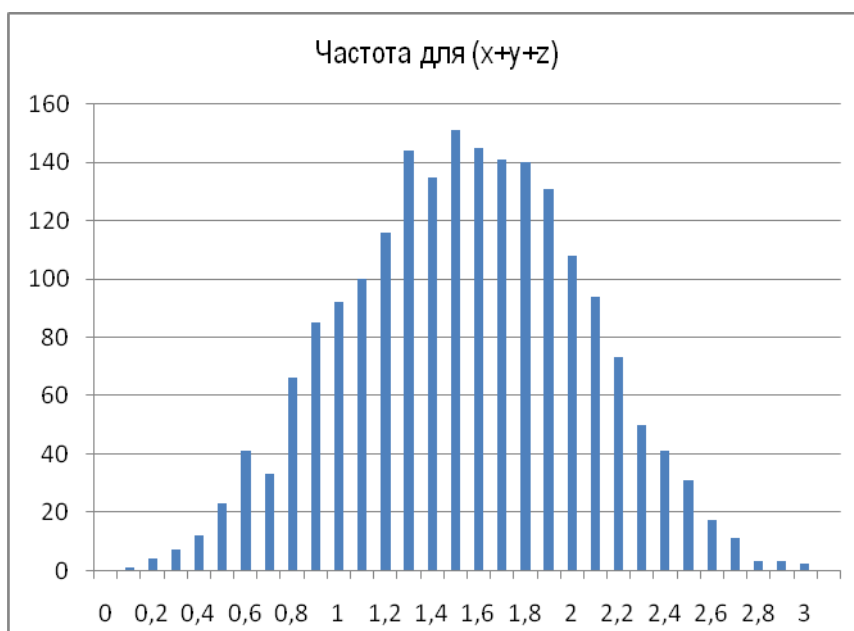


Рис. 5. Частота для суммы значений трех равномерных распределений

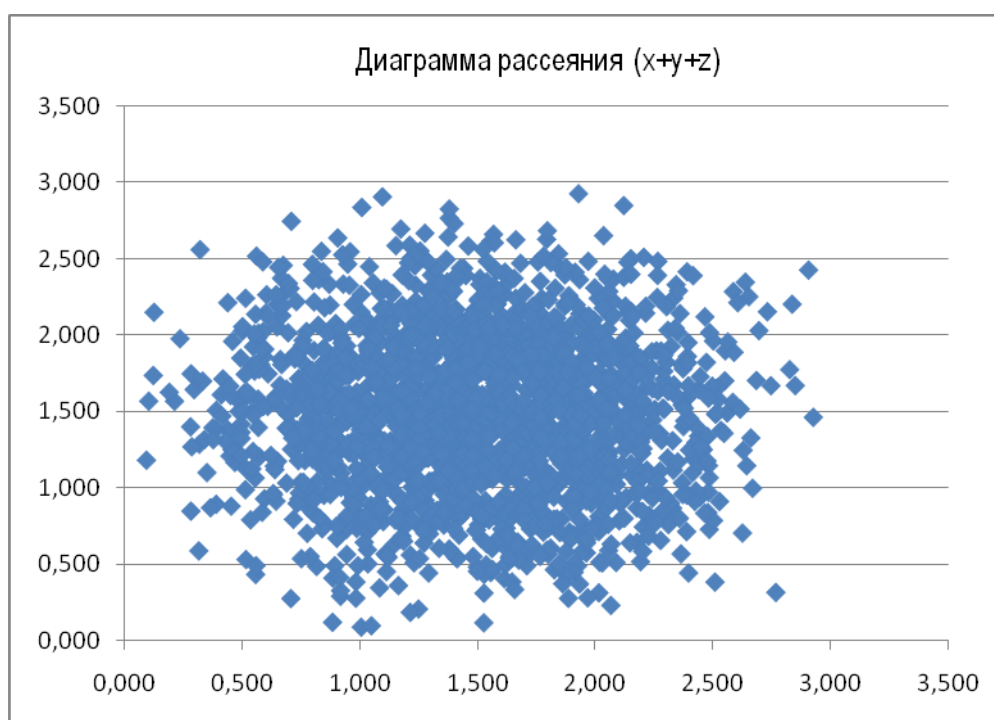


Рис. 6. Диаграмма рассеяния для суммы значений трех равномерных распределений

На рис. 5 наглядно показано, что частота суммы трех равномерных распределений стремится к частоте нормального распределения. То есть при анализе данных, полученных при суммировании соответствующих значений трех равномерных распределений, можно пользоваться свойствами нормального закона распределения.

В данной статье продемонстрирована возможность при необходимости преобразования данных, распределенных по равномерному закону, в распределенные таким образом, что можно использовать свойства треугольного и нормального законов для дальнейшего анализа этих данных.

Библиографический список

1. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. Лекции. - Экономический журнал ВШЭ, 2003. – 129 с.
2. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды - М.: Наука, 1976. – 736 с.
3. Любушин А.А. Фрактальный анализ временных рядов: Учебное пособие для старших курсов геофизического факультета - М.: РГГРУ, 2006. - 22 с.
4. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов: Монография - Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001. - 375 с.
5. http://www.exponenta.ru/SOFT/STATIST/statistica5_5/23/23.asp - анализ временных рядов в статистике 5.5
6. http://uisrussia.msu.ru/docs/nov/hse_ejournal/2002/1/06_01_06.pdf - экономический журнал ВШЭ. Лекционные и методические материалы. Анализ временных рядов. Канторович Г.Г.

УДК 510.8

А. О. Михеева

студентка кафедры компьютерной математики и программирования

В. И. Хименко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММ РАССЕЯНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЫБОРОК ЗНАЧЕНИЙ КОТИРОВОК НА РЫНКЕ FOREX ЗА РАЗНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ВРЕМЕНИ

Корреляционный анализ – метод обработки статистических данных, с помощью которого измеряется зависимость между двумя или более переменными. Корреляционный анализ тесно связан с регрессионным анализом (также часто встречается термин «корреляционно-регрессионный анализ», который является более общим статистическим понятием), с его помощью определяют необходимость включения тех или иных факторов в уравнение множественной регрессии, а также оценивают полученное уравнение регрессии на соответствие выявленным связям (используя коэффициент детерминации).

Для наглядного отображения корреляционной связи используем малораспространенный, но очень удобный способ – диаграммы рассеяния. Рассмотрим их на примере данных по котировкам двух валютных пар – австралийского доллара и швейцарского франка относительно японской йены (выборка данных с сентября 2008 г. до октября 2012 г. – 1263 значения), график которых представлен на рис. 1. Полученные диаграммы частоты отображены на рис. 2 и 3.

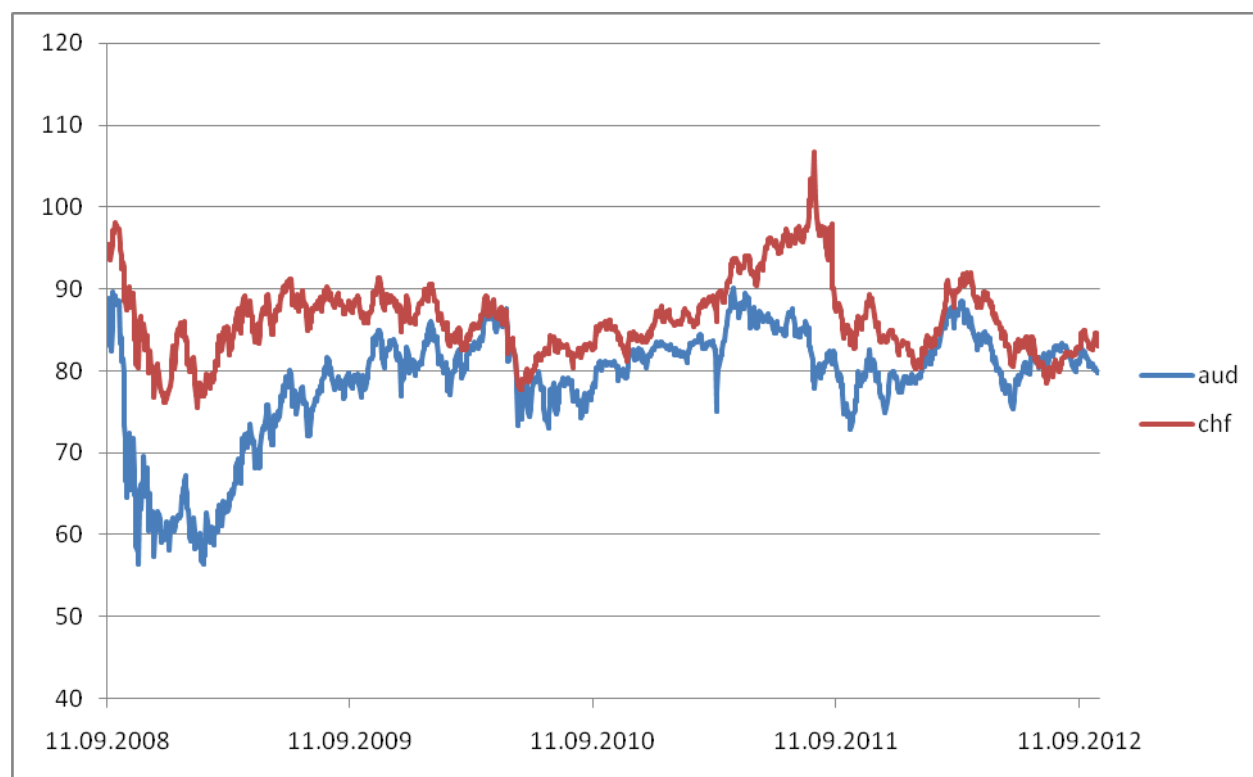


Рис. 1. График валютных пар AUD/JPY и CHF/JPY



Рис. 2. Частота валютной пары AUD/JPY



Рис. 3. Частота валютной пары CHF/JPY

Построим диаграммы рассеяния (автокорреляционные функции) для этих двух рядов. Данные функции демонстрируют нам, что величины, являющиеся реальными данными, независимо распределены, что дает возможность проводить дальнейший анализ без необходимости устранения зависимости.

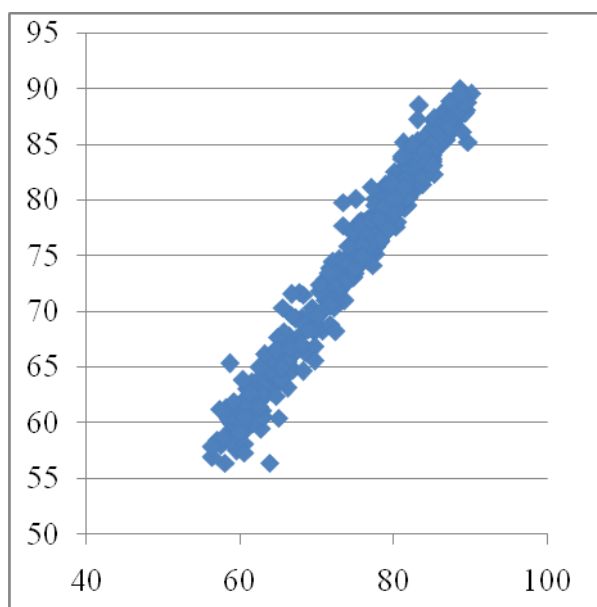


Рис. 4. Диаграмма рассеяния валютной пары AUD/JPY

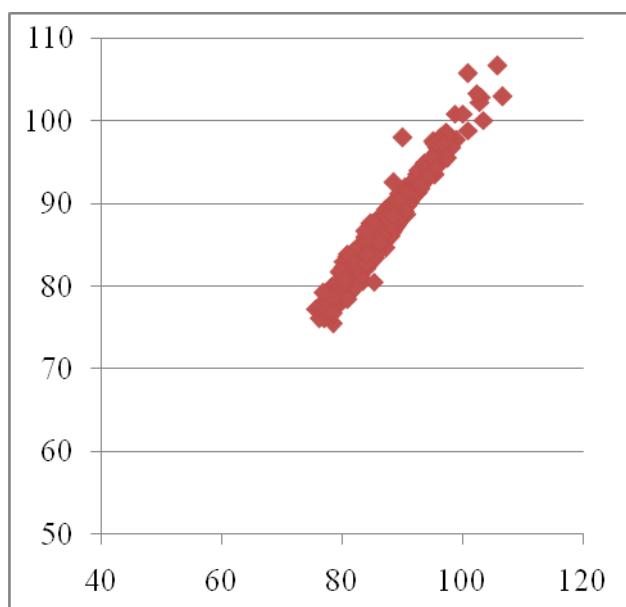


Рис. 5. Диаграмма рассеяния валютной пары CHF/JPY

А теперь построим кросс-корреляцию (рис. 6), чтобы выявить, соответствует ли изображенная на графике информация о связи переменных вычисленному значению (расчетное значение корреляции = 0,54).

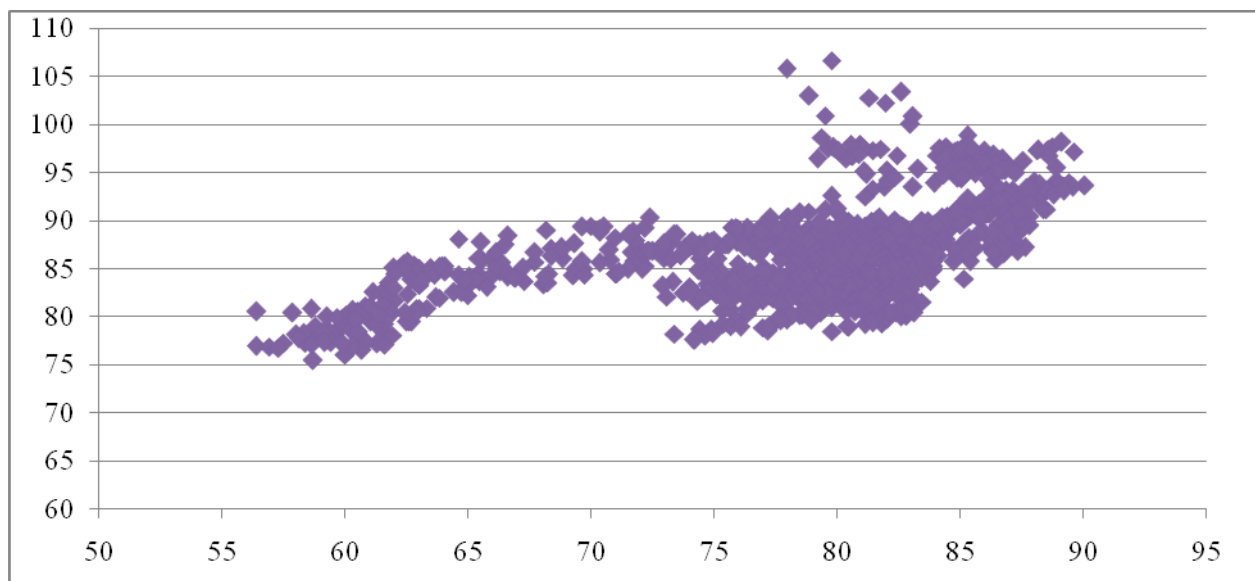


Рис. 6. Диаграмма рассеяния (корреляция) между валютными парами AUD/JPY и CHF/JPY

На диаграмме рассеяния хорошо видно, что связь присутствует, но она средней силы. Фигура стремится к овалу, но он (овал) едва ли угадывается на графике.

При выполнении анализа данных чаще всего значение корреляционной связи высчитывается один раз в начале выполнения работы для всех данных, но правильно ли это? Возьмем не всю выборку (1263 значения), а лишь часть ее. Для начала рассчитаем корреляцию и построим диаграмму рассеяния для выборки данных за 2009 г. Расчетное значение корреляции за этот период между валютными парами AUD/JPY и CHF/JPY составило 0,88, что означает, что между парами существовала сильная связь, но ведь в данных за более длительный период мы отметили только среднюю связь(0,54).

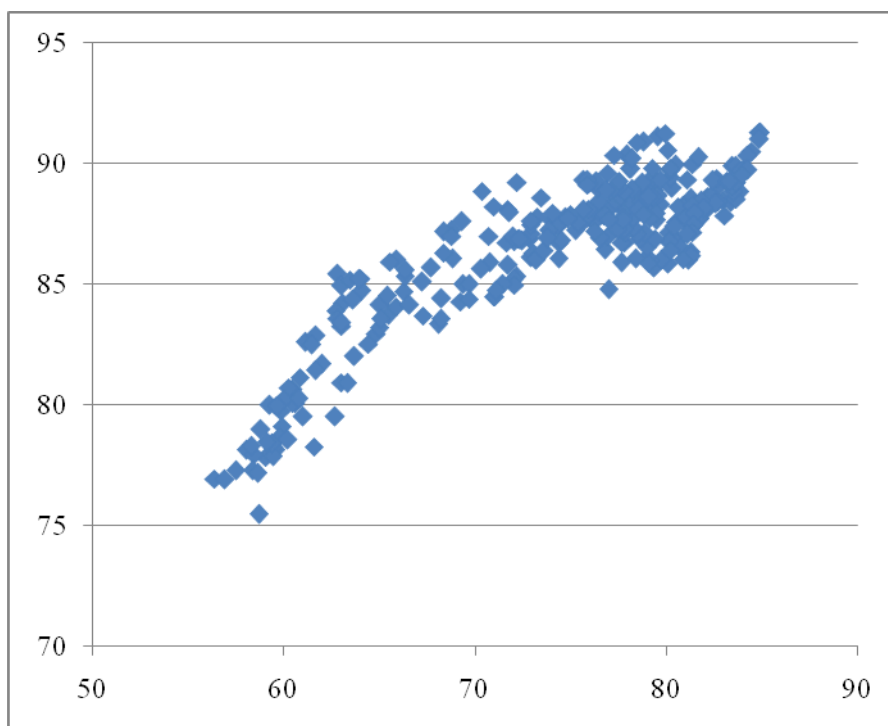


Рис. 7. Диаграмма рассеяния для валютных пар AUD/JPY и CHF/JPY за 2009 г.

Проведем аналогичную проверку для еще более короткого периода времени. Проверим, допустим, корреляционную связь между австралийским долларом и швейцарским франком относительно японской йены за лето 2009 г. Расчетное значение корреляции за этот период между валютными парами AUD/JPY и CHF/JPY составило 0,79.

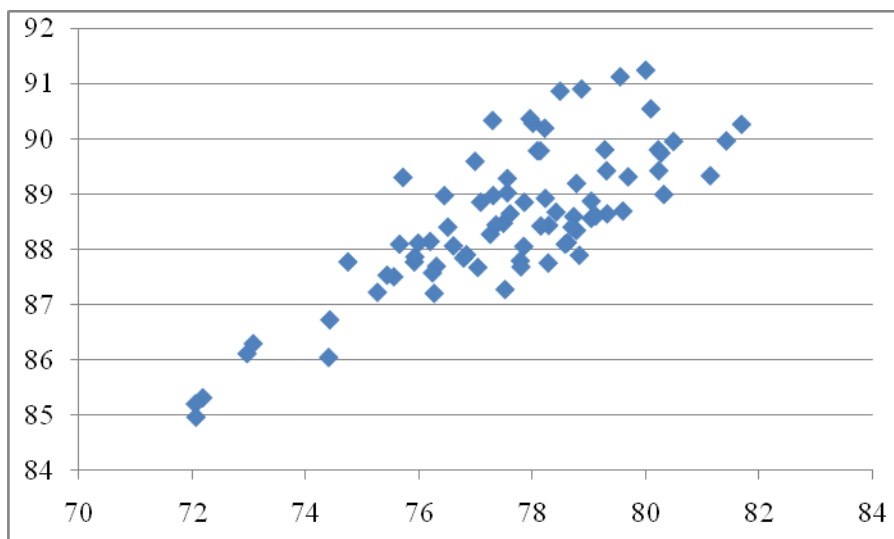


Рис. 8. Диаграмма рассеяния для валютных пар AUD/JPY и CHF/JPY за лето 2009 г.

В качестве вывода нужно отметить, что при взятии одних и тех же данных, но за разные периоды времени, можно заметить, что значения корреляций не одинаковы. Это нужно иметь в виду при анализе временных рядов. Кроме того, было продемонстрировано, что диаграммы рассеяния являются отличным средством наглядного представления корреляционной связи данных. Их преимущество над расчетным значением в том, что можно отследить связь между конкретными значениями. Но отказываться от классического (числового) отображения значения корреляции тоже не является разумным.

Библиографический список

1. *Андерсон Т.* Статистический анализ временных рядов. - М.: "Мир", 1976 г. , 756 с.
2. *Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М.* Анализ временных рядов и прогнозирование. – М.: "Финансы и статистика", 2001. - 228 с.: ил.
3. *Кушнир А.Ф., Лапшин В.М.* Параметрические методы анализа многомерных временных рядов – 1986. – 244 с.
4. *Садовникова Н.А.* Анализ временных рядов и прогнозирование - М.: 2001. - 67 с.
5. *Тараскин А.Ф.* Статистический анализ временных рядов авторегрессии и скользящего среднего- Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 1998. - 64 с.
6. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html> - анализ временных рядов
7. http://www.exponenta.ru/SOFT/STATIST/statistica5_5/23/23.asp - анализ временных рядов в статистике 5.5
8. http://uisrussia.msu.ru/docs/nov/hse_ejournal/2002/1/06_01_06.pdf - экономический журнал ВШЭ. Лекционные и методические материалы. Анализ временных рядов. Канторович Г.Г.
9. <http://ru.investing.com/> - информационный портал Forex

УДК 004.054

Н. А. Петрин

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

В. В. Бураков

д-р техн. наук, доц. – научный руководитель

ОБЗОР СИСТЕМЫ СТАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ИСХОДНОГО КОДА SONARQUBE

В нынешнем мире разработки программного обеспечения роль систем как динамического, так и статического тестирования программного обеспечения резко возросла. Сегодня уже невозможно контролировать вручную всю ту громаду кода, который создается каждый день программистами во всем мире, и на помощь людям приходят системы автоматического тестирования. Такие системы способны проверить соответствие входов программы ее выходам, проверить соответствие архитектуры исходного кода архитектуре разработанной в ТЗ, проверить, на сколько исходный код соответствует правилам кодирования. Одной из таких систем является SonarQube.

SonarQube – современная система смешанного тестирования программного обеспечения. SonarQube может выполнять функции как системы динамического тестирования, так и статического. Система разрабатывается не первый год, активно развивается и поддерживается. Исходный код системы свободно распространяется по лицензии GPL.

Система предлагает возможность работы с более чем 25 языками программирования. В список поддерживаемых языков программирования входят такие как: Java, C/C++, C#, PHP, Flex, Groovy, JavaScript, Python, PL/SQL, COBOL. Как можно видеть, система представляет собой универсальный инструмент в смысле поддержки современных языков программирования.

SonarQube позволяет и помогает экспертам проводить статический анализ исходного кода программного обеспечения, обнаруживая и предоставляя визуальную информацию об архитектурных ошибках, несоответствия кода правилам кодирования и плотности комментариев. Отдельно стоит отметить возможность системы отслеживания дублирования кода – каждый день программисты всего мира используют технику «копировать-вставить», когда у них по каким-то причинам не получается оформить кусок кода в отдельную процедуру. Всякий такой кусочек, в конце концов, должен быть оформлен в виде процедуры. Иначе на поздних этапах жизненного цикла ПО, когда его будут улучшать или использовать отдельные модули в новом ПО, может оказаться, что в кусочках кода есть ошибка и изменять ее придется по всем тексту программы, вместо того, чтобы исправить однажды внутри одной процедуры.

SonarQube – это открытая платформа контроля качества исходного кода, покрывающая 7 осей качества кода:

- архитектура ПО;
- дубликаты кода;
- модульное тестирование;
- сложность тестируемого ПО;
- потенциальные ошибки;
- правила кодирования;
- комментарии.

Кроме того, система имеет возможность настройки «под себя» – выбор стандартов программирования, установки необходимого объема комментариев, установку допустимой степени сложности программы.

Среди особенностей можно также отметить возможность интегрирования системы в IDEclipse, предоставление графиков изменения качества тестируемого программного обеспечения во времени.

Преимущества системы:

- открытость – возможность разработки собственного plug-in, а также переработки системы как необходимо;
- использование совершенно бесплатно, SonarQube распространяется по лицензии GPL;
- покрытие большего количества ошибок и дефектов исходного кода;
- подстройка под конечного пользователя.

К недостаткам же системы можно отнести тот факт, что в качестве окружения используется java-платформа. Это может понизить производительность системы при тестировании проектов размерами от миллиона строк и выше, а также существенно повысить потребляемые ресурсы оперативной памяти.

Рассмотренная система тестирования программного обеспечения способна удовлетворить строгие требования современного мира разработки программного обеспечения, предоставляя инструменты как динамического, так и статического тестирования программного обеспечения, SonarQube представляется самодостаточной системой тестирования и не требует от руководителя проекта поиска других решений тестирования.

Библиографический список

1. Daniel Galin Software quality assurance. From theory to implementation /D. Galin. Pearson Education Limited, Harlow, England, 2004, 590 pp.
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/SonarQube>
3. <http://www.sonarqube.org>

УДК 004.054

Н. А. Петрин

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

В. В. Бураков

д-р техн. наук, доц. – научный руководитель

СИСТЕМА ПОИСКА ДЕФЕКТОВ В ИСХОДНОМ КОДЕ: ХРАНЕНИЕ ПРАВИЛ

Сегодня разработка систем оценки дефектности исходного кода является приоритетным направлением для сообщества разработчиков программного обеспечения, т.к. объемы разрабатываемого исходного кода растут с каждым днем [1]. Код, разработанный сегодня или вчера, может быть использован через несколько лет, от того, насколько данный код будет удовлетворять представляемым к нему требованиям со стороны правообладателя (компании, кафедры), будет зависеть скорость внедрения его в новые системы. Система поиска дефектов в исходном коде, как следует из названия, позволяет искать в исходном коде дефекты, связанные с именованием сущностей программы, нарушением уровня доступа в классах (не соблюдение инкапсуляции данных) и т.д. Используя такие системы, руководитель проекта может контролировать программистов и требовать от них большего соответствия написанного кода стандартам, что, в последствии, ускорит внедрение этого кода в новые системы [2]. Немаловажным атрибутом системы оценки дефектности исходного кода является способ хранения информации об эталонном исходном коде на жестком диске.

Существует два кардинально противоположных способа хранения образов исходного кода: в базе данных или в файлах определенного формата. В случае использования базы данных, всякий раз при обновлении системы будет необходимо либо строить новую базу данных, либо продолжать использовать старую. Это приводит к лишним затратам (в случае создания новой БД) либо накоплению ошибок в базе данных (если продолжать использовать предыдущую базу данных). В случае же хранения данных в файлах эта проблема не присутствует, и внутренняя структура программы может меняться вне зависимости от присутствия или отсутствия старых правил в системе.

Кроме того, стандартизированный файл в будущем можно будет редактировать в специализированной программе, например, в визуальном редакторе. Универсальность такого способа хранения данных является решающей в выборе. Остается понять, как организовать хранение образов кода в унифицированных файлах.

Разумным выбором языка описания образов исходного кода будет являться XML – рекомендованный Консорциумом Всемирной паутины (W3C) язык разметки. Выбор этого языка определяется простотой его чтения, как человеком, так и программой. Существует немало программ и программных библиотек, предоставляющих возможность автоматического разбора xml-файлов [3]. Кроме того, язык является расширяемым – программист может сам создавать новые сущности, главное оставаться в пределах синтаксиса языка, а это значит, что, при расширении возможностей системы оценки дефектности исходного кода, нужно будет задумываться только о том, чтобы новые типы образов правильно распознавались системой, при этом, не переживая за способ их описания.

Разработанный формат данных содержит в xml-файле описания образов в качестве правил поведения. Всякое правило ограничивается тегами <rule></rule>. Внутри тегов находится информация о типе правила – тип кода (эталонный, дефектный), тип правила (именование, уровень доступа и т.д.), тип сущностей, к которым применимо правило и сам образ кода, представленный описанием связанных сущностей. Всякое описание сущности ограничено тегами <entity></entity>, внутри которых находится информация о типе сущности, ее свойствах и ее связях с другими сущностями, например следующее описание:

```
<entity>
  <type_name>var</type_name>
  <type_id>2</type_id>
  <properties>
    <property>
      <type_id>1</type_id>
      <type_name>name</type_name>
      <value>i[a-z, A-Z]([a-z, A-Z])*</value>
    </property>
  </properties>
  <id>2</id>
  <relations>
    <id>1</id>
  </relations>
</entity>
```

представляет сущность типа var (переменная). У представленной переменной есть одно свойство – имя, а точнее закон именования переменной; в описании хранится также информация о том, с какой сущностью переменная в связи (с типом данных) и другая служебная информация.

Как можно видеть, представленный формат данных лаконично представляет образы эталонного или дефектного кода, является при этом наглядным как для человека, так и для программы, которая будет разбирать его. Кроме того, в будущем возможно создание графического редактора представленного формата, чтобы исключить синтаксические ошибки, которые может допустить человек.

Библиографический список

1. Дэвид Хантер, Джефф Рафтер и др. XML. Базовый курс = Beginning XML / Д. Хантер, Д. Рафтер. М.: Вильямс, 2009. 1344 с.
2. Липаев В.В. Программная инженерия. Методологические основы / В.В. Липаев. М.: ТЕИС, 2006. 608 стр.
3. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. Пер. с англ. / М. Фаулер. М.: Издательский дом Вильямс, 2006, 544 стр.

УДК 004.42

Е. В. Филиппова

студент кафедры компьютерной математики и программирования

А. А. Ключарев

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА КАФЕДРЕ

Повышение качества организации учебного процесса вуза в существенной степени зависит от укомплектованности и согласованности основных процессов учебно-методической работы. Проводимая в настоящее время реформа образования сопровождается существенным увеличением количества документов, регламентирующих составляющие учебного процесса [1], и повышением требований к их согласованности. В связи с этим большое значение имеет создание систем автоматизации планирования и сопровождения учебного процесса.

В настоящее время автоматизация учебного процесса производится во многих вузах России, в том числе и в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Существует множество автоматизированных систем [2, 3], реализованных в разных технологиях и имеющих различные подходы к решению задач. Известные коммерческие системы [4] позволяют в целом решить задачу автоматизации ряда процессов вуза, однако, решение задач управления деятельностью кафедры в этих системах проработаны недостаточно.

Целью настоящей работы является концептуальное проектирование одной из составляющих автоматизированной информационной системы (АИС) «Кафедра» связанной с решением задач учета и распределения педагогической нагрузки на кафедре в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов и потребностями учебного процесса ГУАП [1].

В настоящее время в ГУАП принята система документооборота по организации и планированию учебного процесса, представленная на рис. 1. На данной схеме показаны сами документы, регламентирующие составляющие учебного процесса, и их взаимосвязь с их исполнителями и пользователями.

Из схемы видно, что в организации учебного процесса задействованно большое количество подразделений и используется немалое количество документов. Для поддержки подобного документооборота, в таком крупном университете как ГУАП без применения автоматизированных средств требуется достаточно большой штат сотрудников-секретарей, что очень затратно, а также при работе с большим количеством документации сильно повышается вероятность возникновения ошибок, связанных с «человеческой невнимательностью». Поэтому, в течение уже нескольких лет в вузе производятся работы по автоматизации учебного процесса.

На настоящий момент система документооборота ГУАП частично автоматизирована за счет поддержки тремя АИС: «АИС_ГУАП», «Расписание» и «Учебный план».

Все эти системы тесно взаимосвязаны между собой и помогают решать широкий круг вопросов организации учебного процесса в вузе. Но, несмотря на качественную поддержку деятельности таких департаментов, как УМО и деканаты, в данной системе автоматизации кафедральные составляющие требуют дальнейшей проработки.

Таким образом, на сегодняшний день решения таких кафедральных задач, как поддержка рабочих программ дисциплин (РПД), учебно-методических комплектов дисциплин (УКМД), ведение индивидуальных планов преподавателей (ИПП), а также учета и распределения педагогической нагрузки (ПН), остаются плохо автоматизированными. Поэтому большое значение имеет создание АИС управления учебно-методической работой кафедр университета.

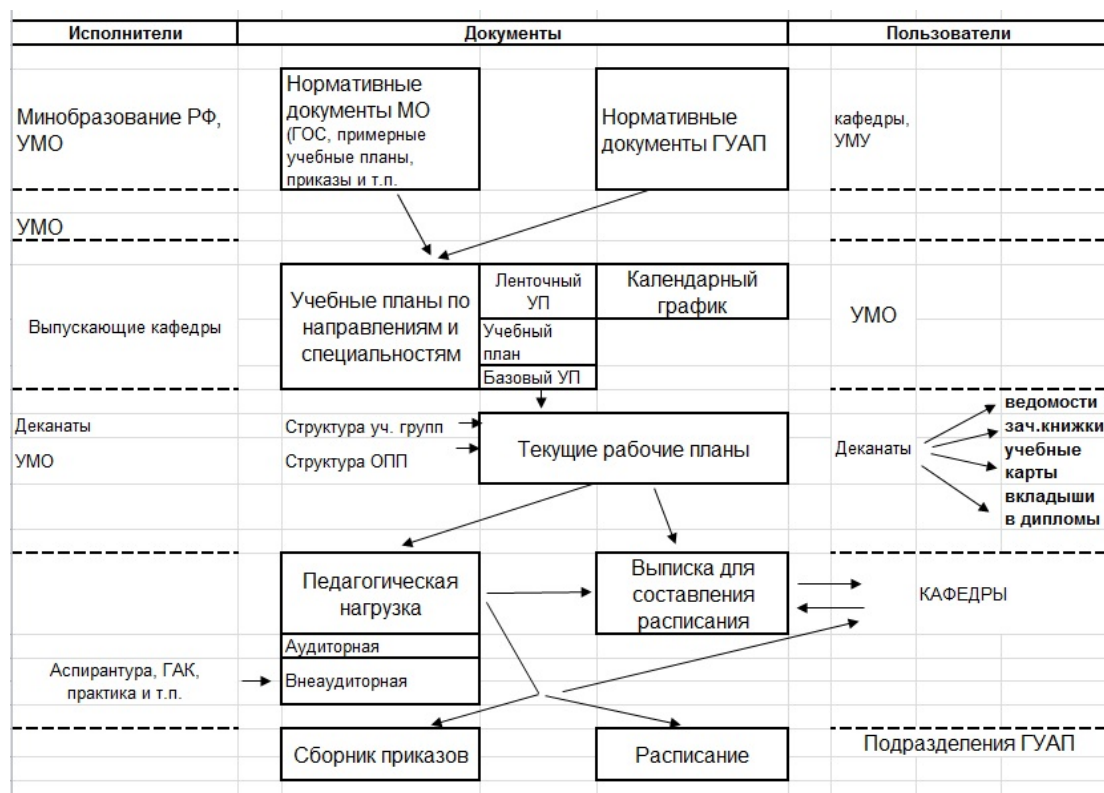


Рис. 1. Система документооборота по организации и планированию учебного процесса в ГУАП

В рамках данной работы были исследованы вопросы связанные с задачами учета и распределения ПН с целью концептуального проектирования одной из составляющих АИС «Кафедра», способной в автоматизированном режиме решать основные задачи распределения и учета ПН на кафедре.

ПН формируется в УМО перед началом каждого учебного года и регламентирует все основные виды учебной деятельности преподавателей. Задача кафедры состоит в таком распределении ПН между преподавателями кафедры, при котором будет обеспечено равномерное распределение ресурсов кафедры и надлежащее качество учебного процесса.

В течение учебного года возможны уточнения и корректировки распределения ПН.

Задачи учета и распределения ПН имеют свой жизненный цикл (ЖЦ), соответствующий одному учебному году (рис. 2). Своевременное выполнение этапов ЖЦ позволяет эффективно управлять деятельностью кафедры и оплатой труда преподавателей.

Структура ПН кафедры приведена на рис. 3. ПН представляет собой действия, которые должен выполнять профессорско-преподавательский состав (ППС) с целью реализации учебных программ университета. ПН измеряется в часах и рассчитывается на каждый учебный год, по семестрам (осенний, весенний).

ПН делится на аудиторную и внеаудиторную. Аудиторная и внеаудиторная ПН отличаются в своей структуре. Аудиторная ПН имеет одинаковую структуру вне зависимости от выбранного подвида, а форма представления внеаудиторной ПН может сильно изменяться в зависимости от того, каким подвигом она представлена. Поэтому подходы к решению задач учета и распределения аудиторной и внеаудиторной нагрузки сильно отличаются.

От качества решения задач распределения и учета ПН этой зависят заработная плата преподавателей, их загруженность, рабочие графики, направление их учебной деятельности, а также общая эффективность проведения учебно-методической работы.

Задачи распределения и учета ПН имеют следующие сложности решения.

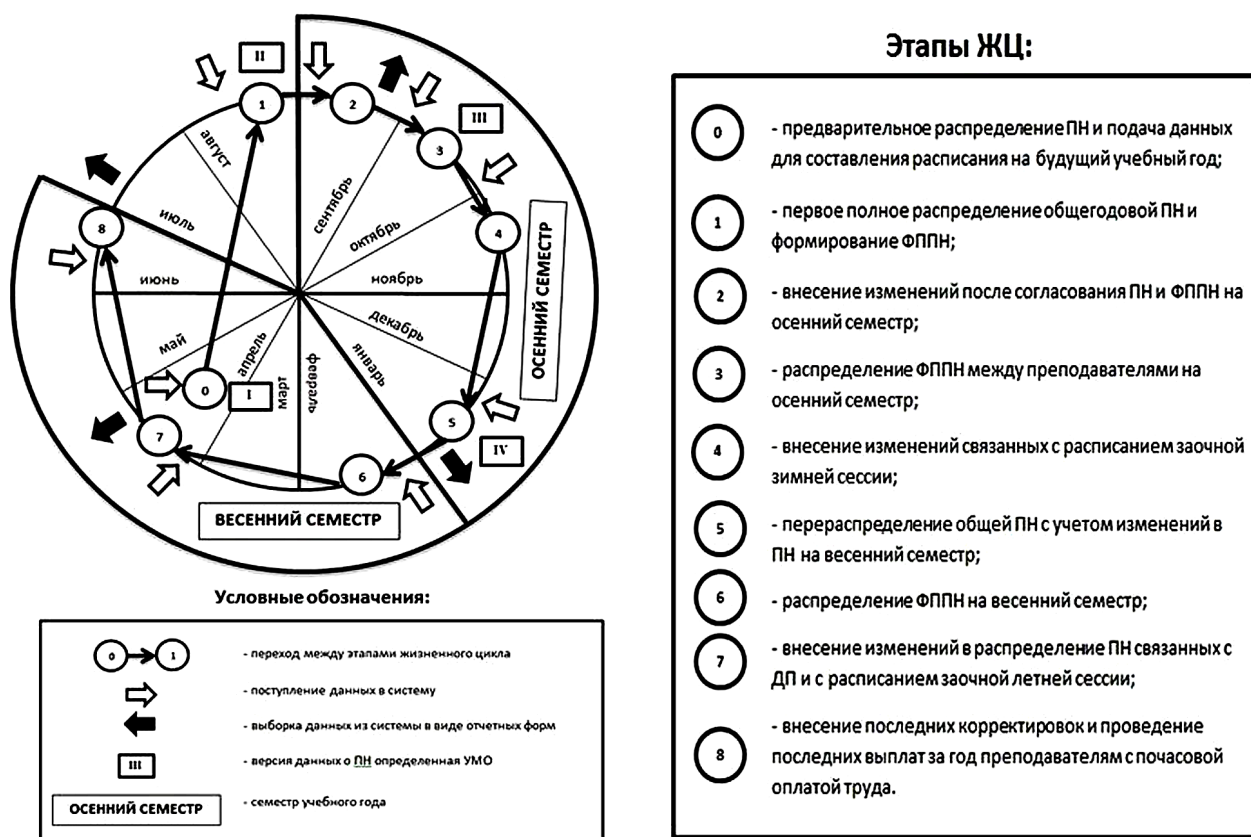


Рис. 2. Диаграмма жизненного цикла решения задач учета и распределения ПН на кафедре

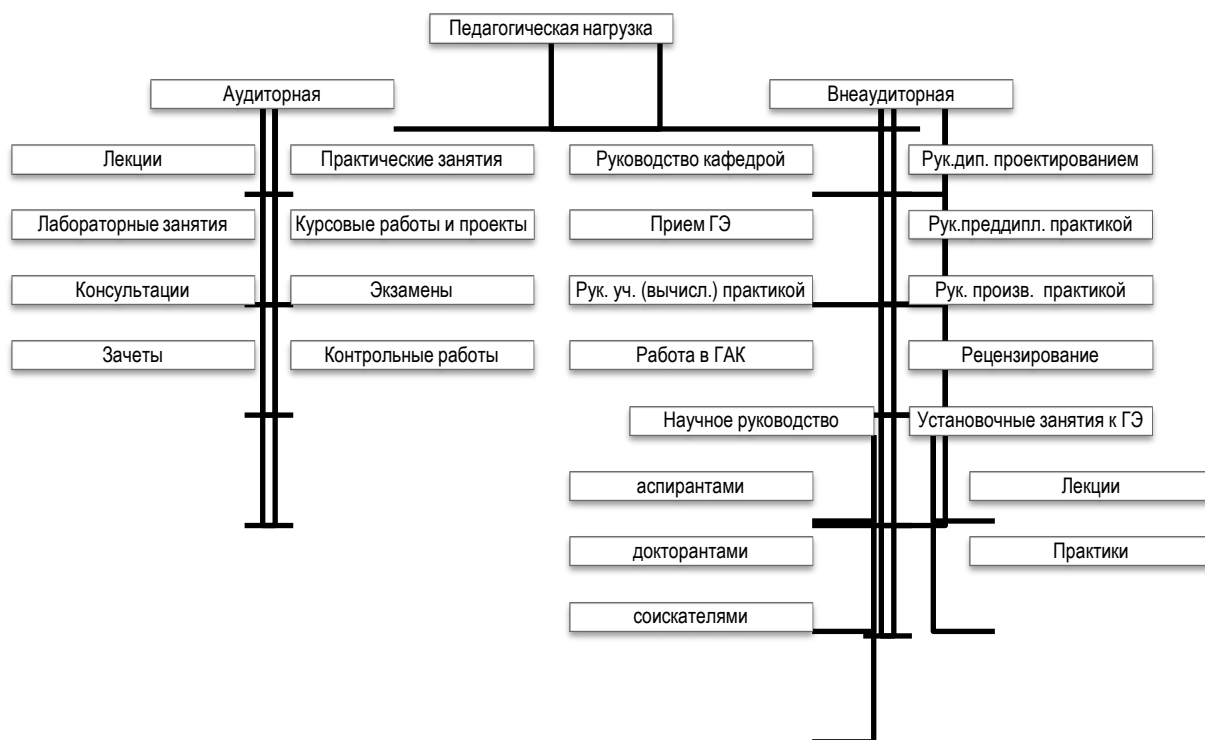


Рис. 3. Виды педагогической нагрузки

Самая первая связана с тем, что формат представления данных о ПН является плохо читабельным для человека. ПН для кафедры из УМО высылается в виде таблиц, которые содержат много строк с разными видами ПН, которые в табличном виде выглядят очень однообразно, и при распределении легко можно спутать строчки между собой и назначить нагрузку не тому преподавателю.

Вторая связана с тем, что ПН измеряется в часах, и данные, которые обрабатываются при распределении и анализе ПН, содержат много чисел, над которыми производятся множество арифметических операций. Если эти подсчеты производит не машина, а человек, то не исключены множественные ошибки, которые могут стать ошибками в выплате заработной платы преподавателям.

Третья сложность связана с тем, что при увеличении объема ПН задача распределения сильно усложняется. Во-первых из-за того, что становится тяжелее находить сделанные ошибки. Во-вторых, для принятия каждого последующего решения о назначении нагрузки преподавателю необходимо видеть общую картину загруженности всех преподавателей, чтобы не превышать установленные нормы. Эта необходимость возникает в связи с тем, что оценить загруженность преподавателей только по числовым значениям при большом объеме ПН не представляется возможным. И в-третьих, необходимо отделять проделанную часть работы (распределенную нагрузку) от оставшейся (нераспределенной) и оценивать прогресс распределения.

Таким образом, автоматизируя процесс распределения аудиторной ПН, нужно позаботиться о трех основных вещах: преобразовать данные ПН в понятный (читабельный) для конечного пользователя (КП) вид, все арифметические операции передать машине и лишь при необходимости давать пользователю возможность работать напрямую с данными, а также визуализировать процесс распределения.

В ходе данной работы был спроектирован и разработан программный модуль (web-приложение), который автоматизирует распределение аудиторной ПН. Программный модуль имеет следующий функционал:

- может распознавать файлы с данными ПН из УМО и загружать их в БД АИС «Кафедра»;
- может открывать загруженные в БД данные в разработанном пользовательском интерфейсе;
- может назначать и снимать ПН с преподавателя;
- может сохранять все проделанные изменения в БД;
- может по результатам распределения генерировать для весеннего и осеннего семестров отчетную форму «Преподаватель-Вид ПН», соответствующую принятой учебно-методическим отделом ГУАП (рис. 4).

Выписка кафедры 43 из расписания занятий весенний семестр 2013-14 учебного года				
Группа(ы)	Дисциплина	Вид занятия	Преподаватель	Время и аудитория
2312Кз	Прикладная информатика	Л		За сеткой
2312Кз	Прикладная информатика	ЛР		За сеткой
4331, 4332, 4336, 4358	Дискретная математика	Л	Петров И.О., доц., к.т.н.	Сб 1 пара. Гаст., а.31_02
4336	Дискретная математика	Пр	Петров И.О., доц., к.т.н.	Сб 3 пара. Гаст., а.24_03

Рис. 4. Отчетная форма «Преподаватель-Вид ПН»

Разработанный пользовательский интерфейс (рис. 5) адаптирован под КП и решает основные сложности распределения ПН, в том числе и для кафедр с большим штатом преподавателей.

В интерфейсе табличный вид представления данных ПН преобразуется в древовидный. За счет этого достигается повышение читабельности данных ПН и увеличивается скорость распределения, так как древовидная структура намного проще для понимания.

Также в данном программном модуле исключается работа напрямую с данными, и пользователь, не может изменить количественные характеристики ПН, что предотвращает появление многих ошибок.

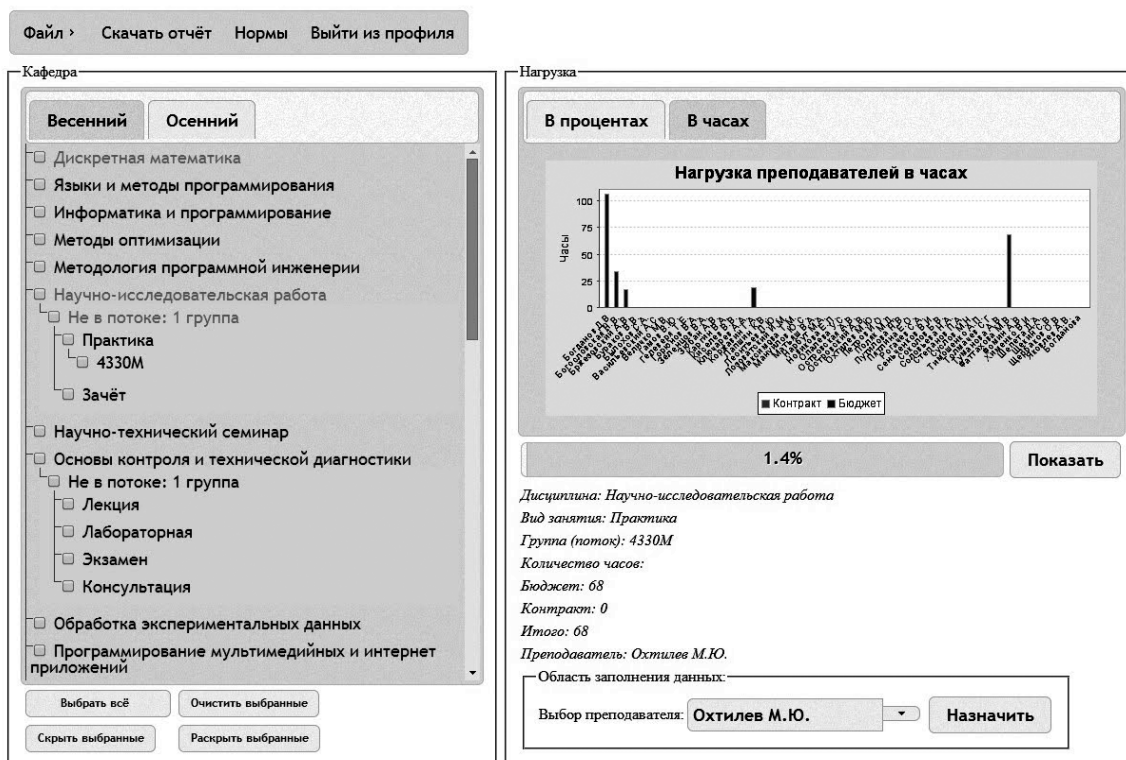


Рис. 5. Пользовательский интерфейс программного модуля распределения аудиторной ПН на кафедре

Такие визуальные средства как гистограмма отображения загруженности преподавателей, индикатор прогресса распределения ПН в процентах, цветовая подсветка ветвей дерева ПН, информационная карточка и прочий инструментарий позволяют намного проще оперировать данными ПН и в интерактивном режиме отслеживать (оценивать) процесс распределения.

Применение вышеописанных решений в программном модуле позволило уменьшить количество ошибок «по невнимательности», значительно повысить качество и равномерность распределения, а также увеличить скорость распределения аудиторной ПН.

В рамках данной работы была исследована установленная часть предметной области организации учебного процесса ГУАП, а именно задачи учета и распределения ПН на кафедре; проанализированы проблемы решения исследуемых задач; предложены конкретные решения по автоматизации; спроектирован и построен программный модуль, который реализует некоторые предложенные решения; получены результаты тестирования, по которым можно судить о повышении качества организации учебного процесса в задачах учета и распределения ПН за счет применения спроектированных средств автоматизации.

Библиографический список

1. Организация учебно-методической и научной работы ГУАП в 2013-2014 учебном году: организационно-методические указания / под ред. А.А.Оводенко, В.И.Хименко. СПб.:ГУАП,2013.264 с.
2. Гаврилец Е.З., Медведева О.А. Интегрированная автоматизированная система организации учебного процесса в вузе// Новые технологии в образовательном процессе. 2007.№9.С. 73-74
3. Автоматизированная информационная система «Педагогическая нагрузка» / под ред. А.В.Тихонравова. М.: Изд-во Моск.ун-та, 2011. – 46 с.
4. <http://www.mmis.ru/Default.aspx?tabid=170> // Автоматизированная система «Нагрузка ВУЗа» ММИС лаборатория

УДК 519.876.5

М. Н. Шелест

студент кафедры моделирования вычислительных и электронных сетей

Е. А. Бакин

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ СРАВНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНОК СМЕЩЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Классической задачей математической статистики является оценка параметров распределения случайной величины по ее реализации. Как правило, существует ряд возможных алгоритмов для решения этой задачи. Традиционно для сравнения различных алгоритмов используется такой показатель, как эффективность [1].

Эффективность оценки $\hat{\theta}_n$ по выборке объема n определяется при помощи функции штрафа $\rho(u)$ и функции риска $R_{\hat{\theta}}(\theta, n)$. Функция штрафа показывает, насколько существенна та или иная ошибка при оценке параметра случайной величины. Под ошибкой в данном случае понимается разница между оценкой параметра и его истинным значением: $u = \hat{\theta}_n - \theta$. Как правило, чем больше ошибка, тем больше штраф. Наиболее изученными являются два вида штрафных функций: абсолютная ($\rho(u) = |u|$) и квадратичная ($\rho(u) = u^2$). Функция риска вычисляется как математическое ожидание от величины штрафа при оценке параметра: $R_{\hat{\theta}}(\theta, n) = M[\rho(\hat{\theta}_n - \theta)]$. Она зависит как от параметра, так и от объема выборки. Зачастую значение функции риска невозможно выразить в замкнутой форме. В таких случаях прибегают к методу имитационного моделирования.

Для решения этой задачи была разработана имитационная модель для сравнения эффективности оценок смещения случайной величины. Подобная задача рассматривается, например, в [2] (задача «Контроль и обработка»). Рассматриваются два ряда наблюдений: X_1, \dots, X_n («контрольная» выборка) и Y_1, \dots, Y_n (выборка под воздействием «обработки»). Эти последовательности могут описывать размеры растений на двух грядках, на второй из которых применяется определенный вид удобрений, а на первой нет. Причем $X_j = \mu + \varepsilon_j$, $Y_j = \mu + \theta + \varepsilon'_j$, где μ – среднее значение параметра, т.е. среднее значение размера растения, θ – качественное улучшение, в данном случае увеличение размера за счет удобрения, ε_j и ε'_j – случайные величины, включающие в себя влияние неучтенных факторов на размер конкретного растения. Допустим, что эти случайные величины независимы и одинаково распределены и $M[\varepsilon_j] = M[\varepsilon'_j]$. Образуют случайные величины $Z_j = Y_j - X_j = \theta + (\varepsilon'_j - \varepsilon_j)$. Из этого следует, что полученное распределение является симметричным, обладает математическим ожиданием равным нулю и смещением равным θ . Таким образом, мы приходим к модели сдвига симметричного распределения.

На первом этапе разработки программного средства была выполнена реализация оценок смещения симметричных распределений. Примерами таких распределений среди непрерывных являются нормальное распределение и распределение Лапласа, среди дискретных – дискретное равномерное распределение и биномиальное распределение при условии, что вероятность равна 1/2. На следующем этапе был разработан интерфейс (рис. 1) при помощи программного средства GUI Matlab [3].

Среди возможностей разработанного интерфейса предусмотрен выбор одного из предложенных симметричных распределений из выпадающего списка:

- нормальное распределение;
- непрерывное равномерное;
- биномиальное распределение;
- распределение Симпсона;
- распределение Лапласа;

— логистическое распределение;

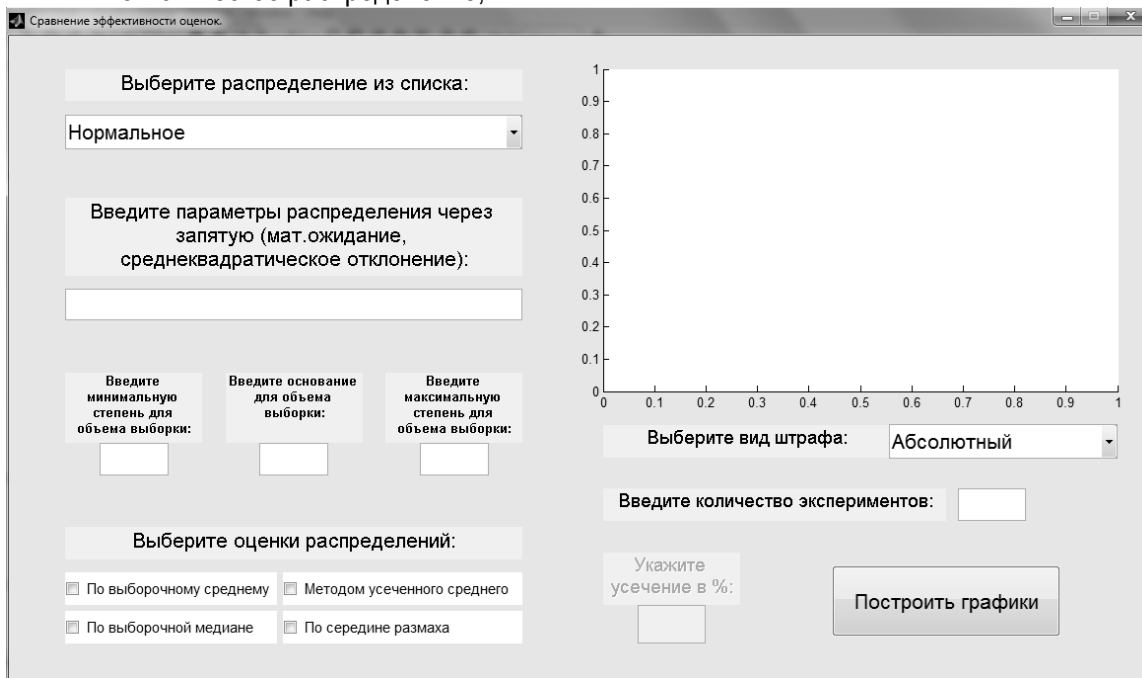


Рис. 1. Интерфейс разработанного программного средства

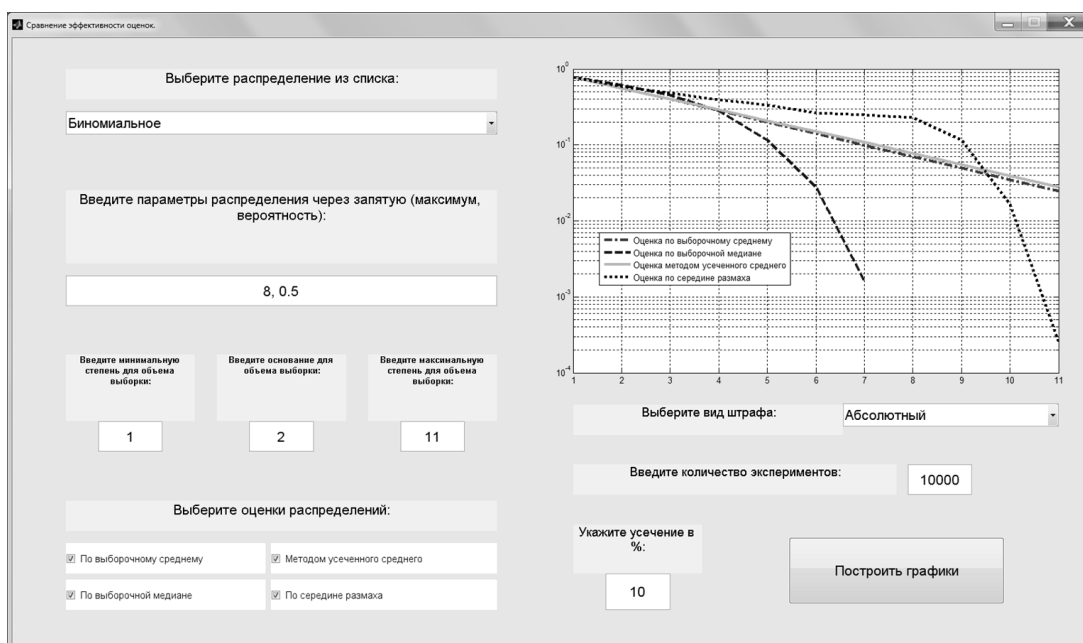


Рис. 2. Пример работы программы

- распределение Коши;
- распределение Стьюдента;
- дискретное равномерное распределение;
- арксинусное распределение.

А также можно задать параметры выбранного распределения, объем выборки, количество проводимых экспериментов и выбрать из выпадающего списка один из предложенных видов штрафа (абсолютный или квадратичный). В данном программном средстве можно произвести оценки четырех типов:

- по выборочному среднему;
- по выборочной медиане;
- методом усеченного среднего (с указанием процента усечения);
- по середине размаха.

Затем по всем введенным данным строятся графики зависимости эффективности оценок от объема выборки в логарифмическом масштабе по оси ординат.

При работе с программой были получены результаты, представляющие интерес с точки зрения последующего анализа. Так, например, при биномиальном распределении. По графику (рис. 2) можно увидеть, что при объеме выборки от 0 до 2^7 эффективной является оценка по выборочной медиане, так как ошибка быстрее стремится к нулю. При объеме выборки от 0 до $\sim 2^{10}$ оценка по середине размаха является неэффективной, а при объеме выборки больше 2^{10} начинает выигрывать по эффективности у всех остальных оценок. В дальнейшем предполагается добавление других параметров, распределений, оценок, функций штрафа и т. д.

Библиографический список

1. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей: Учебник для студ. вузов / Елена Сергеевна Вентцель. — 9-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 576 с.
2. *Лагутин М.Б.* Наглядная математическая статистика: учебное пособие / М.Б. Лагутин. — 2-е изд., испр. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 472 с.: ил.
3. *Дьяконов В.П.* MATLAB. Полный самоучитель./ В.П. Дьяконов. — М.: ДМК-Пресс, 2010. — 768 с.

УДК510.8

А. В. Шкуратова

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

В. И. Хименко

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПОТОКОВ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДИАГРАММ РАССЕЙВАНИЯ

Основной задачей данного исследования, является изучение длительностей интервалов между событиями. Это актуально, так как потоки событий широко используются в описании случайных процессов в различных областях.

Поток событий – это последовательность событий, которые наступают в случайные моменты времени. Некоторые потоки событий обладают свойствами стационарности, ординарности и без последствия.

Потоки событий разделяются на:

- простейшие;
- регулярные;
- регулярные со случайными возмущениями;
- альтернирующие;
- случайные с неоднородной структурой.

Для их исследования будем использовать диаграммы рассеивания, так как они наиболее наглядно отражают зависимость одного фактора от другого. Такое название эти диаграммы получили из-за своего внешнего вида – рассеянной группы точек.

Диаграммы рассеяния являются одним из основных инструментов оценки качества и применяются для:

- изучения процесса;
- исследования связей между параметрами;

- определения природы связей;
- обнаружения факторов, влияющих на показатели процесса (качество, количественный выход, точность ...).

Диаграммы рассеяния помогают визуализировать связь между факторами. На них каждому наблюдению (или элементарной единице набора данных) соответствует точка, координаты которой (в декартовой системе координат) равны значениям двух каких-то параметров этого наблюдения. Если предполагается, что один из параметров зависит от другого, то обычно значения независимого параметра откладывается по горизонтальной оси, а значения зависимого – по вертикальной. В зависимости от вида диаграммы, различают три типа корреляционной зависимости рис. 1:

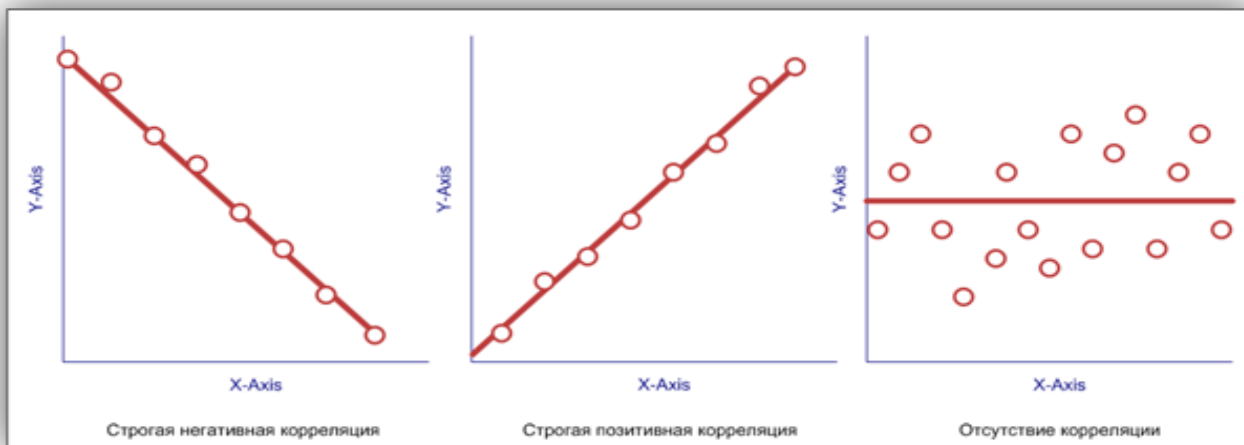


Рис. 1. Виды корреляционной зависимости

Проведем исследования некоторых потоков событий.

Простейший поток (пуассоновский поток событий) – это поток событий, обладающий всеми тремя свойствами (т. е. стационарен, ординарен и не имеет последствия). Название «пуассоновский» связано с тем, что при обладании всеми тремя свойствами число событий, попадающих на любой фиксированный интервал времени, будет распределено по закону Пуассона. Данный поток подчиняется экспоненциальному закону распределения. Построим диаграмму рассеивания для данного потока с выборками: 500, 1000, 5000 значений.

В данном случае диаграммы рассеивания позволяют оценить выраженность закона распределения, что в свою очередь дает выбрать оптимальный размер выборки для дальнейших исследований. Так же она показывает значения интервалов не одинаковые, и имеют определенную закономерность. Следовательно, выборку можно описать как случайную величину.

Регулярный поток – это поток, в котором события следуют одно за другим через строго определенные промежутки времени. Такой поток сравнительно редко встречается в реальных системах, но представляет интерес как предельный случай.

Построив диаграмму рассеивания для данного потока, можно увидеть, что на координатной плоскости процесс превращается в точку. Это и есть главное свойство потока: неизменность интервала между событиями.

Альтернирующий поток – это поток, в котором интервалы между событиями различны, чередуются между собой и подчиняются каждому своему закону распределения.

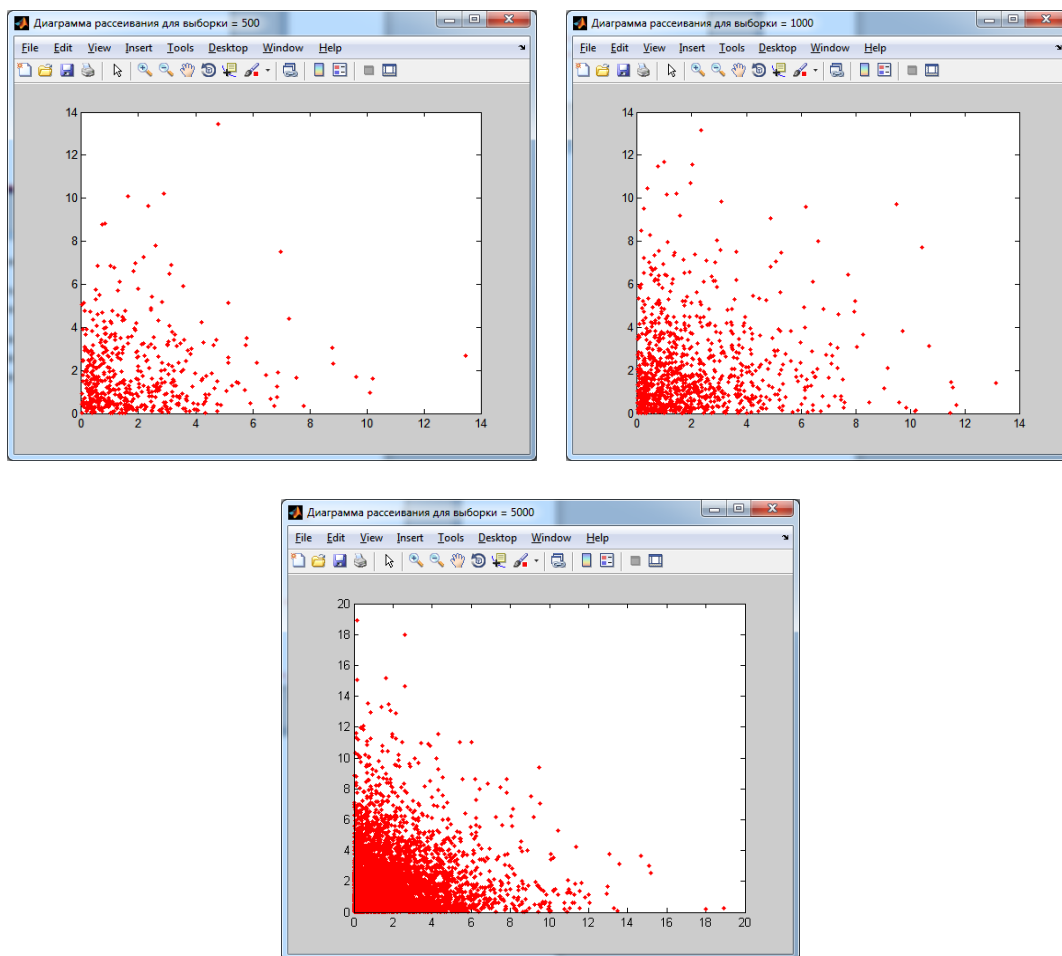


Рис. 2. Диаграмма рассеивания простейшего потока для выборки 500, 1000, 5000 значений

Построим диаграмму рассеивания для данного потока с выборками: 2000, 10000 значений (рис. 3).

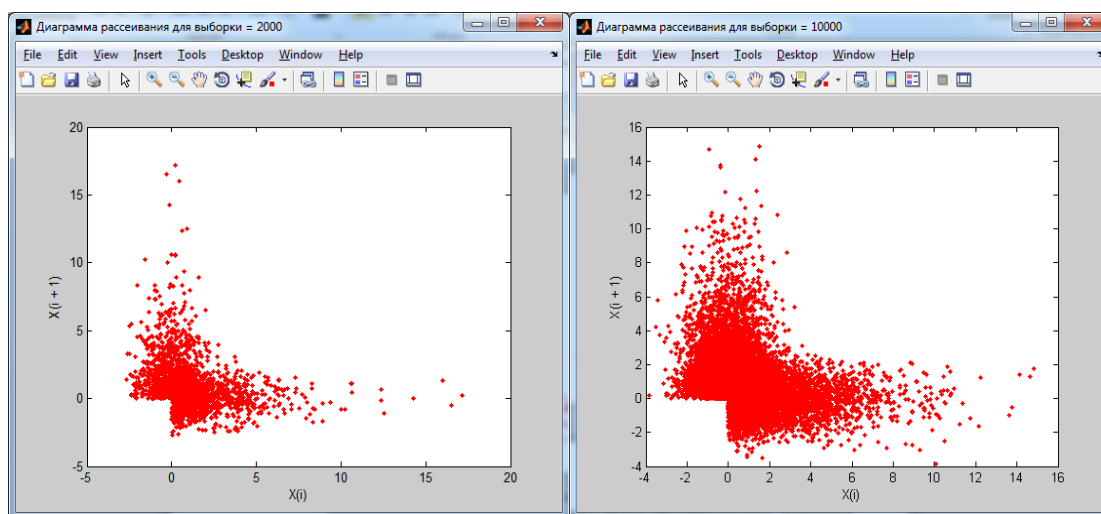


Рис. 3. Диаграмма рассеивания альтернирующего потока для выборки 2000, 10000 значений

По этим диаграммам мы можем оценить взаимосвязь между двумя типами интервалов, а также выбрать оптимальный размер выборки.

Из всего вышеизложенного следует, что диаграммы рассеяния – очень удобный и эффективный инструмент изучения интервалов потоков событий. Это средство позволяет определить закон распределения случайной величины, а также визуализировать ее и наглядно оценить взаимосвязь факторов. Этот метод прост в реализации и позволяет усреднить значения.

Библиографический список

1. Потоки событий [Электронный ресурс]. – 2010. - Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B9 Дата доступа: 05.03.2014.
2. Потоки событий [Электронный ресурс]. – 2012. –Режим доступа: http://edu.nstu.ru/courses/simulation_system/part2.htm Дата доступа: 05.03.2014.
3. Желязны Дж.Говори на языке диаграмм.— Манн, Иванов и Фербер, 2011.—
4. Благовещенский Ю.Тайны корреляционных связей в статистике.—М.: Научная Книга, Инфра-М, 2009.— 158 с.
5. Сигел Э.Практическая бизнес-статистика.— «Вильямс».— 1056 с.

УДК 681.518.5

С. В. Щепетин

студент кафедры вычислительных систем и сетей

Т. Н. Соловьева

канд. техн. наук – научный руководитель

ОБЗОР МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Своевременное обнаружение неисправностей технических объектов в наше время имеет большое значение. При этом особенно важна задача диагностирования систем, не находящихся под непосредственным наблюдением человека, таких как беспилотные летательные аппараты и автомобили.

Целью работы является исследование ряда существующих методов функционального диагностирования на примере модели механической системы – грузовика с прицепом.

В работе рассмотрены четыре основных метода функционального диагностирования линейных динамических систем:

- 1) диагностирование с помощью фильтра Калмана;
- 2) диагностирование с помощью фильтра Бирда;
- 3) диагностирование с помощью обнаруживающего фильтра;
- 4) диагностирование методом избыточных переменных.

Идея первых трех методов заключается в параллельном подключении к объекту его модели. Четвертый метод основан на введении искусственной избыточности.

Метод функционального диагностирования на основе фильтра Калмана отличается тем, что описание в пространстве состояний (ОПС) устройства диагностирования (УД) повторяет ОПС объекта диагностирования (ОД) с добавлением матрицы Калмана для подавления шумов и искажений сигналов [1, 2]. Данный метод применим к ОД с неполной информацией о состояниях.

Фильтр Бирда представляет ОД в виде независимых линейных блоков первого порядка [1]. Преимуществом данного метода является простота диагностики дефектов переменных состояния. Однако для его реализации весь вектор переменных состояния должен быть доступен для измерения.

Обнаруживающий фильтр – это модификация фильтра Бирда, он представляет ОД в виде независимых линейных блоков второго порядка. Данный метод может быть применен, только если объект диагностирования описывается матричным дифференциальным уравнением $\ddot{Y} + A_1\dot{Y} + A_0Y = B_1\dot{U} + B_0U$ [1], где Y – вектор выходных сигналов, а U – вектор входных сигналов

ОД, A_1, A_0, B_1, B_0 – постоянные матрицы соответствующих размеров. Данный метод обеспечивает простоту диагностики групп переменных состояния.

Основным недостатком предыдущих методов является высокая размерность УД, она равна размерности объекта. Метод избыточных переменных не обладает указанным недостатком: порядок УД для контроля всегда меньше или равен порядку ОД. В основу метода положен принцип введения в систему избыточной переменной, которая равна линейной комбинации выходных сигналов ОД [1, 2]. Диагностика может проводиться с точностью до параметра ОД, однако при этом требуется увеличение порядка УД.

Объектом диагностирования в работе является линеаризованная модель грузовика с прицепом в виде механической системы, состоящей из грузов с массами m_1, m_2, m_3, m_4 и пружин с жесткостями k_0, k_2, k_4 , [3]. Эта модель изображена на рис. 1.

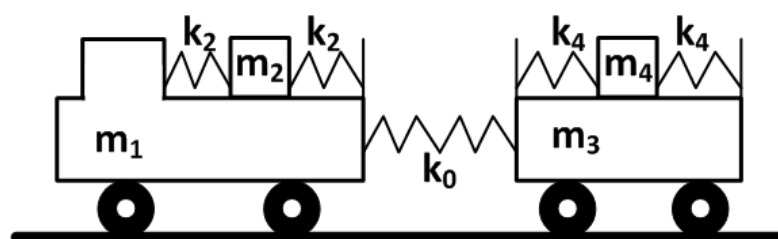


Рис. 1. Модель механической системы

Данная модель описана системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = 2x_2 k_2 - k_0(x_1 - x_3) + u, \\ m_2 \ddot{x}_2 = -2x_2 k_2 - \frac{m_2}{m_1}(2x_2 k_2 - k_0(x_1 - x_3)), \\ m_3 \ddot{x}_3 = 2x_4 k_4 - k_0(x_3 - x_1), \\ m_4 \ddot{x}_4 = -2x_4 k_4 - \frac{m_4}{m_3}(2x_4 k_4 - k_0(x_3 - x_1)). \end{cases}$$

Здесь x_1, x_2, x_3, x_4 – отклонения масс m_1, m_2, m_3, m_4 от положения равновесия, u – входное воздействие (сила тяги двигателя).

На основании этой системы уравнений в среде MATLAB была создана модель ОД восьмого порядка в виде ОПС. Затем были рассчитаны и построены устройства функционального диагностирования для каждого из четырех методов. Проведено компьютерное моделирование работы исправного и неисправного ОД с подключенными УД. В таблице приведены некоторые результаты моделирования для дефекта – отклонения массы второго груза (m_4) на 10% от номинального значения. На вход системы подавался единичный сигнал, что соответствует постоянному воздействию, которое прикладывалось к грузовику (силе тяги двигателя).

Таблица

Сопоставление результатов моделирования

Наименование метода диагностирования	Порядок устройства диагностирования	Число датчиков	Ω
Фильтр Калмана	8	1	0.5
Фильтр Бирда	8	8	0.6
Обнаруживающий фильтр	8	4	0.3
Метод избыточных переменных	3	2	0.2

Величина Ω равна отношению нормы сигнала невязки в случае исправного ОД к норме сигнала невязки в случае неисправного ОД. Наименьшее значение имеет Ω для метода избыточ-

ных переменных. Это означает, что данный метод имеет наибольшую чувствительность к рассмотренному дефекту.

На рис. 2 приведены графики сигналов невязки для двух методов диагностирования.

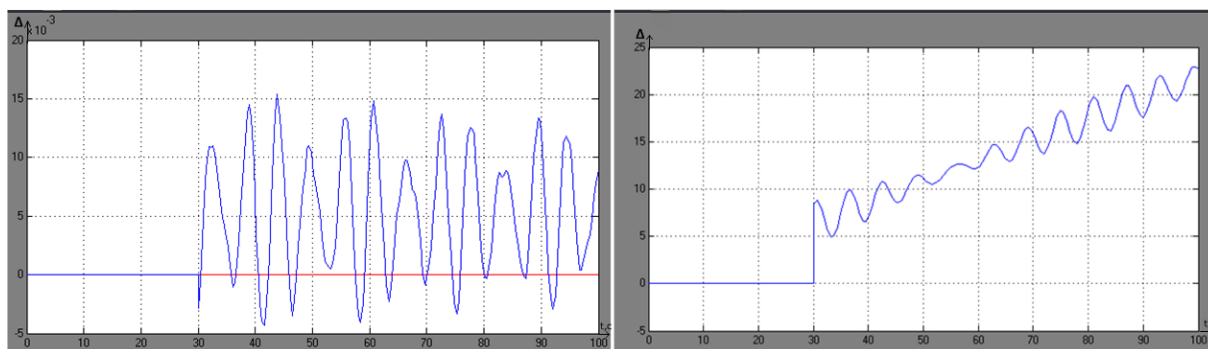


Рис. 2. Графики сигналов невязки:

слева – для обнаруживающего фильтра, справа – для метода избыточных переменных

В левой части рисунка приведен результат, полученный при моделировании метода обнаруживающего фильтра. Для реализации этого метода требуется наличие датчиков перемещения грузовика, прицепа и грузов, то есть ОД имеет четыре выходных сигнала. УД восьмого порядка имеет четыре соответствующих сигнала невязки. В момент времени равный 30 с произошел указанный выше дефект. В этот момент четвертый сигнал невязки стал отличным от нуля, остальные три остались нулевыми. Это означает, что появился дефект груза, лежащего на прицепе.

В правой части рисунка изображен график, полученный при моделировании метода избыточных переменных. Для реализации метода потребовалось наличие датчиков перемещения грузовика и прицепа. В результате ОД имеет два выходных сигнала, а УД – один сигнал невязки. Как видно из графика, в момент времени 30 с УД зафиксировало появление дефекта. Необходимо отметить большую по сравнению с обнаруживающим фильтром амплитуду сигнала невязки и значительно меньший порядок УД (равен трем).

Компьютерные эксперименты показали, что все рассмотренные методы функционального диагностирования позволяют обнаруживать дефекты масс всех четырех грузов ОД и жесткостей всех пружин, а также сохраняют свою эффективность при любой кратности ошибки.

Проведенный анализ позволяет рекомендовать метод избыточных переменных для обнаружения параметрических дефектов исследуемой механической системы, так как он обеспечивает порядок УД меньший или равный порядку ОД, обладает наибольшей чувствительностью к некоторым дефектам и реализуем при любом наборе выходных сигналов.

Локализация дефектов с помощью метода избыточных переменных потребует увеличения порядка УД. В связи с этим, в зависимости от модели дефектов и расположения датчиков на объекте в ряде случаев более целесообразным может быть применение фильтров.

Библиографический список

1. Игнатъев М.Б. и др. Контроль и диагностика робототехнических систем. Л.: Ленинградский институт авиационного приборостроения, 1985, 160 с.
2. Мироновский Л.А. Функциональное диагностирование линейных динамических систем. М.: МГУ-ГРИФ, 1998, 257 с.
3. Горелов В. Математическое моделирование движения многозвенных колесных транспортных комплексов с учетом особенностей конструкций сцепных устройств// Электрон. журн. Наука и образование. 2012. №2.

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И БИОПОДОБНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.627

А. А. Балян

магистрант кафедры компьютерной математики и программирования

Н. А. Данилов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СЖАТОГО ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В СЖАТОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ С ГРАДАЦИЕЙ СЕРОГО БЕЗ ПОЛНОЦЕННОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ

В данной работе предложен алгоритм преобразования цветного изображения, сжатого по стандарту JPEG, в изображение с градацией серого, также сжатого по стандарту JPEG, без полноценного декодирования и кодирования данных.

Для хранения изображений сжатых по алгоритму JPEG, предусмотрен формат, описанный в стандарте JFIF (JPEG File Interchange Format). Стандарт JPEG предоставляет четыре варианта процесса кодирования¹:

- последовательный;
- прогрессивный;
- иерархический;
- сжатие без потерь.

Предложенный алгоритм предназначен для работы с последовательными файлами JFIF.

Упрощенная схема алгоритма последовательного процесса кодирования приведена на рис. 1.

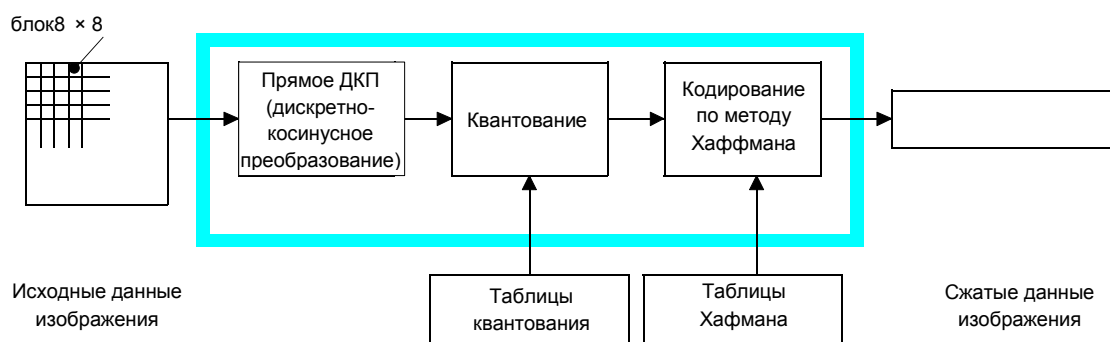


Рис. 1. Алгоритм последовательного процесса кодирования

¹ Стандарт T.81 INFORMATION TECHNOLOGY – DIGITAL COMPRESSION AND CODING OF CONTINUOUS-TONE STILL IMAGES – REQUIREMENTS AND GUIDELINES/ CCITT (THE INTERNATIONAL TELEGRAPH AND TELEPHONE CONSULTATIVE COMMITTEE). 1992

Цветовое пространство исходных данных в стандарте не указывается, но наиболее широко используется пространство YCbCr. Если исходное изображение представлено в наиболее привычном цветовом пространстве RGB (Red Green Blue), то перед реализацией компрессии оно переводится в пространство YCbCr. YCbCr или Y_{C_B}C_R – семейство цветовых пространств, которые используются для передачи цветных изображений в компонентном видео и цифровой фотографии. Y – компонента яркости, C_B и C_R являются синей и красной цветоразностными компонентами.

Из рис. 2 видно, что яркостная компонента Y исходного изображения представляет собой изображение с градацией серого. Таким образом, можно сделать вывод, что для преобразования сжатого цветного изображения в изображение с градацией серого, необходимо вычлени из общего объема сжатых данных компоненту Y. Но для этого необходимо иметь представление о том, как хранятся сжатые данные и где среди них находится интересующая нас яркостная компонента.



Рис. 2. Цветовые пространства RGB и YCbCr

Одним из подготовительных этапов в алгоритме сжатия JPEG является дискретизация. Сначала изображение разбивается на блоки 8x8, называемые единицами данных. Каналы Cb и Cr прореживаются, то есть блоку пикселей присваивается усредненное значение. Например, после прореживания в 2 раза по горизонтали компоненты Y, единицы данных будет иметь соответствие, показанное на рис. 3.

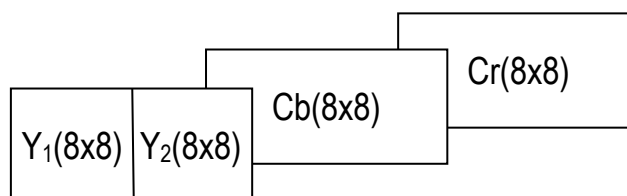


Рис. 3. Минимальный кодируемый блок

Таким образом, четырем единицам данных (блокам 8x8) компонента Y соответствует по одной единице данных компонентов Cb и Cr.

Представленный на рисунке участок изображения называется минимальным кодированным блоком MCU (Minimum Coded Unite), он имеет размер 2x8 X 1x8.

В данном примере получаем частоту дискретизации по горизонтали для Y равной 2, по вертикали – 1, а для Cb и Cr частоты дискретизации равны 1 по обоим направлениям.

Блоки MCU поочередно (слева направо, сверху вниз) кодируются и записываются в файл (рис. 4).

Частоты дискретизации используются разные, а также изображения бывают разных размеров, используются различные таблицы квантования и таблицы Хаффмана, поэтому перед началом прохождения по сжатым данным, необходимо проанализировать вспомогательную информацию, которая содержится в файле JFIF.

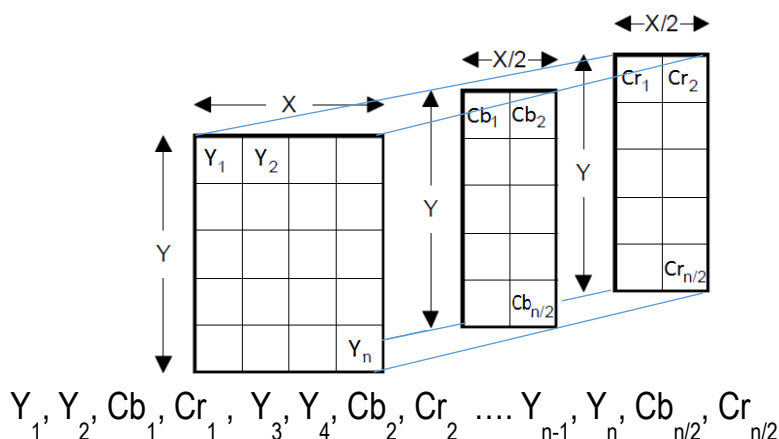


Рис. 4. Структура сжатых данных

JFIF файл состоит из блоков, каждый из которых начинается с маркера – двухбайтового слова-разделителя. Также существуют маркеры, после которых не следует никакой информации, например маркер SOI (Start Of Image) – признак начала изображения.

Структура последовательного JFIF файла представлена в таблице 1.

Таблица 1

Маркер SOI	Start Of Image (FFD8)– признак начала изображения
Маркер APP ₀	Идентификация JFIF-файла и вспомогательные данные
Таблицы квантования	Таблицы квантования для разных компонентов, каждой таблице предшествует маркер DQT (FFD9) и номер таблицы
Таблицы Хаффмана	Таблицы Хаффмана для разных компонентов изображения, каждой таблице предшествует маркер DHT (FFC4), номер таблицы и ее тип
Маркер SOF	Маркер начала кадра (StartOfFrameFFC0), содержит информацию о количестве компонентов, частотах дискретизации и номера таблиц квантования каждого компонента (номера соответствуют номерам из маркеров DQT)
Маркер SOS	Маркер начала скана (StartOfScanFFDA), содержит номера таблиц Хаффмана для каждого компонента (номера соответствуют номерам из маркеров DHT)
Сжатые данные	Последовательность битов, полученная в результате сжатия изображения по алгоритму JPEG
Маркер EOI	End Of Image (FFD9) – признак конца файла

Преобразование сжатого цветного изображения в сжатое изображение с градацией серого без полноценного декодирования выполняется по алгоритму, состоящему из трех основных этапов:

- идентификация;
- изменение содержимого маркеров и запись их в результирующий файл;
- выборка из сжатых данных информации о яркостной компоненте и запись ее в результирующий файл.

Рассмотрим подробнее каждый из этапов.

Идентификация. Необходимо убедиться в том, что поступившие данные являются JFIF-файлом. Для этого достаточно проверить первые одиннадцать байт, они должны составлять следующую строку:

FFD8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00

где [FFD8] – маркеры начала изображения (SOI – StartOfImage); [FFE0] – специфические данные программы APP₀; [00 10] – длина поля маркера APP₀, она может быть отлична от этого значения,

поэтому эти 2 байта при проверке не учитываются; [4A 46 49 46 00] – коды символов J F I F из таблицы ASCII и нулевой байт.

Изменение содержимого маркеров и запись их в результирующий файл. На данном этапе отбрасываются таблицы квантования и Хаффмана, предназначенные для цветоразностных компонентов, так как для изображения с градацией серого эта информация будет лишней. А также изменяется содержимое маркеров SOF и SOS, таким образом, чтобы декодеры в дальнейшем распознавали изображение как однокомпонентное. Измененные данные записываются в результирующий файл.

Выборка из сжатых данных информации о яркостной компоненте и запись ее в результирующий файл. Для получения из сжатых данных компоненты Y, необходимо определить границы между минимальными кодируемыми блоками и единицами данных компонентов, что является непростой задачей. Сложность состоит в том, что данные записаны в виде битового потока, который формируется в результате применения энтропийного алгоритма сжатия Хаффмана. Для того чтобы определить границы единиц данных, необходимо реализовать декодирование Хаффмана.

Декодирование выполняется для всех трех компонентов с параллельной записью битов компоненты Y в результирующий файл.

Таким образом, полученный алгоритм обеспечивает преобразование цветного изображения, сжатого по стандарту JPEG, в изображение с градацией серого, также сжатого по стандарту JPEG, не выполняя при этом полноценного декодирования изображения. Декодирование по стандарту JPEG представляет собой обратную последовательность этапов кодирования. При этом наиболее затратным из них является обратное дискретно-косинусное преобразование, а в предложенном алгоритме выполняется только один из всех этапов декодирования JPEG – декодирование Хаффмана, реализация которого не требует операций над числами с плавающей точкой, что позволяет использовать данный алгоритм в микроконтроллерах широкого применения.

УДК612.816.1

Д. В. Мазайхина

студентка кафедры моделирования вычислительных и электронных систем

В. А. Килимник

канд. техн. наук, ст. науч. сотр. – научный руководитель

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛА В МНОГОКАНАЛЬНОМ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯТОРЕ

Целью данной работы является подбор параметров технических средств для электростимуляции нервно-мышечной ткани. Для достижения поставленной цели требуется рассмотреть механизм действия электростимуляции нервно-мышечной ткани, а также провести обзор параметров электростимуляционного воздействия.

Изучение действия электрического тока на живые ткани организма человека и животных началось в XVIII в. с классических опытов Л. Гальвани и А. Вольта. Дальнейшим развитием знаний в этой области занимались Э. Дюбуа-Реймон, Э. Пфлюгер, Б. Ф. Вериге, Н. Е. Введенский, Г. Ф. Колесников, В. Г. Ясногородский, Л. С. Рахмилевич и другие.

В XX в. были сформированы представления о том, что мышечные сокращения могут быть не только произвольными – происходящими по желанию человека под воздействием сигналов из ЦНС, но и вызванными – под действием генерируемых прибором электрических импульсов. Процедура воздействия импульсных токов на нервно-мышечную ткань получила название электростимуляции или электростимуляции мышц. Прибор, генерирующий электрический ток для раздражения, называется электростимулятором.

Механизм действия электростимуляции основан на одном из основных физиологических свойств нервно-мышечной ткани – возбудимости. Возбудимость – это способность живых клеток

воспринимать изменения внешней среды и отвечать на эти изменения (раздражения) реакцией возбуждения, при которой живая система переходит из состояния относительного физиологического покоя к деятельности, присущей данной ткани или органу. Для нервно-мышечной ткани реакцией возбуждения является сокращение мышечного волокна. Таким образом, при электростимуляции прибор создает особые электрические токи, вызывающие возбуждение (сокращение) мышц путем замещения импульсов, создаваемых центральной нервной системой (рис.1).

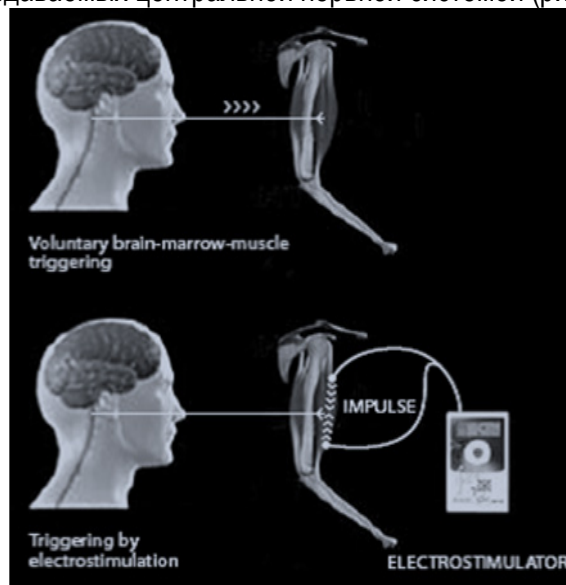


Рис. 1. Механизм воздействия прибора для электростимуляции

Для возникновения возбуждения решающее значение имеет сила раздражителя. Минимальная величина тока, раздражающее действие которого ощущается человеком, называется пороговым ощутимым током (порогом раздражения). Сила раздражения меньше пороговой величины называется подпороговой, а больше пороговой — надпороговой. Чем больше сила раздражителя, тем выше, до определенного предела, ответная реакция со стороны возбудимой ткани. Зависимость между силой раздражителя и продолжительностью его воздействия, необходимого для возникновения минимальной ответной реакции живой структуры, можно проследить на так называемой кривой силы – времени (кривая Гоорвега-Вейса-Лапика) (рис. 2).

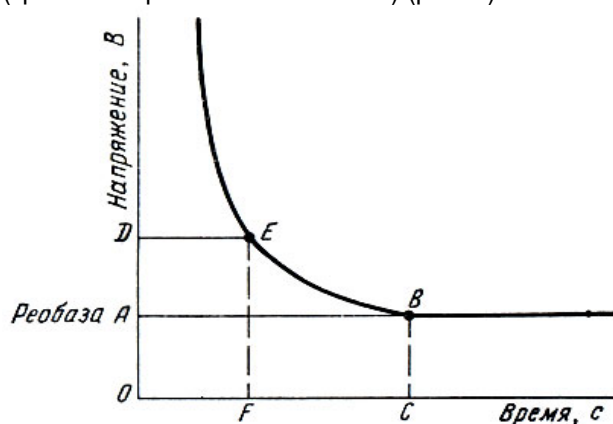


Рис. 2. Кривая силы-времени

Из анализа кривой следует, что, как бы ни велика была сила раздражителя, при недостаточной длительности его воздействия ответной реакции не будет (точки слева от восходящей ветви гиперболы). Аналогичное явление наблюдается при продолжительном действии подпороговых раздражителей.

Электрический сигнал, применяемый для получения вызванных мышечных сокращений, характеризуется множеством параметров, которые позволяют получить разнообразные варианты электростимуляции. Однако не все параметры характеризуются высокой эффективностью. Поэтому значительная часть исследований была посвящена изучению основных характеристик стимулирующих сигналов.

Для проведения электростимуляции можно применять два варианта электрических импульсов – изменяющийся по амплитуде постоянный ток или изменяющийся по амплитуде переменный ток высокой частоты (рис. 3).

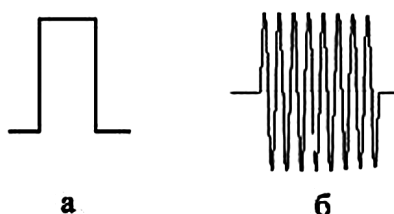


Рис. 3. Варианты электрических импульсов, применяемых для проведения электростимуляции двигательного аппарата
а – постоянный ток, б – переменный ток

Благодаря работам многих исследователей было установлено, что кожа человека оказывает наибольшее комплексное сопротивление постоянному току. Поэтому его применение приводит к возникновению болезненных ощущений и требует большей мощности стимулирующих импульсов. Значительно меньшее сопротивление оказывает кожа человека переменным токам высокой частоты, что позволяет уменьшить мощность стимулирующих сигналов, а также проводить электростимуляцию практически безболезненно. Поэтому в настоящее время действие большинства электростимуляторов основано на генерации импульсов переменного тока различной формы, частоты и амплитуды. Подобные токи получили название синусоидальные модулированные по амплитуде.

Для электростимуляции двигательного аппарата применяются импульсы различной формы (рис. 4).

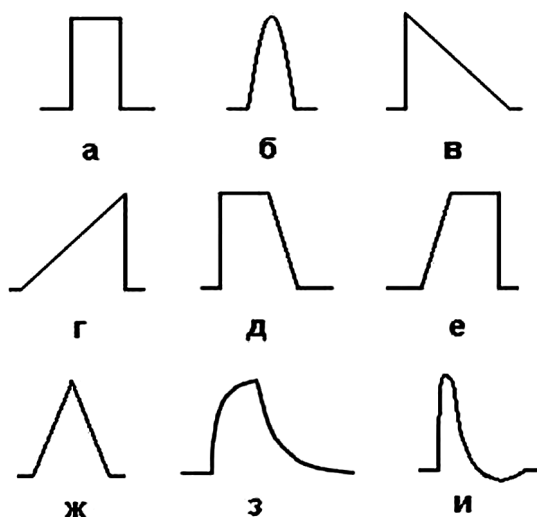


Рис. 4. Формы электрических импульсов, применяемых для электростимуляции двигательного аппарата
а – прямоугольная; б – синусоидальная; в, г – треугольная; д, е – трапециевидная;
ж –остроконечная; з – экспотенциальная (ток Лапика);
и – моделирующая импульс, возникающий в перехватах Ранвье

Изначально применялись прямоугольные импульсы, однако исследования показали, что наибольшей эффективностью обладают сигналы других форм. Так, отечественными физиологами под руководством Г. Ф. Колесникова были проведены исследования, в которых они оценивали эффективность электростимуляции двигательного аппарата электрическими импульсами различной формы. Было установлено, что оптимальная электростимуляция возможна в том случае, когда частота следования и форма стимулирующих сигналов соответствует физиологическим свойствам нервно-мышечных структур. В данном случае стимулирующие импульсы соответствовали форме тока, генерируемого в перехватах Ранвье двигательных нервов. Электростимуляция такими токами показала полное отсутствие болезненных ощущений и потребовала наименьших энергозатрат, а также позволила вовлекать в сократительный процесс практически все волокна стимулируемой мышцы. В результате исследований был сделан вывод, что приближение параметров стимулирующих сигналов к физиологическим сводит к минимуму явления дискомфорта и требует меньших величин тока для получения полного сокращения стимулируемых мышц.

Для проведения электростимуляции двигательного аппарата применяются электрические импульсы различных частот. При использовании синусоидальных модулированных по амплитуде токов следует различать частоту модуляции (следования) и несущую. В ходе многочисленных исследований было установлено, что наиболее выгодными для электростимуляции двигательного аппарата являются синусоидальные токи частотой от 2000 до 10000 герц, при таком диапазоне несущих частот болевые ощущения минимальны. От частоты следования импульса зависит эффект, который требуется получить в ходе электростимуляции. Частота следования показывает, сколько одиночных импульсов в секунду воздействует на мускулатуру в течение фазы напряжения. При этом каждый импульс приводит, соответственно, к одному сокращению мышцы. При повышении частоты следования импульса повышается количество сокращений мышц. Очевидно, что одиночные сокращения мышц возможны только при маленькой частоте раздражений, а при высокой частоте мышца сокращается тетанически. Было обнаружено, что частота следований импульсов 50 – 200 Гц является оптимальной и влияет как на двигательные, так и на чувствительные нервы.

Как уже отмечалось выше, принято различать подпороговую (преимущественно направленную на рецепторное воздействие), пороговую (при которой начинают сокращаться стимулируемые мышцы) и надпороговую электростимуляцию двигательного аппарата. Во всех случаях сила (соответственно и напряжение) тока электростимуляции зависит от его плотности на единицу площади электродов, величины сопротивления на участке электрод-кожа, возбудимости тех мышц, которые подвергаются стимуляции и индивидуальных особенностей тела человека. Обобщая сведения, имеющиеся в литературе можно отметить, что в большинстве случаев мышцы при чрескожной электростимуляции начинают сокращаться при величине напряжения импульсов 10 – 20 V (величина тока при этом достигает 10 – 20 mA). В отдельных случаях диапазон амплитуд импульсов бывает весьма широким и может достигать 200 V (200 mA). Следует также отметить, что характер ответных реакций мышц от амплитуды стимулирующего сигнала не подчиняется линейным законам. При повышении амплитуды сигнала сила сокращения мышц сначала растет, затем уменьшается, а при превышении определенного значения мышца перестает сокращаться. Следовательно, величина по напряжению и току стимулирующих сигналов может быть разнообразной и зависит от задач электростимуляции, площади электродов, величины сопротивления на участке электрод-кожа, возбудимости мышц и индивидуальных особенностей тела человека.

При проведении электростимуляции двигательного аппарата необходимо учитывать большое число временных параметров. Прежде всего, это длительность стимулирующего импульса, во время которого на мышцу действует электрический ток. Установлено, что в зависимости от формы тока продолжительность одного стимулирующего импульса может быть от 0,8 мс до 3,0 мс. Помимо этого, при проведении электростимуляции двигательного аппарата большое значение имеют длительность периода напряжения и длительность периода расслабления мышц. В зависимости от задач, поставленных перед электростимуляционной тренировкой можно выполнять скоростные сокращения мышц при подаче частых и коротких по продолжительности раздражений (например, периоды напряжения и расслабления составляют 0,2 с) или выполнять длительные напряжения мышц при

подаче более редких, но более продолжительных раздражений (например, периоды напряжения и расслабления составлять 1 с). По данным ряда ученых, при проведении электростимуляции длительность периода напряжения может колебаться от 2,5 с до 10 с, а длительность периода расслабления мышц от 2,5 с до 50 с в зависимости от поставленных задач.

Для достижения наилучшего результата электростимуляции и оптимизации использования прибора при разработке подбираются параметры различных программ воздействия как показано на рис. 5.

№	Наименование программы	Длительность	Частота	Продолжительность импульса	Пауза импульса	Повышение импульса	Длительность импульса	Вид импульса	Все каналы в равной мере
1	Базовая тренировка 1	10 мин.	85 Гц	2 сек.	5 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
2	Базовая тренировка 2	10 мин.	85 Гц	3 сек.	5 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
3	Базовая тренировка 3	15 мин.	85 Гц	3 сек.	5 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
4	Базовая тренировка 4	20 мин.	85 Гц	3 сек.	5 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
5	Продвинутый 1	10 мин.	85 Гц	4 сек.	6 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
6	Продвинутый 2	10 мин.	85 Гц	4 сек.	4 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
7	Продвинутый 3	15 мин.	85 Гц	4 сек.	4 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да
8	Продвинутый 4	20 мин.	85 Гц	4 сек.	4 сек.	0 сек.	350 мкс	двухполюсный	да

Рис. 5. Режимы электростимуляции тренажера mihabodytec

При проведении процедуры электростимуляции для каждого канала прибора формируется импульс переменного тока. Как показано на рис. 6. между генерируемыми электростимулятором сигналами необходима задержка для исключения интерференционных явлений между каналами при совпадении частот. На практике формирующий импульс выбирают прямоугольной формы, так как он является наиболее удобным для реализации, далее его заполняют сигналами экспоненциальной, трапецевидной и другой формы. Генерируемый прибором импульс должен иметь биполярную форму, чтобы компенсировать химические процессы в клетках мышц.

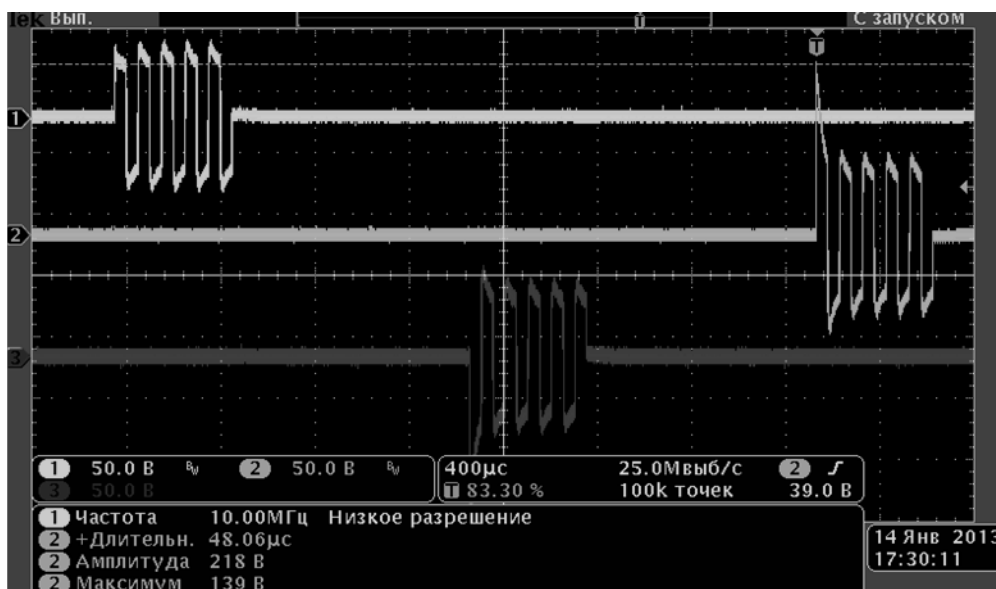


Рис. 6. Формирование стимулов одинаковой длительности и частоты прибором КУЛОН-3М

Сам прибор должен быть портативным и удобным, для этого требуется наличие цифрового экрана для диалога с пользователем и минимальное число кнопок на панели для упрощения работы с электростимулятором. Наглядно эти требования отражает электростимулятор (рис. 7), сделанный в научно-исследовательском отделе биотехнических проблем Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Ранее создавались двух- и трехканальные стимуляторы, что ограничивало число стимулируемых мышц, поэтому в настоящее время целесообразно за минимальное число каналов принять 4.



Рис. 7. Внешний вид стимулятора КУЛОН - 3М

Обобщая изложенное выше можно сделать выводы.

1. Импульсный электрический ток, применяемый для электростимуляции, обладает большим количеством характеристик, что обуславливает различные эффекты этого метода. Основные параметры тока для электростимуляции можно свести в таблице.

Параметр	Значение
Ток	Переменный модулированный по амплитуде
Форма импульса	Экспотенциальная, прямоугольная и др.
Несущая частота	2000 – 10000 Гц
Частота следования	50 – 200 Гц
Длительность одного стимула	0,8 мс – 3,0 мс
Длительность периодов напряжения/ расслабления	2,5 с – 10 с / 2,5 с – 50 с
Величина тока	10-200mA

2. В многочисленных исследованиях прошлого века отмечается, что электростимуляция приводит не только к возбуждению нервно-мышечных структур, но и влияет на трофические процессы в мышце и во всем организме, что обуславливает неспецифическое усиление основных функций организма. И тем самым объясняет положительный лечебный, профилактический и тренировочный эффект электростимуляции двигательного аппарата. В настоящее время метод электростимуляции мышц применяется в спортивных тренировках для улучшения мышечных характеристик, а также в реабилитационной медицине для восстановления свойств мышц после травм и

операций. Также известно, что длительное применение ЭМС с целью оптимизации двигательной активности помогает увеличить массу, силу, мощность, иннервацию и выносливость мышц.

3. На основе подбора параметров технических средств для электростимуляции можно приступить к следующей задаче, а именно разработке отдельных модулей, которые отвечают за генерацию импульсных сигналов и взаимодействие с пользователем.

Библиографический список

1. Бередикус Ю. Ю. Очерки клинической электроники. М.: Медицина, 1974. 217 с.
2. Физиология человека/ С. А. Георгиева, Н. В. Беликина, Л. И. Прокофьева, Г. В. Коршунов, В. Ф. Киричук, В. М. Головченко, Л. К. Токаева. М.: Медицина, 1981. 480 с.
3. Николаев А. А. Электростимуляция в спорте: Учебное пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений физической культуры. Смоленск: СГИФК, 1999. 74 с.
4. Фрейзер П. Микрокомпьютеры в физиологии. М.: Мир, 1990.
5. Утямышева Р. И. и Враны М. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей. М: Энергоатомиздат, 1938. 384 с.
6. Электростимуляция мышц в спортивной медицине. URL:<http://www.sportmedicine.ru>
7. Руководство по эксплуатации mihabodytec. URL:<http://www.aleri.ru>

УДК 12.04.421

О. Ю. Радченко

студент кафедры моделирования вычислительных и электронных систем

В. А. Климиник

канд. техн. наук, ст. науч. сотр. – научный руководитель

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ МЕТОДОМ СФИГМОГРАФИИ

Пульсовая волна является физиологическим феноменом, наблюдаемым в артериальной системе во время циркуляции крови. Одно сокращение сердца выталкивает определенный объем крови. Этот объем движется по артериям благодаря обратной трансформации между кинетической энергией части объема вытолкнутой крови и потенциальной энергией растянутой части эластичных стенок сосудов. Мы можем наблюдать изменения давления, кровообращения, скорости и состояния во время распространения пульсовой волны. Она также может использоваться для определения эластичности стенок артерий. В зависимости от эластичности стенок кровеносных сосудов, время, через которое отраженная волна вернется обратно в исходную точку, может быть разным. Чем позже волна вернется – тем эластичнее артерии.

Анализ скорости распространения пульсовой волны является классическим индексом артериальной жесткости и прогностическим фактором смертности в результате сердечнососудистых заболеваний у людей, страдающих гипертонией.

Существует такой метод графической регистрации пульсовых колебаний, как сфигмография.

Сфигмография – это регистрация пульсовых колебаний стенки артерий. Сфигмограммы регистрируют с помощью специальных датчиков, преобразующих механические колебания в электрические. Датчики устанавливают на участках тела с отчетливо выраженной пульсацией артерий – на сонной, подключичной, бедренной и лучевой артериях.

Как самостоятельный метод, сфигмографию используют для оценки состояния артериальных стенок, диагностики некоторых заболеваний, в частности клапанных пороков сердца. Полученные данные позволяют судить об артеросклерозе определенных участков сосудов, гипертонической болезни и ряде других патологических процессов, при которых нарушается эластичность сосудов

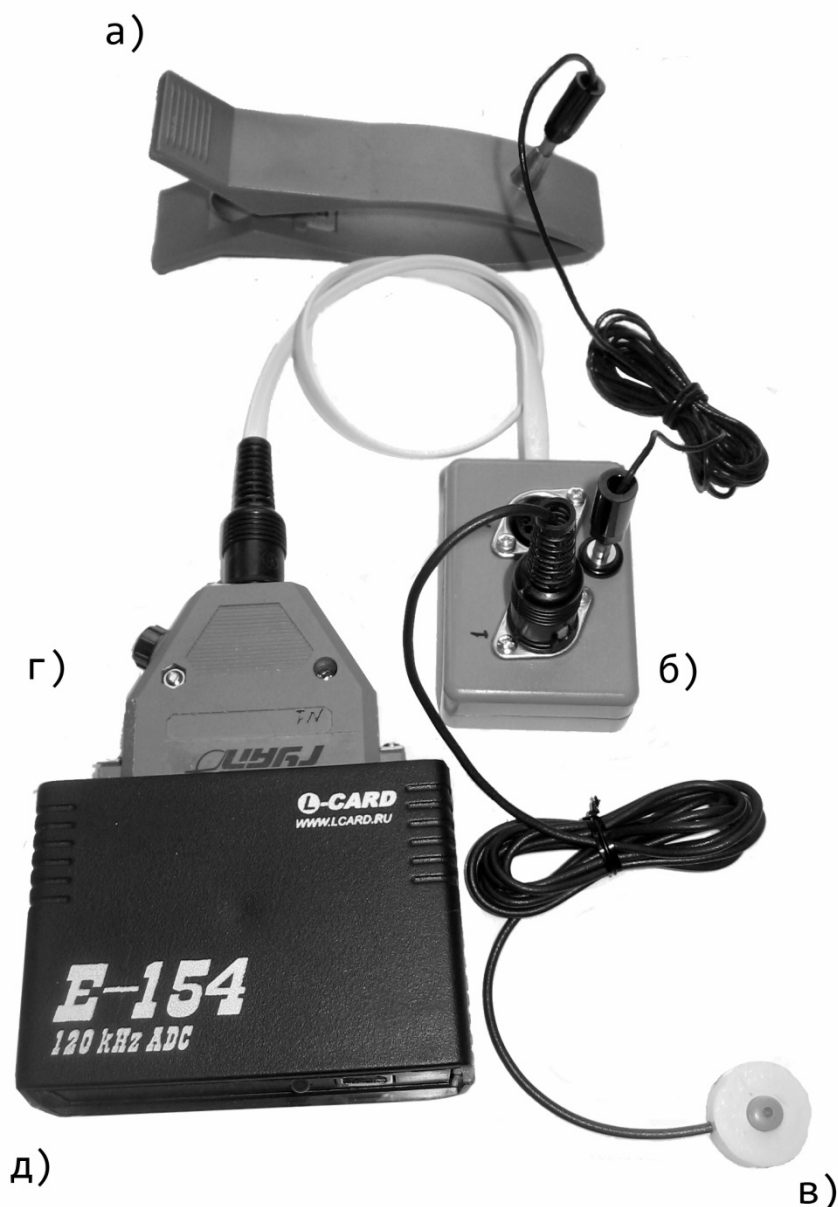


Рис. 1. Внешний вид комплектующих системы
 а) зажим с контактом заземления; б) разветвитель на 2-DIN гнезда;
 в) два пьезоэлектрических датчика; г) переходник с разъема входного порта на разъем DIN; д) аппаратный модуль E-154

Было предложено протестировать разработанный в СтЭЛа-2 сфигмограф, главными критериями при создании которого являлись простота, доступность, возможность использования для проведения лабораторных работ и в домашних условиях с помощью компьютера.

Внешний вид системы представлен на рис. 1.

Техника регистрации достаточно проста: необходимо одновременно записать сфигмограммы с двух или нескольких участков сосудистой системы. Для этого на место пульсации сосудов, накладываются датчики, в качестве которых, в нашем случае, используются пьезоэлектрические датчики (рис. 2.), сигнал от которых идет на регистрирующее устройство. Далее определяется время запаздывания пульса на дистальном отрезке артерий по отношению к центральному пульсу и определяется расстояние между двумя исследуемыми точками.



Рис. 2. Пьезодатчик, разработанный в СтЭЛа-2

Разработанный пьезоэлектрический датчик является простейшим аналогом датчика тона Короткова. Данный датчик при большом входном сопротивлении усилителя имеет практически линейную характеристику в диапазоне частот 2 – 200 Гц. Построенный таким образом пьезоэлектрический датчик можно считать конденсатором, в котором в качестве диэлектрика выступает сам кристалл, работающий как генератор электрических зарядов, приводящих к появлению электрического напряжения V на электродах.

Для того чтобы определить скорость распространения пульсовой волны C , надо путь, пройденный этой волной, выраженный в см L , разделить на время запаздывания пульса в секундах T : $C = L/T$.

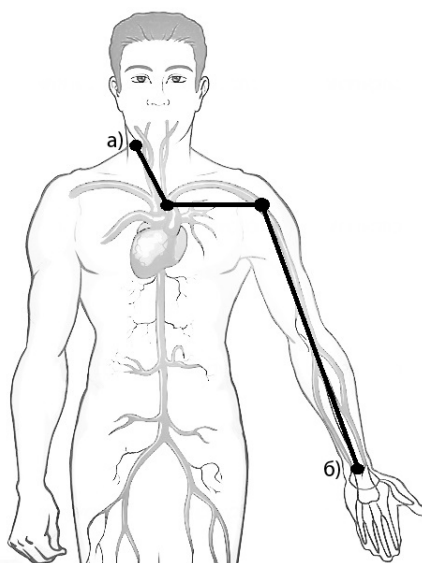


Рис. 3. Определение расстояний между приемниками пульса – «датчиками» (L)
а) место размещения первого датчика; б) место размещения второго датчика

В ходе работы мы измеряли скорость распространения пульсовой волны для артерий мышечного типа, путем снятия одновременной сфигмограммы с сонной и лучевой артерии.

Расстояние между приемниками пульса будем считать равным $L=63$ см.

Сигналы с датчиков регистрируются с помощью программы LGraph2, которая устанавливается на ПЭВМ, и аппаратного модуля E-154.

LGraph2 это бесплатно распространяемая программа, предназначенная для регистрации, визуализации и обработки аналоговых сигналов, записанных с помощью измерительных плат или модулей АЦП производства (в нашем случае с помощью внешнего модуля АЦП/ЦАП E-154).

Для получения времени запаздывания был взят момент времени в приближенной точке начала анакроты как для сфигмограммы сонной, так и для сфигмограммы лучевой артерии.

Момент времени в точке (1) рис. 5. сфигмограммы сонной артерии $t_c=41.0254$ с.

Момент времени в точке (2) рис. 5. сфигмограммы лучевой артерии $t_l=41.0965$ с.

$C = L/T$ – формула вычисления скорости распространения пульсовой волны.

$T = t_l - t_c$; $T = 41.0965\text{с} - 41.0254\text{с} = 0.0711$ с.

$C = 0.63 / 0.055 = 8.8$ м/с.

Обычно при нормальной эластичности сосудов этот индекс равен 5 – 8 м/с, но при большой жесткости артериальных стенок его значение может достигать 14 м/с.

К преимуществам данного комплекса, кроме его простоты и низкой стоимости, можно отнести и дополнительные возможности, которые могут быть реализованы, благодаря наличию в комплексе ПЭВМ:

- запись сфигмограмм в виде файлов на жесткий диск или иной энергонезависимый носитель;
- возможность компьютерной обработки данных файлов с выдачей конкретных рекомендаций пациенту;

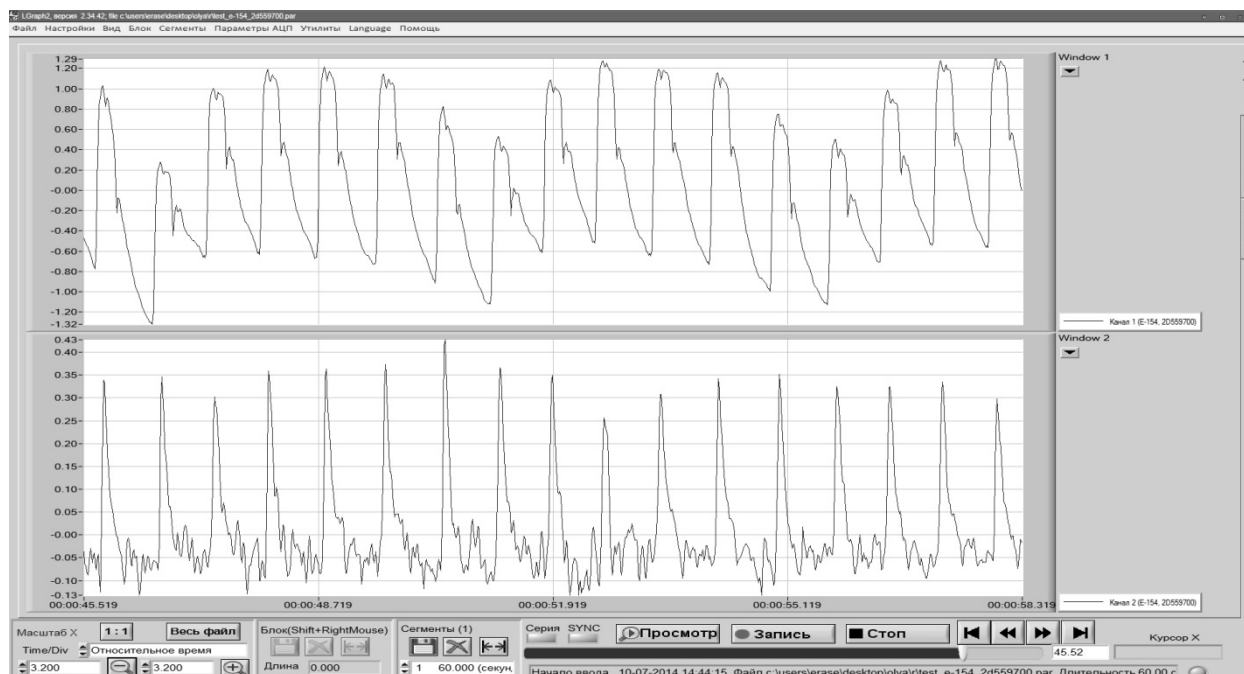


Рис. 4. Пример записи сигналов. Интерфейс программы LGraph2

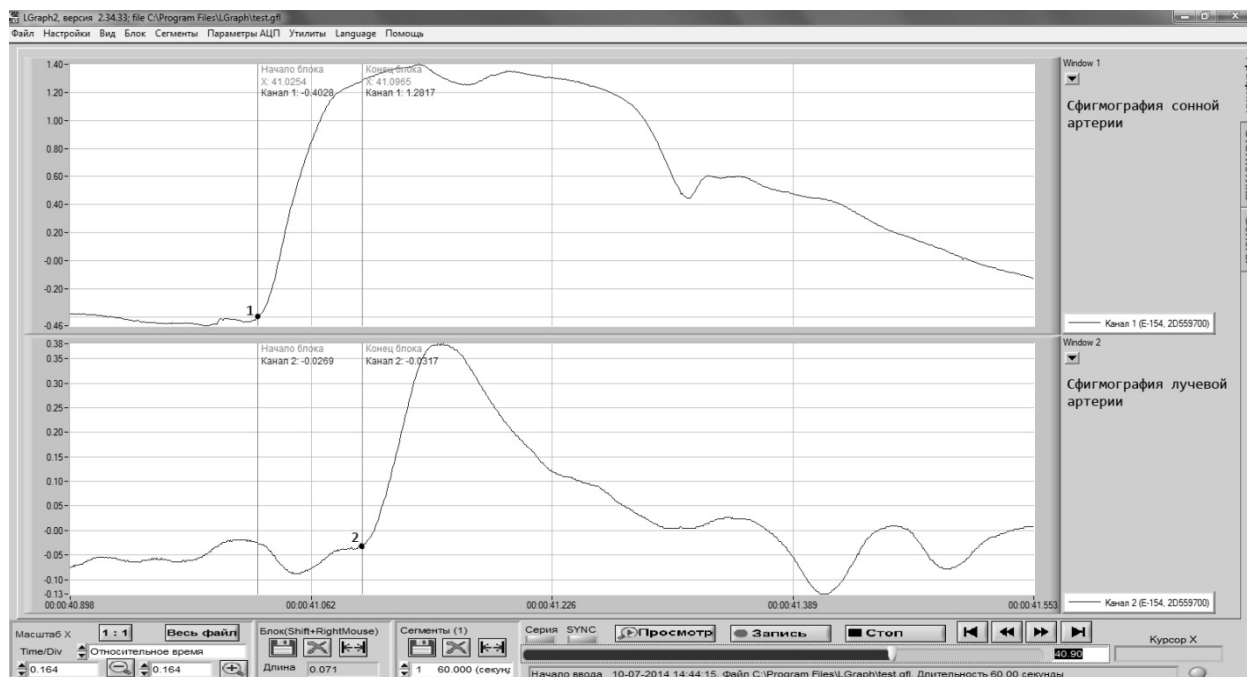


Рис.5. Сфигмограммы сонной и лучевой артерий

- возможность передачи этих файлов через сети, например, лечащему врачу;
- возможность анализа динамики изменений путем сравнения ранних записей с текущими, например, для анализа эффективности лечения.

Таким образом, в современных условиях, когда заболевания сердечно-сосудистой системы составляют огромную долю от общего числа всех заболеваний, есть простой и доступный способ с помощью подобных периодических измерений проводить их профилактику, выявляя еще на ранних стадиях нарушения эластичности сосудов кровеносной системы.

Библиографический список

1. И.Г. Власова, В.И. Торшин. Альбом основных физиологических показателей в графиках, схемах, цифрах.
2. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник.
3. <http://mdcpedia.com/>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 628.35

Д. Р. Выговский

студент кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

Е. Н. Киприянова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ» НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Как известно, одной из глобальных экологических проблем является загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий. Уровни загрязнения значительно превышают допустимые санитарные нормы. Данную проблему мы рассмотрим на примере промышленного предприятия ОАО «Адмиралтейские верфи».

Предприятие ОАО «Адмиралтейские верфи» находится в Санкт-Петербурге, расположено на правом берегу в устье реки Невы на пяти островах и занимает территорию в 77,67 га.

Основной деятельностью ОАО «Адмиралтейские верфи» является проектирование, производство, ремонт, модернизация, коммерческое судостроение и переоборудование судов гражданского и военного назначения различных типов [1].

Цель данной работы – оценить и показать, каким образом предприятие ОАО «Адмиралтейские верфи» влияет на загрязнение атмосферного воздуха.

Производственная структура ОАО «Адмиралтейские верфи» состоит из основного и вспомогательного производства. Основное производство имеет четырнадцать цехов, а вспомогательное – пятнадцать цехов. В данном случае, мы рассмотрим десять цехов, которые представляют наибольшую опасность с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха:

Из них – семь цехов основного производства:

- Цех № 2 – цех защитно-изоляционных покрытий;
- Цех № 6 – корпусообработывающий цех;
- Цех № 7 – сборочно-сварочный цех;
- Цех № 12 – стапельно-сдаточный цех;
- Цех № 21 – цех судовой металлической мебели;
- Цех № 24 – деревообрабатывающий цех;
- Цех № 27 – такелажный цех.

И три цеха вспомогательного производства:

- Цех № 46 – паросиловой цех;
- СИП – специализированное инструментальное производство;
- ЦЗЛ – центральная заводская лаборатория.

Фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере представлены в табл. 1.

Таблица 1

Фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере

Загрязняющие вещества	Фоновые концентрации, мг/м ³				
	При скорости ветра 0 – 2 м/с	При скорости ветра 3 – 7 м/с и направлениях:			
		С	В	Ю	З
Взвешенные вещества	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8
Диоксид серы	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Оксид углерода	3,8	3,4	3,4	3,5	3,5
Диоксид азота	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21

Из данной таблицы видно, что из всех четырех загрязняющих веществ фоновые концентрации взвешенных веществ и диоксида азота превышают их максимально разовую предельно допустимую концентрацию, то есть и

$$C_{\text{ф}}^{\text{диоксид азота}} = 0,21 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} > \text{ПДК}_{\text{М.Р.}}^{\text{диоксид азота}} = 0,085 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3}.$$

Климатические (метеорологические) характеристики, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере района расположения предприятия представлены в табл. 2.

Таблица 2

Климатические (метеорологические) характеристики, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере района расположения предприятия

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	160
Коэффициент, учитывающий рельеф местности	1
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т, °С	22,0
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, Т °С	-6,9
Среднемесячная роза ветров, %	
С	9
СВ	9
В	9
ЮВ	11
Ю	16
ЮЗ	17
З	20
СЗ	9
Штиль	11
Скорость ветра (по средним многолетним данным, повторяемость превышения которой составляет не более 5%), м/с	5

Анализ показал, что в районе расположения предприятия ОАО «Адмиралтейские верфи» в большей степени преобладают западные ветры, т.е. выбрасываемые загрязняющие вещества переносятся в восточном направлении, где находится жилая застройка.

Для предприятия установлена граница санитарно-защитной зоны: в западном направлении – 300 метров от границы промплощадки, в остальных направлениях – по границе промплощадки.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Суммарный выброс всех загрязняющих веществ составляет 538,64 т/год, из них твердых – 32,89 т/год, жидких и газообразных – 505,74 т/год.

Характеристика крупнотоннажных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу представлена в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК _{м.р.} ; (ПДК _{с.с.}); ОБУВ, мг/м ³	Выброс вещества в атмосферу, т/год
Ацетон	4	0,35	13,0993
Спирт этиловый	4	5,0	5,1929
Метилбензол (Толуол)	3	0,6	32,3291
Диметилбензол (Ксилол)	3	0,2	22,3249
Бутилацетат	4	0,1	2,9809
Взвешенные вещества	3	0,5	5,1709
Этилацетат	4	0,1	2,5949
Сольвент-нафта	4	0,2	1,0814
Пыль древесная	4	0,5	1,5828
Азота диоксид	2	0,2	120,0608
Азот (II) оксид	3	0,4	20,5686
Железо (III) оксид (в пересчете на железо)	3	0,0 (0,04)	1,6197
Углерод (сажа)	3	0,15	6,3567
Сера диоксид	3	0,5	37,0856
Углерод оксид	4	5,0	123,8583
Керосин	4	1,2	16,0284
Пыль абразивная	3	0,04	1,8829

Как видно, основные выбросы представлены веществами 3 и 4-го классов опасности.

Для снижения нагрузки на атмосферу на предприятии принимаются соответствующие меры, в том числе установлено и действует пылегазоочистное оборудование на источниках, представленных в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика пылегазоочистных сооружений

Номер источника	Производство, Цех	Наименование очистного сооружения; коэффициент обеспеченности газоочистки, %	Средняя (максимальная) степень очистки, %
0533	№ 2, уч. Окраски изделий МСЧ и трубопроводов (Корпус П)	Гидрофильтр	89,2 (92)
0225	№ 21, уч. Малярный (окрасочная камера)	Гидрофильтр	79,1
0252	№ 24, уч. станочный	Циклон Гипродрев № 3	81,5
0261	№ 24, уч. Столярно-отделочный (окрасочная камера)	Гидрофильтр	86
0039	СИП, уч. Термическо-литейный	Циклон ЦН-110630	96,4

Из 27 источников, выбрасывающих наибольшие количества загрязняющих веществ, организованных – 22, неорганизованных – 5. Из 22 организованных источников только 5 имеют системы очистки. Для остальных источников необходимо разработать системы очистки.

Учитывая отсутствие большей части санитарно-защитной зоны, нужно установить тщательный контроль и наблюдение за выбросами загрязняющих веществ не только на источниках выбросов и на границе СЗЗ, но и на самой промплощадке предприятия, и принять жесткие меры по снижению их концентрации в приземном слое до значений ПДК_{м.р.}

На ОАО «Адмиралтейские верфи» существует стандарт предприятия «СТП 674-2011. Система экологического менеджмента. Мониторинг и измерения». Настоящий стандарт устанавливает порядок организации мониторинга и измерений загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Мониторинг загрязнения окружающей природной среды – это система долгосрочных наблюдений (измерений) за состоянием окружающей среды, ее загрязнением и происходящими в ней природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния окружающей природной среды и ее загрязнения [2].

В настоящее время на предприятии реализуется мониторинг загрязнения атмосферы на источниках выбросов и на границе санитарно-защитной зоны.

Определение состава газовых выбросов в атмосферу проводится в соответствии с действующими методиками измерений. Периодичность, частота отбора проб, перечень контролируемых ингредиентов устанавливается с помощью расчетов и приводится в «Плане-графике контроля на предприятии за соблюдением нормативов ПДВ».

Таким образом, выполненный анализ влияния ОАО «Адмиралтейские верфи» на загрязнение атмосферного воздуха позволил установить следующее:

- из 27 источников только 5 имеют системы очистки. Для остальных источников необходимо разработать и внедрить системы очистки;
- на предприятии выбрасывается более 120 т/год оксидов азота без какой-либо очистки. Учитывая, что в атмосферном воздухе фоновые концентрации по этому веществу уже превышают ПДК в 2,4 раза, это представляет особую опасность, тем более, что оксид азота относится ко 2 классу опасности, т.е. это высоко опасное вещество.
- анализ действующей системы мониторинга показал, что на предприятии ведется наблюдение за выбросами загрязняющих веществ на источниках выбросов, контролируется содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и ведется контроль атмосферного воздуха на территории селитебной зоны. Установлено также, что на предприятии отсутствует мониторинг загрязняющих веществ на промышленной площадке.
- учитывая, что в районе расположения предприятия дуют в основном западные ветры, перенося загрязняющие вещества на восток в направлении жилой застройки, особо большое значение придается контролю содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе промплощадки и селитебной зоны, здесь размещено 11 пунктов контроля за приземными концентрациями загрязняющих веществ, чтобы в дальнейшем эти выбросы неблагоприятно не сказались на здоровье людей, животных и растений.

Библиографический список

1. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ОАО «Адмиралтейские верфи», Санкт-Петербург, 2006 г.
2. ГОСТ Р 8.589-2001 «Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения». - М.: Госстандарт.- 2001.

УДК 629.735.33

Е. В. Контипенко

студент кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

Е. Н. Киприянова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Центральная станция аэрации (ЦСА) расположена на острове Белый, окруженном полосой воды, ширина которой в самом узком месте (у Канонерского острова) составляет 60 м. Западный берег острова выходит в Невскую губу, северный – на Большую Неву напротив Васильевского острова, восточный и южный располагаются вдоль Канонерского острова.

Производительность станции по очистке сточных вод составляет 1,5 млн. м³/сут. На ЦСА производится утилизация осадка сточных вод, а складирование кека или золы после сжигания осуществляется на полигоне «Северный».

По состоянию на начало 2013 г. 97,1% хозяйственно-бытовых и общесплавных сточных вод, поступающих в систему водоотведения, которую обслуживает ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», поступают на очистку в том числе на ЦСА.

Задача станции аэрации – обеспечение очистки городских сточных вод в соответствии с требованиями «Проекта нормативно допустимых сбросов (НДС) и лимитов временно согласованного сброса (ВСС) загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами ЦСА».

Сбросы ЦСА в Невскую губу.

Экологическая концепция ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» основана на понимании роли предприятия в обеспечении позитивной экологической обстановки во всем регионе Балтики в рамках международной конвенции Хельсинкской комиссии по защите среды Балтийского моря (ХЕЛКОМ).

Состав загрязняющих веществ по этапам очистки ЦСА представлен в табл.1.

Таблица 1

Состав сточных вод до и после очистки

Параметр	Показатель, мг/дм ³		
	Приемная камера	Вода после первичных отстойников	Вода после вторичных отстойников
БПК _n	200	140	5,5
Взвешенные вещества	220	75	4,6
Азот общий	26,3	24	8,9
Железо	3,3	-	0,1
Фосфор общий	4,8	3,1	0,28

Содержание фосфора в общем сбросе сточных вод не превышает 0,5 мг/л, азота – 10 мг/л, БПК_{пол} – 6 мг/л.

Снижение нагрузки по фосфатам на входе в сооружения биологической очистки достигнуто с помощью дозирования сульфата алюминия в сточные воды.

Снижение нагрузки по азоту происходит в аэротенках станции при аноксидном режиме, когда азот нитратов восстанавливается с образованием газообразного азота, а органический углерод

окисляется под воздействием нитратов. Динамика изменения показателей сбросов загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты приведена в табл. 2 [1].

Таблица 2

Динамика сброса сточных вод и изменение их состава

Показатель	Год						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Расход сточных вод, сброшенных через системы коммунальной канализации в водные объекты (млн. м ³ /год)	1026,1	1023,6	1034,6	970,4	952,1	931,6	931,6
Масса взвешенных веществ, сброшенных в водные объекты (т/год)	20535,0	19418,0	21845,4	15826,9	14120,8	13706,9	12382,2
Масса БПК п, сброшенная в водные объекты (т/год)	26860,2	26074,3	28627,3	18718,2	17677,9	15635,6	13311,7
Масса азота общего, сброшенного в водные объекты (т/год)	11282,1	11037,3	11048,2	10729,6	10003	10048,6	9627,7
Масса фосфора общего, сброшенного в водные объекты (т/год)	1576,7	1269,7	1177,8	759,9	677,7	492,4	491,8

Годовой сброс общего фосфора в водные объекты Санкт-Петербурга в 2012 г.у снизился по сравнению с 2002 г. в 3,6 раза, с 1793,7 т до 491,8 т.

Годовой сброс общего азота снизился по сравнению с 2002 г. ~ в 1,4 раза, с 13239,2 т до 9628 т.

Реализованные на ЦСА мероприятия по совершенствованию очистки стоков, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду, позволили Санкт-Петербургу выйти из числа загрязнителей Балтийского моря.

Выбросы ЦСА в атмосферу.

Основные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу сосредоточены на заводе по сжиганию осадка (ЗСО), находящемся на промышленной площадке ЦСА. Техническая характеристика завода приведена в табл. 3.

Таблица 3

Завод по сжиганию осадка

Технические параметры	Ед. измерения	ЗСО ЦСА
Год ввода в эксплуатацию	год	1997
Количество печей сжигания осадка	шт.	4
Проектная производительность одной печи	т/сутки	62,5
Объем золы от сжигания осадка	куб. м/год	35955,4

Перечень загрязняющих веществ, поступающих из организованных источников выбросов и вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферы приведены в табл. 4 [2].

Таблица 4

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

код	Вещество	Использ. критерий	Значение критерия мг/м ³	Класс опасности	Суммарный выброс вещества, т/год
	наименование				
0301	Азота диоксид (азот (IV) оксид)	ПДК мр	0,200	3	26,993345
0303	Аммиак	ПДК мр	0,200	4	6,198798
0304	Азот (II)оксид (оксид азота)	ПДК мр	0,400	3	4,384399
0328	Углерод (сажа)	ПДК мр	0,150	3	0,532779
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК мр	0,500	3	22,361415
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	ПДК мр	0,008	2	2,777751
0337	Углерод оксид	ПДК мр	5,000	4	33,512626
0410	Метан	ОБУВ	50,0000	-	332,969817

Как видно из данных табл. 4 наиболее значительные выбросы представлены оксидами серы, азота и метаном. Источником загрязнения атмосферы комплекса по переработке осадка (КПО) являются выбросы дымовых печей «Пирофлюид» по сжиганию кека. Между тем, благодаря технологическим мероприятиям по подготовке к сжиганию и поддержанию необходимой температуры при сжигании кека (не ниже 600⁰С), сокращается образование диоксинов до минимальных концентраций – $15,35E-09 \leq 1,0E-07$ (табл. 5) [2].

Таблица 5

Выброс загрязняющих веществ с дымовыми газами завода сжигания осадка (мг/м³)

Наименование	ЦСА				
	Требования Директивы 2000/76/ЕС от 04.12.2000 г.	2009 г. Норма	Фактическое значение		
			2009 г.	2010 г.	2011 г.
Пыль	≤10	9,1	8,6	≤1	2,5
СО	≤50	1,5	ниже предела обнаружения	≤1	≤1
НСI	≤10	1,6	0,8	< 0,25	< 2
HF	≤1	0,05	ниже предела обнаружения	<0,12	ниже предела обнаружения
SO ₂	≤50	45,0	40,3	40	40
Cd+Pb	≤0,05	0,002	0,002	< 0,003	< 0,003
Hg	≤0,05	0,0012	0	< 0,0003	< 0,0003
Sb+Pb+Cr+Mn +Ni+As+V+Cu+Co	≤0,5	0,14	0,11	0,14	0,14
NO+NO ₂	≤200	46,6	30,0	34,15	21,22
Диоксины (в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-1,4-диоксин)	≤1,0E-7	2,35E-08	1,7E-10	1,96E-10	1,60E-13

Контроль за выбросами в атмосферу вредных веществ ЦСА осуществляется лабораторией предприятия с привлечением сторонних специализированных организаций.

Все источники выбросов в атмосферу делят на четыре категории.

Периодичность контроля по категориям:

I категория – 1 раз в квартал, при каждом режиме выброса;

II категория – 2 – 3 раза в год, при каждом режиме выброса;

III категория – 1 раз в год;

IV категория – 1 раз в 5 лет.

Твердые отходы от комплекса по переработке осадка ЦСА

Твердые отходы ЦСА, отбросы главной насосной станции (ГНС), отделения гидроотмыва, песок из песколовок, кек от установок обезвоживания осадка КПО и зола от печей, размещаются на полигоне «Северный». Объем кека после станции обезвоживания составляет 650 м³/сут. Объем золы после печи сжигания – 87,5 м³/сут. Объем кека уменьшается до объема золы в 7,4 раза, это очень важно при размещении твердых отходов на полигонах.

Применение геотуб на полигоне «Северный» позволяет максимально изолировать обезвоженный осадок и золу печей от окружающей среды. Они не подвержены влиянию атмосферных осадков и ветра. Конструкция геотуба позволяет вводить реагенты, такие, например, как осадитель тяжелых металлов – для перевода растворенных солей тяжелых металлов в нерастворенное (неактивное) состояние, тем самым снижая негативное воздействие на окружающую среду от твердых отходов.

Выполненный анализ работы ЦСА ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» показал, что деятельность предприятия соответствует жестким экологическим требованиям, а модернизированная схема очистки сточных вод позволила Санкт-Петербургу выйти из числа загрязнителей Балтийского моря.

Библиографический список

1. Проект нормативно-допустимого сброса ЦСА ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» - СПб.: ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 2012, 185с.
2. Проект предельно-допустимого выброса ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» - СПб.: ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 2010, 265с.

УКД 629.735.33

С. С. Лебедь

студент кафедры технологии защиты информации и техносферной безопасности

Е. Н. Киприянова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ПЛАСТИК. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Каждый человек оставляет после себя порядка 20 – 40 тонн мусора. В день человек производит 700 г мусора, при средней продолжительности жизни человека 80 лет количество мусора составит 20,44 тонны. Что делать с этими тоннами? Нужно применить творческий подход, и делать из мусора, например, бижутерию, декоративные изделия (рис. 1) и др.

В настоящее время миллионы тонн пластика выбрасываются в окружающую среду, где будут разлагаться в течении 100 – 300 лет. Производство, хранение, транспортировка и употребление пластиковой продукции составляет ничтожно малую часть времени по сравнению с тем, в течение которого пластик будет храниться на свалках. Можно предположить, что в 2014 г.у, нет еще ни одной пластиковой бутылки, когда-либо произведенной, которая бы успела полностью разложиться. Данные статистики: 270 млрд пластиковых бутылок производится в год и 8 тыс. пластиковых бутылок в секунду оказываются на свалке.

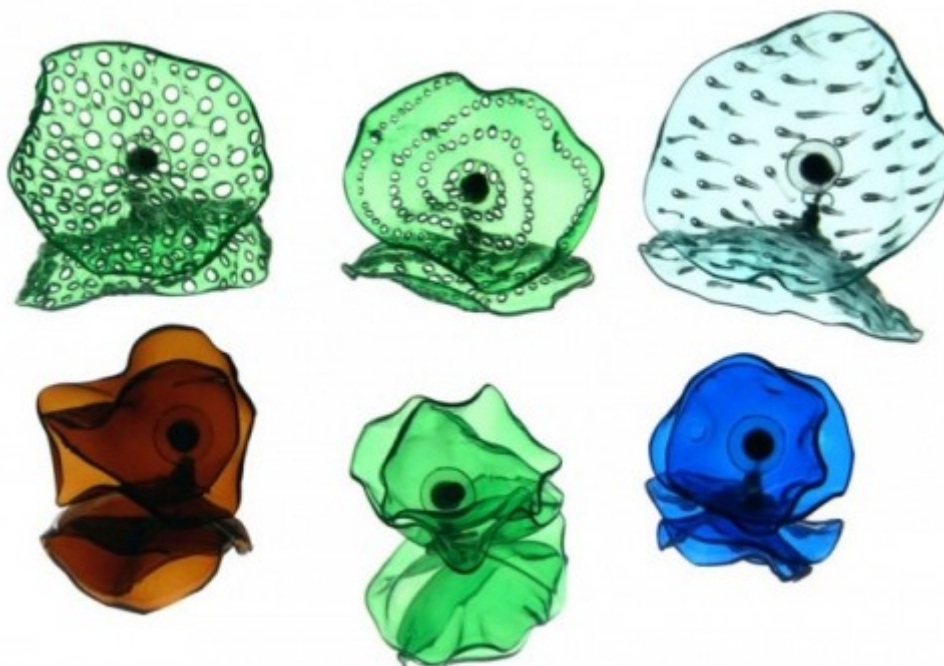


Рис. 1. Скульптуры из термически обработанных кусочков прозрачного пластика

Благодаря своему легкому весу, пластиковые отходы рано или поздно попадают в воду. Спустя время, с помощью течений, отходы попадают в озера, моря, и, в конце концов, – в океаны, где собираются в мусорные участки, такие как Большое тихоокеанское мусорное пятно, скопление мусора антропогенного происхождения в северной части Тихого океана. На этом участке находится скопление пластика и других отходов, принесенных водами Северо-Тихоокеанского Течения. Приблизительные оценки площади варьируются от 700 тыс. до 15 млн. кв. км и более, (от 0,41 % до 8,1% общей площади Тихого океана). Помимо Большого тихоокеанского мусорного пятна, существуют еще четыре гигантских скопления мусора в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах.

В морской воде пластик распадается на мелкие части размером с зоопланктон. Таким образом, пластиковые отходы попадают в пищевую цепочку обитателей морей и океанов. Впоследствии производится отлов и дальнейшая транспортировка рыбы, «откормленной» на пластике, на наши столы.

Птицы – важная составляющая фауны прибрежной зоны. Крупные особи, охотясь, приносят вместе с добычей зажималки, пробки и прочий мусор, чем впоследствии «вскармливают» свое потомство. Более миллиона морских птиц в год, погибают из-за проглоченного пластика. Кроме прямого причинения вреда животным, плавающие отходы могут впитывать из воды органические загрязнители, включая ПХБ (полихлорированные бифенилы), ПАУ (полиароматические углеводороды), бисфенол А и прочие токсины. Бисфенол А накапливается в организме и способствует развитию онкологических заболеваний.

Если сейчас не ограничить потребление не перерабатываемого пластика, то в ближайшем будущем площади океанских мусорных участков, без того чрезвычайно огромных, могут увеличиться в десятки раз. Ситуация усугубляется еще и тем, что полностью очистить океан от бытового и прочего мусора практически невозможно.

Решение проблемы – это утилизация пластиковых отходов.

Переработка пластика состоит из нескольких этапов: сбор, сортировка (по цвету, по качеству, чистые/грязные отходы), прессование, переработка (резка, промывка, сушка), производство новой продукции.

Существуют несколько способов переработки пластика.

Пиролиз – термическое разложение веществ в присутствии кислорода или без него.

Гидролиз происходит под действием экстремальных температур и давления. Этот способ использования отходов энергетически более выгодный, чем пиролиз, так как в оборот возвращаются высококачественные химические продукты.

Гликолиз – деструкция протекает при высоких температурах и давлении в присутствии этиленгликоля и катализатора до получения чистого продукта. Более экономичный способ, по сравнению с гидролизом.

Метанолиз – расщепление отходов с помощью метана.

Одним из основных способов утилизации отходов, является его сжигание. Но стоит учесть, что сжигание пластикового мусора также наносит природе огромный ущерб, при его сгорании в атмосферу попадают очень токсичные вещества, которые наносят вред окружающей среде и здоровью человека [1].

Ситуацию может изменить сокращение применения пластиковой упаковки или ее вторичное использование. Наилучшим способом сокращения количества пластиковых отходов может стать отказ от пластиковой упаковки и от тех товаров, которые содержат в своем составе пластик. Проблему может решить отдельный сбор отходов, их дальнейшая переработка и производство из вторсырья полимерных материалов, а также разработка и производство упаковки из био- и водоразлагаемых материалов, прекращение и полное запрещение бесплатной раздачи пластиковой упаковки и пакетов в торговых точках.

Повышение платы за пластиковую упаковку значительно снизит ее популярность у населения. Большой вклад в уменьшение количества отходов внесет широкое использование бумажной упаковки, так как бумага является экологически чистым материалом, вред окружающей среде может принести только нанесенная на нее краска.

Каждый человек может внести свой небольшой вклад в уменьшение количества отходов. В первую очередь, нужно оставлять как можно меньше мусора в местах отдыха, будь то лес, парк или пляж, а бытовые отходы необходимо относить только в специально предназначенные для этого контейнеры, то есть, не устраивать несанкционированных свалок.

Приобретая товары и продукты в магазинах, стоит обращать внимание на их упаковку, отдавая предпочтение экологической безопасной упаковке, если есть выбор, нужно воздерживаться от приобретения продуктов в пластиковой упаковке.

Отправляясь в магазин за покупками, нужно брать с собой сумку или рюкзак, чтобы не покупать пластиковый пакет и, наконец, стараться приобретать продукты, упаковку которых можно сдать во вторсырье или использовать вторично.

В настоящее время расширяется и становится выгодным направлением бизнеса переработка пластиковых бутылок, которые являются отличным сырьем для производства флекса. Флекс в чистом виде выглядит как белые или цветные хлопья. Получают его по большей части из переработанных пластиковых бутылок. Он служит сырьем для изготовления точно таких же пластиковых бутылок. Таким образом, простая пластиковая бутылка может проходить практически бесконечную цепь переработок и вновь возвращаться к конечному потреблению.

Но самое главное, что можно получить из переработки флекса – это химическое волокно. Из него изготавливают щетину для щеток уборочных машин и автомобильных моек, упаковочную ленту, пленку, черепицу, и многое другое. Около трети вторичного пластика используется для изготовления волокна для ковров, синтетических нитей, одежды [2].

Приблизительно 70% всего вторичного пластика используется для производства волокон полиэстера. Волокна большого размера используются как утеплитель спортивной одежды, спальных мешков, как наполнитель для мягких игрушек.

В последнее время все больше научных разработок в этом направлении внедряются в практику [3]. Нужно помнить, что каждый из нас несет ответственность за судьбу нашего общего дома – планеты Земля, и каждый способен внести посильную лепту в ее очищение.

Библиографический список

1. <http://ztbo.ru/> Взаимное сотрудничество с Пермской компанией по Переработке мусора.
2. Кацура А.В., Отарашвили З.А. Экологический вызов: выживет ли человечество. – М.: МЗ Пресс, 2005.
3. Плотников И.Г. Вторая жизнь отходов. –М.:Форум, 2004.

УДК 502.5/8

К. А. Мельников, Я. С. Шумикова

студенты кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

А. Е. Колтышев

канд. геогр.наук, доц. — научный руководитель

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Анализ антропогенного воздействия на Крайний Север и возможных последствий его влияния на экосистемы Арктики актуален из-за специфических особенностей региона: экстремальных для проживания природно-климатических условий, низкой плотности населения, крайней уязвимости окружающей природной среды, малой устойчивости экосистем, которые легко разрушаются и практически не восстанавливаются.

Крайний Север – часть территории и акватории России, расположенная главным образом к северу от Северного Полярного круга. Климат в некоторых районах чрезвычайно суровый. Территория Крайнего Севера — это арктическая зона, тундра, лесотундра и районы северной тайги [1].

Значительную часть Арктики занимает Северный Ледовитый океан, шельфы которого весьма перспективны для поисков месторождений минерального сырья. Например, существует Штокмановское газовое месторождение, находящееся в Баренцевом море, в территориальных водах России, которое изучается с 1983 г. и принадлежит ОАО Газпром, однако разработка пока отложена [2]. В апреле 2014 г. нефтяная платформа «Приразломная» отгрузила первый танкер (70 тыс. тонн), до конца года планируется вывезти порядка 300 тыс. тонн. Несмотря на предпринимаемые меры безопасности, платформа вызывает серьезные опасения экологических организаций, так, например, в 2012 г. активисты Гринпис провели несколько акций против добычи нефти в Арктике, «атаковав» эту платформу [3].

В связи с тем, что на шельфе Арктических морей уже открыты крупнейшие месторождения нефти и газа, этот регион становится объектом пристального внимания многих держав – Дании, Канады, США, Великобритании, Норвегии, России. В том, что Арктика будет поделена в ближайшие годы, к сожалению, теперь мало кто сомневается.

Интерес к освоению арктических ресурсов подогревается прогнозами о глобальном потеплении. О своих экономических интересах в Арктике заявляют не только пять приарктических стран, но и страны, весьма далекие от этого региона, в частности Германия, Индия, Япония, Корея, Китай.

Активнее всех действует Китай. Показательно звучат слова адмирала Народно-освободительной армии Китая: «Арктика не принадлежит кому-либо, а является достоянием всего мира». При этом «Китай как страна, где проживает пятая часть населения всего Земного шара, должен непременно принять участие в арктическом освоении».

Сегодня Китай намерен активно осваивать новые арктические маршруты. Российскую позицию относительно Арктики нельзя оценить однозначно, ведь за последние два десятилетия Россия свернула большинство северных программ, и эти заброшенные станции и свалки дали лишний повод упрекнуть нашу страну в неумении бережно относиться к своим ресурсам и территориям.

Невостребованными оказались практически все северные порты, которые влачат жалкое существование. Между тем, в целом, нынешнее состояние нестабильности и конфликтности в Евразии чревато непредсказуемыми последствиями для судеб мира и требует от ведущих евразийских

стран объединения усилий, большей консолидации и солидарности в деле противодействия вмешательству извне, обеспечения безопасности на самом большом континенте планеты Земля [4].

Основным вопросом в использовании арктического пространства является определение границ арктического шельфа. Для утверждения своего приоритета Россия провела ряд погружений в арктических водах. Вопрос о разграничении шельфа будет вынесен на специальное заседание ООН.

Однако, канадское правительство уже нервно отреагировало на попытку установления российского суверенитета над значительной частью Арктики. Одним из способов сдерживания России в приполярных областях Канада считает развертывание военных баз.

Россия отвечает не столько увеличением военного присутствия в Арктике (тем более, что это проблематично с точки зрения международного законодательства), сколько развертыванием гражданской инфраструктуры, которая, как известно, при необходимости может быть мобилизована.

Сейчас для исследования арктики активно используют буровые установки, которые негативно влияют на сейсмическую активность. В ранее асейсмичных районах возникают ощутимые землетрясения до 5–6 баллов, представляющие значительную опасность для зданий и сооружений, а также для обсадных колонн скважин и трубопроводов, очаги этих землетрясений находятся близко к поверхности, так что относительно небольшие толчки могут вызвать катастрофические локальные разрушения и серьезные экологические последствия [5].

В последнее время все чаще слышны разговоры о Северном морском пути (СМП): судоходной магистрали, проходящей вдоль северных берегов России по морям Северного Ледовитого океана, соединяющей европейские и дальневосточные российские порты. Это главная морская коммуникация в Арктике.

Северный морской путь почти в два раза короче других морских путей из Европы на Дальний Восток – от Санкт-Петербурга до Владивостока по СМП 14280 км, от Санкт-Петербурга до Владивостока через Суэцкий канал 23200 км, а вокруг мыса Доброй Надежды 29400 км [6]. Так как расстояние между пунктами становится короче, то уменьшается количество выбросов токсичных веществ в океан, но увеличивается вероятность несчастных случаев с тяжелыми для хрупкой арктической окружающей среды последствиями в связи с тем, что относительно безледный период (порядка 50 календарных дней) совпадает с сезоном размножения морских млекопитающих и морских птиц, кроме того, существует вероятность аварий и разливов нефти, последствия которых могут быть катастрофическими.

Отметим, что существует теория, согласно которой около трех четвертей всех антропогенных выбросов углекислого газа за последние 20 лет стали результатом добычи и сжигания нефти, природного газа и угля, при этом примерно половина объема антропогенных выбросов приводит к глобальному потеплению и, как следствие, таянию ледников, которое может вызвать гибель многих животных и растений. Прогнозируется даже, что вся наша цивилизация может оказаться под водами Мирового океана. Так это или нет, однозначно ответить сложно, но факт таяния арктического льда остается неизменным: за последние несколько лет толщина льда сократилась на 5–6%, что является очень существенным отклонением от нормы [7].

В целях устойчивого развития арктических и приарктических территорий мы считаем необходимой разработку основных путей решения важнейших экологических проблем Арктики. Научное обеспечение этого процесса должно осуществляться по следующим направлениям:

- постоянный экологический мониторинг (спутники, дрейфующие станции, кольцевание и чипирование животных);
- аналитика изменений;
- прогнозирование развития ситуации;
- разработка комплекса мероприятий для Национальной программы по защите регионов Крайнего Севера.

В 2010 г. распоряжением Правительства Российской Федерации утвержден комплекс мер по снижению и предотвращению негативного воздействия на окружающую среду арктической зоны

Российской Федерации.

В числе первоочередных мероприятий – пообъектный мониторинг организаций и предприятий, развитие территориальной автоматизированной системы контроля за состоянием атмосферного воздуха на территории Мурманской области. Этот опыт, который мурманская область приобрела в течение последних лет, необходимо передать и восточным районам, где данная инфраструктура еще не развита.

Целью мероприятий по развитию территориальной автоматизированной системы контроля за состоянием атмосферного воздуха является внедрение современной технологии автоматизированных систем сбора данных о состоянии атмосферного воздуха в режиме реального времени, позволяющей отслеживать уровни загрязнения атмосферного воздуха в городах и поселках Мурманской области.

На сегодняшний день посты установлены в гг. Заполярный, Никель, Мончегорск, Апатиты, Мурманск, Кандалакша и Ковдор [8].

Все вопросы здоровья населения, работающего в Арктике, становятся особенно актуальными в связи с планами по дальнейшему ее освоению, что потребует привлечения большого количества трудовых ресурсов в Арктику. Доказано, что у людей, живущих на Севере происходит торможение возрастного развития эндокринной, иммунной систем, создается повышенный риск развития заболеваний, осложняются течение болезней. Этими вопросами занимается экология человека, поэтому методы и наработки этого направления экологии следует внедрять в практику как можно шире путем проведения соответствующих исследований.

С учетом того, что там придется работать и людям из других регионов РФ, необходимо дальнейшее изучение вопросов экологии человека в условиях крайнего севера, особенно адаптационных возможностей людей. Необходимо шире привлекать значительный объем медицинских данных по физиологии человека и безопасности его жизнедеятельности в Арктике, накопленный за многие десятилетия на советских и российских полярных научных станциях. Общество, руководство страной, менеджеры добывающих компаний должны четко понимать требования времени: дальнейшее освоение Арктики Россией должно основываться не только на экономических и геополитических интересах, но и на обеспечении экологической безопасности как арктических биогеоценозов, так и людей, которые будут привлекаться к работе в суровых полярных условиях. Поэтому дальнейшие исследования в области экологии Арктики должны расширяться и углубляться уже сейчас. Разработка современных систем мониторинга окружающей природной среды Арктики – актуальная задача современности для России.

Библиографический список

1. <http://ru.wikipedia.org>
2. <http://rg.ru/2012/08/29/shtokman-site.html>
3. <http://www.webground.su/topic/2013/08/24/t92>
4. <http://politobzor.net/show-17360-arktika-arena-novyh-geopoliticheskikh-stolknoveniy.html>
5. <http://www.vodainfo.com/ru/5310.html>
6. Большая Советская Энциклопедия, 1969-1978 гг.
7. <http://www.severcom.ru/abc/id315.html>
8. <http://meteomostoles.blogspot.com.es/2013/12/la-banquisa-artica-despide-2013-en.html>
9. Юшкин Н.П. Арктика в науке, истории и политике // Север: Арктический вектор социально-экологических исследований. Сыктывкар, 2008. С. 17–47.

УДК 628.35

В. А. Преснухина

студентка кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

Е. Н. Киприянова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

Среди различных видов загрязнения окружающей среды химическое загрязнение природных вод имеет особое значение. Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Последствием этих влияний является поступление в водную среду загрязнителей, ухудшающих качество воды.

Предприятие ОАО «Адмиралтейские верфи» расположено на правом берегу в устье реки Невы на пяти островах и занимает территорию в 77,67 га.

Основной деятельностью ОАО «Адмиралтейские верфи» является проектирование, производство, ремонт, модернизация и переоборудование судов гражданского и военного назначения различных типов¹.

Целью данной работы является анализ деятельности локальных очистных сооружений предприятия для оценки его влияния на поверхностные водоемы.

Водоснабжение ОАО «Адмиралтейские верфи» в настоящее время осуществляется:

- из сети городского водопровода;
- тремя собственными насосными станциями, расположенными на реке Нева.

Поступающая из реки вода используется на собственные хозяйственно-бытовые и производственные нужды ОАО «Адмиралтейские верфи».

Вода питьевого качества используется на предприятии и передается на хозяйственно-бытовые нужды девяти абонентам, три из которых сбрасывают сточные воды на очистные сооружения предприятия. В табл. 1 представлен водохозяйственный баланс предприятия.

Таблица 1

Водохозяйственный баланс предприятия

Водопотребление		Водоотведение	
Назначение	Количество тыс. м ³ /год	Назначение	Количество тыс. м ³ /год
Производственные нужды в том числе:	1380,91	Сброс в горколлектор	135,78
☞ вода техническая	1218,91	Сброс в р. Мойка в том числе:	230,68
☞ вода питьевая	162,18	☞ производственные очищенные сточные воды	115,19
Хозяйственно-бытовые нужды предприятия	180,31	☞ поверхностные очищенные сточные воды	68,07
Хозяйственно-бытовые нужды абонентов	3,09	☞ хозяйственно-бытовые сточные воды	47,49
		Водооборотные системы	1150,12
		Потери	28,51
Всего:	1564,31	Всего:	1564,31

¹ Проект нормативно допустимых сбросов ОАО «Адмиралтейские верфи». -СПб.: ОАО «Адмиралтейские верфи», 2009-2015. 80 с.

ОАО «Адмиралтейские верфи» в результате своей деятельности собирает следующие виды сточных вод:

- производственные;
- хозяйственно-бытовые (предприятия и абонентов);
- поверхностные (ливневые и талые).

Водоотведение ОАО «Адмиралтейские верфи» осуществляется по следующей схеме:

- в горколлектор через три выпуска отводятся производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды с территории предприятия, а также от 6 абонентов;
- в реку Мойка (через один выпуск, расположенный в 1 км от ее устья) отводятся общесплавные (производственные, поверхностные и хозяйственно-бытовые) сточные воды после очистки на локальных очистных сооружениях, производительностью 262,80 тыс. м³/год.

На предприятии действуют три типа очистных сооружений (ОС), разного предназначения:

- ОС-1 для очистки гальванических стоков в цехе гальванопокрытий, очищенные сточные воды направляются в горколлектор через выпуск;
- ОС-2 для очистки сточных вод от мойки автомашин в автотранспортном цехе, очищенные до требуемых норм, сточные воды поступают в систему оборотного водоснабжения мойки автомашин – таким образом, повторно используются;
- ОС сточных вод общесплавной системы канализации очищенные на очистных сооружениях (установка «Крофта») сточные воды поступают в реку Мойка.

На очистных сооружениях цеха гальванопокрытий (ОС-1) производится нейтрализация сточных вод щелочным реагентом, отстаивание в отстойниках, уплотнение осадка в шламонакопителей и обезвоживание на вакуум фильтрах БОУ-5. Из гальванического цеха промывные воды поступают тремя потоками: кислотощелочной поток, хромосодержащий, алюминийфторсодержащий. Оборудование для промывных вод и отработанных растворов находится в помещении гальванического цеха.

В хромосодержащие промывные стоки дозируются отработанные хромосодержащие растворы до концентрации $Cr^{+6} \leq 100$ мг/л. Сюда же дозируются отработанные кислоты, если концентрация шестивалентного хрома увеличилась до ≥ 50 мг/л. Подача отработанной кислоты ведется в автоматическом режиме до pH 2,5 – 3,0. Далее хромосодержащие стоки подаются насосом на очистные сооружения.

В кислотно-щелочные стоки насосами-дозаторами подаются отработанные кислоты и щелочи. Оптимальное значение pH кислотно-щелочного потока 3,0 – 6,5. Из накопителей кислотно-щелочные стоки подаются насосами на очистные сооружения.

В алюминий и фторсодержащие воды дозируются отработанные растворы HF для образования нерастворимого фторида AlF_3 , из накопителей емкости алюминийфторсодержащие стоки подаются насосами на очистные сооружения, где производится обработка стоков щелочным реагентом до pH 6,0 – 6,5, при этом выделяется гидроксид алюминия ($Al(OH)_3$). В случае поступления в камеру реакций щелочного алюминийсодержащего потока производится его обработка раствором серной кислоты до pH 6,0 – 6,5 и при этом начинается рост хлопьев гидроксида алюминия.

Далее стоки поступают в отстойники и на обезвоживание в вакуум-фильтр. При помощи насосной станции кислотощелочные стоки подаются в камеру реакций. Сюда же подаются прошедшие обработку хромосодержащие стоки. В камере реакций происходит нейтрализация свободной кислоты и связывание катионов тяжелых металлов в труднорастворимые гидроксиды. Из камеры реакций отработанные стоки самотеком поступают в вертикальные отстойники. После очистных сооружений очищенные сточные воды отводятся в горколлектор, а осадок вывозится на полигон «Красный Бор».

В автотранспортном цехе действуют очистные сооружения от мойки автотранспорта (ОС-2). Сточные воды от мойки автомобилей поступают для предварительного осветления стоков в отстойник-накопитель (железобетонная емкость с металлическим кессоном, заглубленная в землю на 1,3 м), оборудованный перегородкой для задерживания свободноплавающих нефтепродуктов, а также лотком из листового железа для задержания крупных и тяжелых взвесей, в основном песка.

После предварительной очистки сточные воды поступают в блочно-модульный водоочистной комплекс «УКОС-АВТО-0.3», состоящий из электрореактора, флотатора, фильтров 1 и 2 ступени, устройств для промывки фильтров, бака очищенной воды, сборника флотошлама. В электрореакторе, в котором происходит растворение алюминиевых электродов под действием постоянного электрического тока, обеспечивается коагуляция микро- и коллоидных частиц твердых примесей, а также эмульгированных частиц нефтепродуктов. Кроме того, происходит образование хлопьев гидроксида алюминия и сорбция ими частиц примесей. Плавающая загрузка фильтров при нормальной эксплуатации служит не менее 10 лет.

Очистка общесплавных стоков производится на локальных очистных сооружениях (ЛОС) (установка «Крофта»).

В состав очистных сооружений входят:

- резервуар-усреднитель;
- шнековая решетка;
- камера реагентной обработки;
- установка напорной флотации;
- станция дозирования и приготовления флокулянта;
- сборник флотошлама;
- фильтр с песчано-антрацитовый загрузкой;
- санитарный фильтр с сорбирующей загрузкой.

Общесплавной сток направляется на канализационную насосную станцию, оснащенную контейнер-решеткой, откуда погружным насосом направляется на вертикальную тангенциальную песколовку.

После песколовки сточная вода поступает на усреднение по расходу и составу загрязняющих веществ в рабочую секцию усреднения сточных вод. После усреднения, сточная вода с помощью погружного насоса подается в здание очистных сооружений в статический смеситель. По мере движения по напорному трубопроводу в поток сточной воды добавляются химреагенты: щелочи – для корректировки значения pH, коагулянты – для обеспечения укрупнения частиц загрязнений, содержащихся в сточной воде и их более полному удалению при флотации. Растворы химреагентов подаются из растворных баков установок приготовления и дозирования щелочи и коагулянта.

Сточная вода, прошедшая предварительную реагентную обработку, поступает на очистку в установку напорной флотации компании «Supracell» марки «SPC-8» компании «KWI, Inc.». Перед непосредственной подачей сточной воды в установку, с целью интенсификации процесса хлопьеобразования, в трубопровод осуществляется подача раствора флокулянта анионного типа, (PRAESTOL 2530). Осветленная на установке напорной флотации вода самотеком поступает в резервуар осветленной воды. Из резервуара вода погружным насосом подается на фильтровальную установку УФ-30 с модифицированной загрузкой для доочистки. Сточная вода, прошедшая доочистку под остаточным напором поступает в резервуар чистой воды.

Обеззараживание очищенной сточной воды от патогенной микрофлоры осуществляется подачей раствора анолита. Эффективность работы очистных сооружений представлена в табл. 2.

Существующая технология очистки предусматривает полную физико-химическую очистку сточных вод, включая обеззараживание. Очистные сооружения работают в нормальном режиме, показатели очистки высокие. Несмотря на высокую степень очистки, ПДК не достигаются по ряду показателей – БПК_{полн.} (1,7 раза), нефтепродукты (1,6 раза), алюминий (2,7 раза), железо общее (1,5 раза) – стоит отметить все же, что превышение над ПДК невысокое.

Таким образом, выполненный анализ влияния ОАО «Адмиралтейские верфи» на водные объекты позволил установить следующее:

- на предприятии используется не только вода питьевого качества, но и техническая, что характеризует стремление предприятия к рациональному использованию природных ресурсов;

Эффективность работы очистных сооружений

Состав очистных сооружений	Показатели, по которым производится очистка	Проектная мощность/ Фактическая загрузка, тыс. м ³ /год	ПДК (табличное), мг/л	Эффективность работы		
				Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Степень очистки, %
				до очистки	после очистки	
Резервуар; усреднитель; шнековая решетка; камера реакгентной обработки; установка напорной флотации; станция дозирования и приготовления флокулянта; сборник флотошлама; фильтр с песчано-антрацитовой загрузкой; санитарный фильтр с сорбирующей загрузкой.	рН	262,8/249,9		7,26	7,14	2
	БПК полн.		3,00	32,11	5,03	84
	Взвеш. вещ-ва		10,75	43,87	6,17	86
	Сухой остаток		1000	207,91	67,83	67
	Нефтепродукты		0,05	0,66	0,08	88
	Сульфаты		100	27,53	13,36	51
	ХПК		30	58,8	31,39	47
	Алюминий		0,04	0,72	0,11	89
	Хлориды		300	58,31	25,72	56
	Железо общ.		0,1	1,43	0,15	89
	БПК 5			4,0	24,14	3,78

— активно внедряется оборотная система водоснабжения не только для охлаждения оборудования но и для автомойки транспортного цеха.

Однако необходимо отметить, что в реку Мойка осуществляется сброс очищенных сточных вод с превышением ПДК по ряду показателей, в том числе по органическим веществам и солям тяжелых металлов. Учитывая, что р. Мойка относится к водоемам рыбо-хозяйственного значения 1 категории, предприятию необходимо модернизировать действующие очистные сооружения с целью доведения качества сточных вод до санитарных норм.

УДК 004.627

Н. В. Устюжанин

студент кафедры инфокоммуникационных систем

М. Р. Гильмутдинов

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ДВИЖЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ВИДЕОКАДРОВ

Задачей временной интерполяции является восстановление промежуточного кадра между двумя соседними. Во временной интерполяции есть две известные проблемы – оценка *истинного* движения и Оценка Движения (МЕ, от англ. Motion Estimation) *на краях* изображения. В данной работе оценка истинного движения. Между двумя соседними кадрами существует связь, которую называют временной избыточностью (рис. 1). Продемонстрировать ее можно, сравнив графики гистограмм разностного и обычного кадров (рис. 2) разностного кадра большее количество значений будет лежать в области нуля.



Рис. 1. Видеопоследовательность foreman
а) 12-й кадр, б) 13-й кадр, в) межкадровая разность 12-го и 13-го кадров

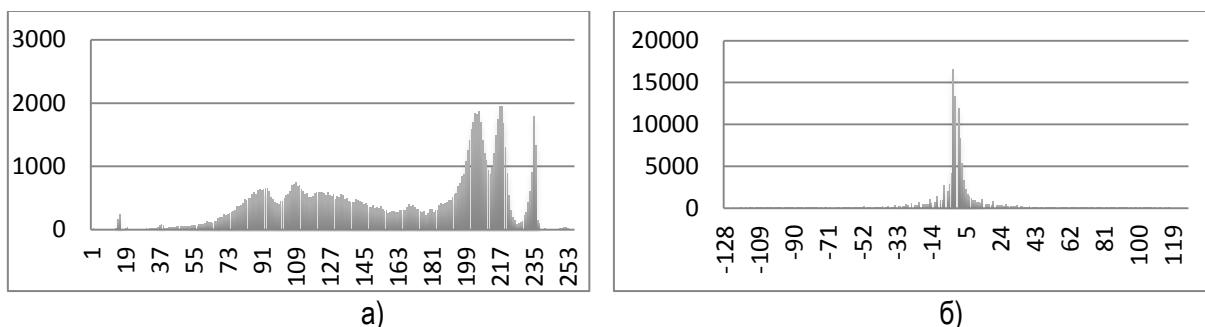


Рис. 2. Гистограммы
а) 12-й кадр, б) межкадровая разность 12-го и 13-го кадров

Кадр, для которого производится МЕ, разбивается на блоки фиксированного размера – макроблоки (МВ, от англ. Macro Block) (рис. 3,а). В разработанном алгоритме используются квадратные МВ с величинами кратными степени двойки. Для каждого МВ можно найти в соседнем кадре похожий, описав его положение вектором движения (MV, от англ. Motion Vector) по осям X и Y (рис. 3,б). Совокупность MV для всего кадра называется векторным полем (MVF, от англ. Motion Vector Field) (рис. 3,в). Построение MVF для всего кадра является задачей МЕ.

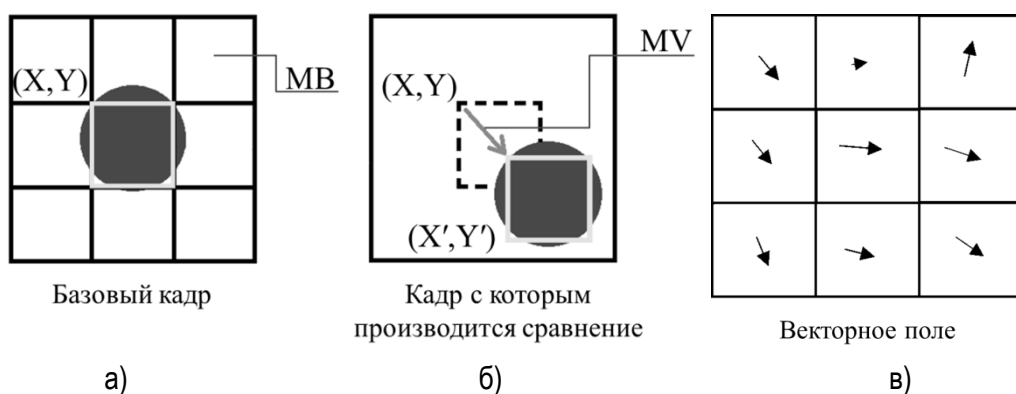


Рис. 3. Основные понятия

МЕ может быть как однонаправленной, так и двунаправленной. Недостатком однонаправленной МЕ является неполнота восстанавливаемой картины. Этот недостаток устраняет двунаправленная МЕ или, как ее иначе называют, билатеральная оценка движения (БОД), схема которой представлена на рис. 4. Значение пикселя с координатами x, y в интерполированном кадре может быть вычислено как:

$$f_t(x, y) = \frac{1}{2} (f_{t-1}(x - dx, y - dy) + f_{t+1}(x + dx, y + dy)), \quad (1)$$

где f_{t-1} и f_{t+1} – предыдущий и последующий кадры видеопоследовательности, dx и dy – смещение относительно центрального кадра при БОД.

Процедуру формирования значения пикселя называют компенсацией движения.

Вектор движения: $dx = 1, dy = 1$

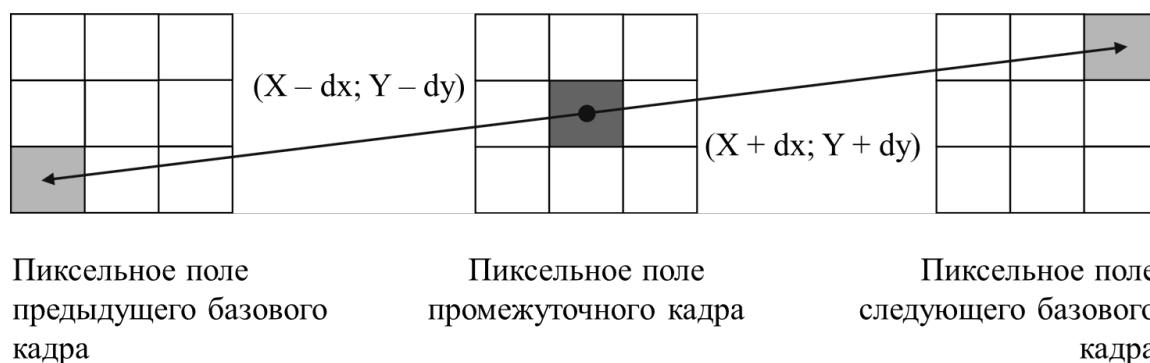


Рис. 4. Демонстрация двунаправленной оценки движения

Для анализа методов МЕ в задаче временной интерполяции был разработан алгоритм, схема которого представлена на рис. 5. Модуль МЕ состоит из четырех частей – Поиск, Вычисление надежности MV, Дополнительный поиск и Уменьшение размера MB. Данный алгоритм построен на базе схемы, предложенной в работе [5].

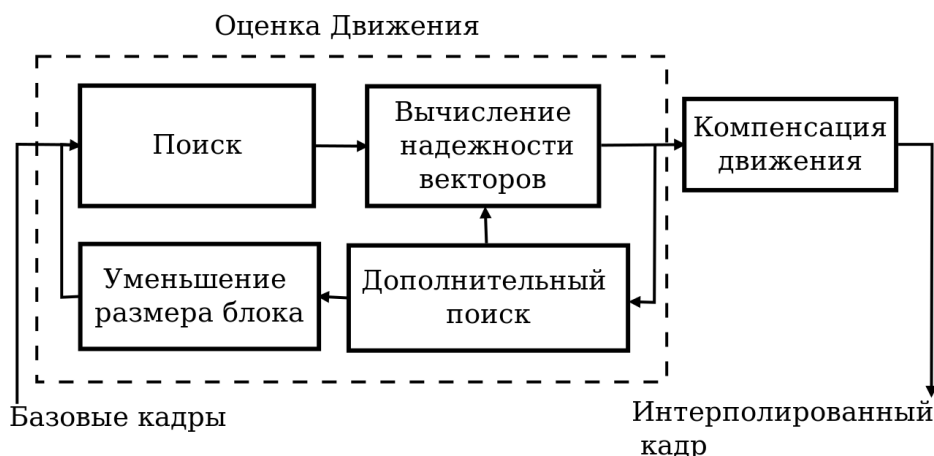


Рис. 5. Схема разработанного алгоритма временной интерполяции

Первым модулем алгоритма МЕ является Поиск. Поиск осуществляется по критериям, одним из которых является сумма абсолютных разностей (SAD, от англ. Sum of Absolute Differences):

$$SAD_{m,n}(i,j) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M |f_{t-1}(m-j, n-i) - f_{t+1}(m+j, n+i)| \quad (2)$$

где m, n – координаты верхнего левого угла МВ в интерполированном кадре, t, j – смещение относительно центрального кадра при БОД

Данный критерий используется во многих известных алгоритмах МЕ. Чем меньше его значение, тем более подобны сравниваемые МВ. SAD не учитывает перепады на контурах, поэтому был введен еще один критерий поиска, устраняющий данный недостаток. Он основан на операторе Собеля [4], который имеет следующие маски:

$$G_x = \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \quad G_y = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (3)$$

По данным в формуле (3) маскам делается компонент кадра, в результате получаются матрицы S_x и S_y . Данные матрицы сравниваются для получения числовой характеристики:

$$SOBEL_{m,n}(i,j) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N |S_{x_{t-1}}(m-j, n-i) - S_{x_{t+1}}(m+j, n+i)| + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N |S_{y_{t-1}}(m-j, n-i) - S_{y_{t+1}}(m+j, n+i)|, \quad (4)$$

Целевой функцией для решения оптимизационной задачи является результат взвешенного суммирования SAD и SOBEL по формуле:

$$v_{m,n} = \underset{i,j}{argmin} [\lambda SAD_{m,n}(i,j) + SOBEL_{m,n}(i,j)] \quad (5)$$

где $v_{m,n}$ – вектор движения для МВ с координатами левого верхнего угла m, n , λ – множитель Лагранжа.

В ходе работы были рассмотрены два метода поиска: оптимальный (поиск полным перебором) и под оптимальный (поиск с градиентным спуском). Было выяснено, что под оптимальный метод лучше, так как он чаще находит истинное движение объекта. Поиск полным перебором имеет два недостатка: большую вычислительную сложность и находит глобальные минимумы. Поиск с градиентным спуском является более выгодным, так как имеет небольшую вычислительную сложность и чаще всего находит локальные минимумы. Сравнение методов демонстрируется на рис. 6.

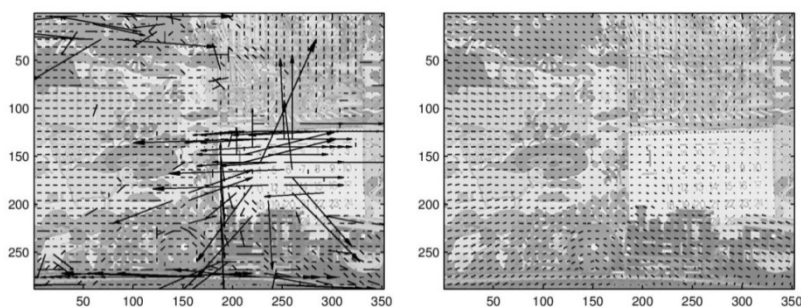


Рис. 6. Слева: поиск методом полного перебора. Справа: поиск с градиентным спуском. Иллюстрация заимствована из [1]

Следующим модулем является вычисление надежности MV. Данный метод был предложен Т. Нгуеном [2]. Суть метода заключается в том, что каждому MV в MVF дается некоторая оценка надежности в зависимости от схожести MB и гладкости MVF вокруг данного MV. В оригинальном методе три оценки надежности. В ходе исследований было решено модифицировать список критериев, изменив некоторые условия, что улучшило поиск.

$$\left\{ \begin{array}{l} L_1, \quad E_{m,n} \geq \varepsilon \\ L_2, C_{m,n} > C_{m,n}^{avg} \text{ and } C_{m,n} > 0.5 \\ L_3, C_{m,n} > C_{m,n}^{avg} \text{ and } C_{m,n} < 0.5 \\ L_4, \quad otherwise \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} L_1, \quad E_{m,n} \geq \varepsilon \\ L_2, C_{m,n} > C_{m,n}^{avg} \text{ and } C_{m,n} > 0.5 \\ L_3, \quad otherwise \end{array} \right.$$

Предложенный метод MVRM [2]

Вычисленные надежности MV можно использовать на этапе дополнительного поиска [5]. В качестве начальных значений берутся векторы-кандидаты – соседи искомого MV. Векторы с меньшей оценкой надежности не используются в качестве кандидатов для дополнительного поиска. В результате, MV может измениться. Особенностью данного этапа является то, что его можно производить произвольное количество раз. После каждой итерации дополнительного поиска производится вычисление надежности MV.

Если MB достаточно большой, относительно содержащихся в нем деталей, ME будет не точной. Поэтому MB делится на четыре равные части меньшего размера. Новая ME будет производиться для блоков меньшего размера, при этом используются найденные ранее MV, что упрощает поиск. Полученное MVF можно использовать для формирования интерполированного кадра по формуле (1), используя в качестве dx и dy соответствующие значения из MVF.

Результаты сравнения используемых методов с помощью оценки Y-PSNR представлены в таблице.

Таблица

Результаты сравнения используемых методов

Используемые методы	foreman.yuv 13 кадр	bus.yuv 4 кадр	football.yuv 100 кадр
SAD	33.34	23.32	25.18
SAD и SOBEL	33.29	22.73	25.72
SAD, SOBEL и компенсации движения с перекрытием [3]	33.87	23.47	25.95

В данной работе представлен алгоритм оценки движения для задачи временной интерполяции видеок кадров, описаны модули данного алгоритма, и приведено сравнение используемых методов ME на основе оценки Y-PSNR. Эффективность предложенных решений продемонстрирована на ряде тестовых последовательностей.

Библиографический список

1. Ralph Braspenning, Gerard de Haan. True-Motion Estimation using Feature Correspondences// Philips Research Laboratories, Prof. Holstlaan 4, Eindhoven, The Netherlands.
2. [Truong Nguyen. Correlation-Based Motion Vector Processing With Adaptive Interpolation Scheme for Motion-Compensated Frame Interpolation// IEEE transactions on image processing, vol. 18, no. 4, Apr. 2009. P. 740-752.
3. Michael T. Orchard and Gary J. Sullivan. Overlapped Block Motion Compensation: An Estimation-Theoretic Approach// IEEE transactions on image processing. vol. 3. no. 5. Sep. 1994, P. 693-699.
4. Л. Шапиро, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006.
5. А. И. Веселов, М. Р. Гильмутдинов, Б. С. Филиппов. Метод генерации сторонней информации распределенного кодирования видеисточников// Изв. вузов. Приборостроение. Т.56, № 8, 2013. С. 62-67.

УДК 004.422.81

В. А. Ушаков

студент кафедры информационно-сетевых технологий

А. Д. Жуков

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕГО МЕСТО ДЕКАНА

Автоматизированное рабочее место (АРМ) декана [1 – 3] – это электронный журнал, содержащий информацию о студентах факультета и их учебные планы. Целью данного приложения является анализ академических задолженностей студентов и составление статистических отчетов деканата.

Данное приложение написано в Delphi 7 на языке Object Pascal. Оно получает исходные данные из автоматизированной информационной системы (АИС) «Образование» – номера групп, анкетные данные студентов, учебные планы. Выгрузка из АИС осуществляется через Microsoft Excel. Оперативная информация, такая как данные об итоговой аттестации, получается от АРМ преподавателя высшей школы. Структура приложения представлена на схеме (рис. 1).

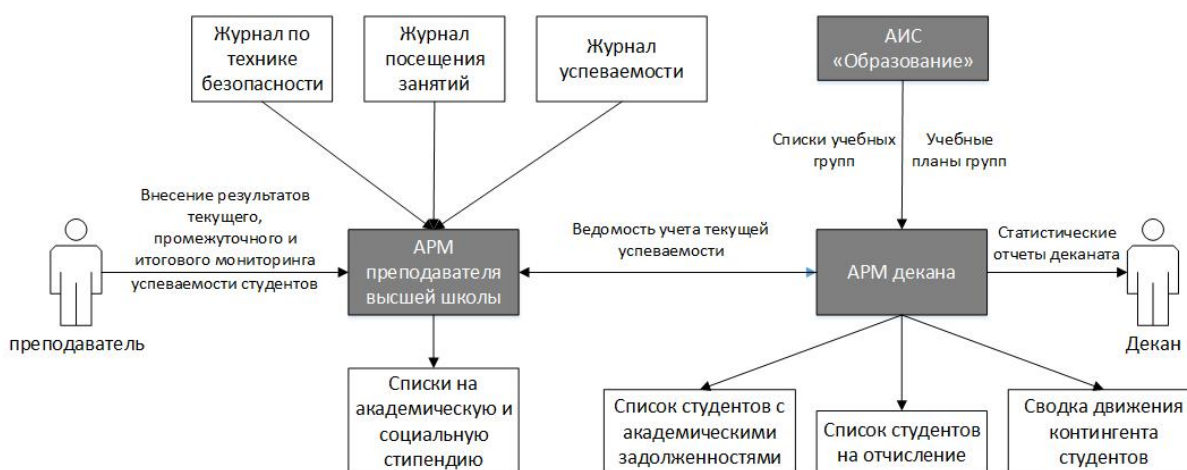


Рис. 1. Структурная схема АРМ декана

В главном окне АРМ декана (рис. 2) можно произвести фильтрацию (все студенты, номер курса, направление, номер группы, форма обучения (бюджет/контракт), пол (мужской/женский), обучающиеся, находящиеся в академическом отпуске, и отчисленные студенты), просмотреть и отсортировать сводную таблицу академических задолженностей и график, добавить даты сдачи дисциплин, посмотреть и отредактировать анкетные данные об обучающихся и историю приказов в

режиме «только для чтения» (рис. 3), заполнить форму движения контингента студентов и увидеть академические задолженности на выбранную дату в прошлом.

Автоматизированное рабочее место учебной части

Файл Отчет о движении контингента студентов Заполнить справку движения контингента ОШИБКИ !!! О программе

Фильтр

- все студенты
- по № факультета
- по № курса
- по направлению
- по № группы
- по бюджет/контракт
- по курс/жен
- по а.с. отпуску
- очисленные студенты

Отобразить таблицу на графике

Выполнить

Движение контингента

ФИО	группа	курс	Ср. балл	Итого	посл. сессия	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	б/к	н/ж
1. Абрамко Александр Петрович	5210М	2	5	3	20.06.2013	3	0	0		б	м
2. Бердина Марина Юрьевна	5210М	2	4.56	0	20.06.2013	0	0	0		б	ж
3. Васильев Игорь Анатольевич	5210М	2	3.23	0	20.06.2013	0	0	0		б	м
4. Ежова Елена Геннадьевна	5210М	2	3.92	0	20.06.2013	0	0	0		б	ж
5. Миздра Ольга Владимировна	5210М	2	3.01	4	01.01.2013	2	2	0		б	ж
6. Котев Вадим Петрович	5210М	2	3.72	1	20.06.2013	0	0	1		б	м
7. Маркалова Наталья Викторовна	5210М	2	4.01	0	20.06.2013	0	0	0		б	ж
8. Оленев Валентин Леонидович	5210М	2	5	0	20.06.2013	0	0	0		б	м
9. Семеновская Людмила Борисовна	5210М	2	4.91	3	01.01.2013	2	1	0		б	ж
10. Филь Юрый Юрьевич	5210М	2	3.47	1	20.06.2013	0	0	1		б	м
11. Вересов Игорь Васильевич	5230М	2	5	0	10.10.2013	0	0	0		б	м
12. Грабарь Анатоль Григорьевич	5230М	2	3.11	2	01.01.2013	1	0	1		б	м
13. Ершов Николай Владимирович	5230М	2	4.12	1	15.06.2013	1	0	0		б	м
14. Изотов Олег Альбертович	5230М	2	4.96	3	01.01.2013	0	1	2		б	м
15. Коробова Светлана Николаевна	5230М	2	4	4	18.01.2013	0	2	2		б	ж
16. Кузин Анатолий Николаевич	5230М	2	3.19	0	15.06.2013	0	0	0		б	м
17. Макаев Виктор Яковлевич	5230М	2	4.5	1	01.01.2013	0	0	1		б	ж
18. Михалев Сергей Александрович	5230М	2	3.01	0	15.06.2013	0	0	0		б	м
19. Пашков Валерий Павлович	5230М	2	3.5	2	01.01.2013	0	0	2		б	м
20. Поляков Юрий Сергеевич	5230М	2	3	2	01.01.2013	0	1	1		б	м
21. Семенов Андрей Владимирович	5230М	2	4.96	1	01.01.2013	0	1	0		б	м
22. Сычков Александр Юрьевич	5230М	2	4	0	24.05.2013	0	0	0		б	ж
23. Чисикова Ирина Васильевна	5230М	2	3.19	1	15.06.2013	1	0	0		к	ж
24. Холмова Надежда Ивановна	5230М	2	4.5	3	18.01.2013	3	0	0		б	ж
25. Юдин Павел Юрьевич	5230М	2	3.01	0	15.06.2013	0	0	0		б	м
26. Жилева Юлия Константиновна	5310М	1	5	0	01.01.2015					б	ж
27. Исавидилян Антон Олегович	5310М	1	4	0	01.01.2016					б	м
28. Каряжкова Лариса Евгеньевна	5310М	1	5	0	01.01.2017					б	ж
29. Кондратовский Максим Олегович	5310М	1	4	0	01.01.2018					б	м
30. Крицкова Елена Николаевна	5310М	1	3.5	0	01.01.2019					б	ж
31. Куд Андрей Владимирович	5310М	1	4	0	01.01.2020					б	м
32. Позовин Евгений Олегович	5310М	1	5	0	27.02.2025					б	м
33. Матвеев Николай Валентинович	5310М	1	5	0	01.01.2022					б	м
34. Новиков Дмитрий Владимирович	5310М	1	5	0	01.01.2023					б	м
35. Палашин Андрей Сергеевич	5310М	1	3.5	0	01.01.2024					б	м

Показать долги на: 30.03.2014

Рис. 2. Главное окно приложения АРМ декана

Информация о студенте

Фамилия: Жи ева

Имя: Юлия

Отчество: Константиновна

№ студенческого билета: 2013/1 9

Средний балл: 4,0

Направление: 210700.68

Группа: 5210М

Курс: 1

Форма обучения: бюджет

Пол: мужской женский

История приказов:

11.01.2014 перевод из 5310М в 5210М Жи ева Юлия Константиновна 5210М жен
 31.01.2014 перевод с контракта на бюджет Жи ева Юлия Константиновна 5210М жен

Сохранить Выход

Рис. 3. Пример окна «Информация о студенте»

В нашем приложении было решено отказаться от использования оценок в пользу дат сдачи академических дисциплин, так как мы старались не использовать лишнюю и не нужную информацию; ведь для выполнения главной задачи нашего приложения – определения количества академических задолженностей, достаточно знать, сдана учебная дисциплина или нет, а для отчисления гораздо важнее знать, когда была сдана дисциплина, нежели на какую оценку.

Для достижения первой цели – анализа академических задолженностей, имеются сводная таблица (см. рис. 2) с общей информацией об обучающихся, количеством академических задолженностей, датой последней сдачи и график для более наглядного отображения интегрального взгляда на успеваемость студентов. Хотелось бы обратить внимание на критическое количество академических задолженностей: в семестре – 1 и более, общее количество – более 2.

Но бороться с академическими задолженностями можно не только с позиции, что у некоторого студента есть академические задолженности, но и со стороны – есть дисциплина, по которой есть большое количество задолженностей. В этом случае, если количество задолженностей велико, то можно говорить о неправильно организованной пересдаче. Для информирования об этом создано окно мониторинга успеваемости студентов по дисциплинам (рис. 4).

Добавление дат сдачи (рис. 5) в АРМ это достаточно большой объем работы оператора, поэтому была внедрена макроставка. Быстрая множественная вставка достигается с помощью прокрутки колесика компьютерной мыши, а единичная вставка или удаление – кликом мышки. Редактирование сданных дисциплин может осуществляться как по семестрам, так и по выбранному студенту.

Группа	Семестр	Дисциплина	v. %	Не сдано	Всего
5210M	3	Научно-технический семинар (зачет)	40%	4	10
5210M	3	Оптимизация информационных систем (экзамен)	30%	3	10
5210M	2	Научно-технический семинар (зачет)	10%	1	10
5210M	3	Философия (экзамен)	10%	1	10
5230M	3	Защита информации (экзамен)	6.7%	1	15
5230M	3	Мультимедиа-технологии для мобильных систем (курсовая работа)	6.7%	1	15
5230M	3	Трёхмерное моделирование и виртуальная реальность (зачет)	6.7%	1	15
5230M	2	Администрирование информационных систем (экзамен)	0%	0	15
5210M	1	Вычислительные системы (экзамен)	0%	0	10
5230M	2	Защита информации (зачет)	0%	0	15
5210M	2	Иностранный язык (экзамен)	0%	0	10
5230M	2	Иностранный язык (экзамен)	0%	0	15

Рис. 4. Окно мониторинга успеваемости студентов по дисциплинам

5210M, 2 семестр		Интервеис	Компьютер	Психология	Иностранный	Научно-исс.	Научно-тех.	Построение	Теория ПИС	Теория ПИС	Научно-исс.
1.	Абрамов Александр Петрович	03.06.2013	07.06.2013	28.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
2.	Бердина Мария Юрьевна	03.06.2013	07.06.2013	28.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
3.	Васильев Игорь Анатольевич	03.06.2013	07.06.2013	30.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
4.	Ежова Елена Геннадьевна	03.06.2013	07.06.2013	28.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
5.	Мицдра Ольга Владимировна	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
6.	Когов Вацлав Петрович	03.06.2013	07.06.2013	28.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
7.	Маркелова Наталья Викторовна	03.06.2013	07.06.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	17.06.2013	20.06.2013	01.01.2013	01.01.2013
8.	Оленев Валентин Леонидович	03.06.2013	07.06.2013	30.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013
9.	Свинолобова Людмила Борисовна	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
10.	Филь Юрий Юрьевич	03.06.2013	07.06.2013	28.05.2013	15.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	17.06.2013	20.06.2013	07.06.2013	01.01.2013

Рис. 5. Окно добавления дат сдачи

Вернемся ко второй цели – автоматическое формирование статистических отчетов разного вида. Например, «Сводка движения контингента студентов» (рис. 6), которая составляется для периодической отчетности вуза перед Министерством образования и науки Российской Федерации и выгружается в Microsoft Excel.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

контракт

Сводка движения контингента студентов за январь 2012 года

факультет	курс	состоит на 1 число	прибыло						выбыло						перевод				окончили и сдали госэж.	всего выбыло	состоит к концу месяца	по полу					
			принято	восстановлено	перевод из других ВУЗов	из филиалов	перевод с др. факультетов	перевод с курса на курс	перевод с бюдж. формы обуч. на контр.	итого	неуспевающие	болезнь	нарушение дисциплины	нарушение условий договора	по собственному желанию	прочие причины	итого	перевод с контр. формы обуч. на бюдж.				с курса на курс	на другой факультет	в другие ВУЗы	итого	в т.ч. в отпуску	мужчины
5	1	13						0								0					0		0	13		13	0
	2	28						0								0					0		0	28		28	0
	3	43						0	5							5					0		5	38	1	33	5
	4	65						0	1							1					0		1	64		51	10
	5	50						3	3							3					0		3	47		48	5
	6	0						0	0							0					0		0	0		0	0
всего		199	0	0	0	0	3	0	3	6	0	0	0	0	0	6	0	3	0	0	3	0	9	193	1	171	22

бюджет

факультет	курс	состоит на 1 число	прибыло						выбыло						перевод				окончили и сдали госэж.	всего выбыло	состоит к концу месяца	по полу					
			принято	восстановлено	перевод из других ВУЗов	из филиалов	перевод с др. факультетов	перевод с курса на курс	перевод с контр. формы обуч. на бюдж.	итого	неуспевающие	болезнь	нарушение дисциплины	нарушение условий договора	по собственному желанию	прочие причины	итого	перевод с контр. формы обуч. на контр.				с курса на курс	на другой факультет	в другие ВУЗы	итого	в т.ч. в отпуску	мужчины
5	1	136						0								0					0		0	136		108	28
	2	127						0								0					0		0	125	1	90	35
	3	90						0								0					0		0	90	2	66	24
	4	83						0								0					0		0	83	2	53	30
	5	97						0								0					0		0	97		62	35
	6	25						0								0					0		0	25		16	9
всего		558	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	556	5	395	161	

Секретарь факультета № 5

Е.А. Колеватых

749

Рис. 6. Сводка движения контингента студентов

Для обеспечения безопасности хранимой в приложении информации используется парольная защита и ведется история изменений данных, таких как движение контингента студентов. Кроме того, внедрена система автоматического поиска ошибок.

Теперь рассмотрим вопрос о разработке аппаратной части для нашего приложения.

АРМ представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие человека с ЭВМ, т. е. предоставляет возможность ввода и вывода информации. Чаще всего АРМ является частью автоматизированной системы управления (АСУ). Наибольший эффект от применения АРМ достигается при их сетевом использовании.

Проанализируем процесс разработки аппаратной части АРМ декана. Его следует вести по следующим направлениям:

- telnet – программа с текстовым интерфейсом, позволяющая подключаться к другому компьютеру с иной операционной системой, такой как Linux, Unix или Windows через Интернет с помощью одноименного протокола [4]. Эту программу можно использовать для разных задач, в том числе для доступа к электронной почте, базам данных или файлам;

- ssh – клиент и сервер (усовершенствованный telnet). Протокол SSH — это специальный сетевой протокол, позволяющий получать удаленный доступ к компьютеру с большой степенью безопасности соединения [5];

- NTFS – «файловая система новой технологии»;

- программы серии Remote Login;

- Wine – программа, которая позволяет запускать Windows приложения в иной среде, например в Ubuntu, FreeBSD, Mac OS X, и Solaris [6];

- Samba – программа, которая позволяет обращаться к сетевым дискам на различных операционных системах по протоколу SMB/CIFS [7]. Имеет клиентскую и серверную части. Samba работает на различных операционных системах, таких как Linux, Solaris, Mac OS X, FreeBSD.

В дальнейшем планируется создание АРМ преподавателя высшей школы, который сможет автоматизировать заполнение ведомостей, сбор дат сдачи и среднего балла для АРМ декана и ав-

томатизировать процесс отбора студентов, имеющих право на получение академической и социальной стипендий. Кроме того, производится разработка аппаратной части АРМ декана, согласно направлениям, представленным выше.

Библиографический список

1. Ушаков В. А. АРМ для учебной части// Шестьдесят шестая международная студенческая конференция ГУАП: Сб. докл.: В 2ч. Ч. 1. Технические науки / СПбГУАП. СПб., 2013. С. 342-346
2. Ушаков В. А. Разработка автоматизированного рабочего места декана// Решетневские чтения: материалы XVII Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генер. конструктора ракет.-космич. Систем акад. М. Ф. Решетнева (12-14 нояб. 2013 г., Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. Ун-т. – Красноярск, 2013. – Ч. 2. С. 263-265
3. Ушаков В. А., Бхаттачарджи И. У. Мониторинг успеваемости студентов с использованием автоматизированного рабочего места учебной части// XL Гагаринские чтения. Научные труды Международной молодежной научной конференции в 9 томах. Москва, 7-11 апреля 2014г. МАТИ, 2014. Т. 4, С. 246-248
4. RFC 854 (Request for comments) Telnet Protocol Specification
5. RFC 4251 (Request for comments) The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture
6. Установка Wine [Электронный ресурс]. URL: http://help.ubuntu.ru/wiki/wine_установка (дата обращения: 15.05.2014).
7. Samba [Электронный ресурс]. URL: <http://help.ubuntu.ru/wiki/samba> (дата обращения: 15.05.2014).

УДК 628.4

В. С. Черечукина

студентка кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

Е. Н. Киприянова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ЗАХОРОНЕНИЯ ТБО

Твердые бытовые отходы (ТБО) – отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

По морфологическому признаку ТБО в настоящее время состоят из следующих компонентов: бумага, пластмассы, пищевые и растительные отходы, различные металлы, стекломой, текстиль, древесина, кожа, резина, кости, смёт.

Переработка – самый экологичный вариант обращения с ТБО. Мусор сейчас используют в двух направлениях: получение вторичного сырья и его дальнейшее применение и сжигание ТБО для использования тепла в бытовых целях. Та часть ТБО, которая не подлежит переработке, отправляется на полигоны. Принимая во внимание то, что в России фактически единственным способом обезвреживания большинства видов отходов является захоронение на полигонах, в настоящее время можно рассчитывать в основном на строительство современных полигонов, которые бы соответствовали требованиям экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности.

В результате необходимо разработать план по содержанию схемы очистки, чтобы она реально решала комплекс задач по формированию системы планово-регулярной очистки всего населенного пункта для каждой приоритетной группы отходов с учетом проектируемых объектов жилой застройки, муниципальной собственности, производственного назначения и т. д.

Рациональное использование природных ресурсов – важный элемент устойчивого развития. Отходы – это значительные потери материальных и энергетических ресурсов, а так же отчуждение значительных территорий под полигоны, что, в свою очередь, является признаком неустойчивого развития. Ежегодно в России образуется около 60 млн т ТБО, из которых 10% используется в качестве вторичного сырья, остальные захораниваются на полигонах. Площадь мусорных свалок в России растет. Более 14 тыс. санкционированных мест размещения отходов занимают территории общей площадью порядка 400 тыс. га. На сегодняшний день выявлено 68 тыс. мест незаконного складирования отходов, которые занимают существенно большие площади.

В 70% случаев обнаружения незаконного складирования отходов реализуется комплекс мер по рекультивации земель. В настоящее время стратегия обращения с ТБО идет по пути энерго- и ресурсосбережения, снижения потерь вторичных ресурсов, минимизации экологических и экономических ущербов, и подразумевает сбор, транспортирование, захоронение отходов. Эта стратегия не является наилучшей, так как решает только проблемы обращения с уже накопленными и образующимися отходами и не учитывает управление процессами их образования.

Сортировка является одним из важных элементов стратегии обращения с отходами. Она позволяет решить следующие основные задачи: выделить из состава отходов вторичные ресурсы (материальные и энергетические), потоки биоразлагаемых и опасных компонентов для дальнейшей переработки и обезвреживания, минимизировать количество непригодных к переработке и утилизации и подлежащих захоронению, предотвратить смешивание разных фракций отходов. В связи с этим широкое распространение получили линии автоматической сортировки отходов.

В последние годы набирают популярность принципы переработки ТБО под названием 3R (reduce, reuse, recycle, повторное использование, переработка с получением вторичных ресурсов). Эта технология получила название ISWM (Integrated Solid Waste Management) и основывается на управлении образованием отходов и их глубокой переработке с максимальным использованием материального и энергетического потенциала. Одна из концепций ISWM – новый уровень организации раздельного сбора и сортировки ТБО с использованием современных технологий. Раздельный сбор отходов и их сортировка принципиально изменяют качественный и количественный состав отходов, направляемых на утилизацию. За счет сбора утильных и балластных фракций поток отходов уменьшается на 50%. Одни и те же элементы ТБО могут использоваться в различных целях. Например, макулатура и древесина могут быть использованы как энергетический потенциал и сожжены в целях получения тепловой энергии или могут быть подвергнуты биологическому разложению с использованием их биологического потенциала. Или, например, полимерные отходы могут применяться в качестве вторичного сырья или сжигаться в энергетических целях.

Наиболее экологичные виды переработки отходов:

- переработка полиэтиленовых пакетов в жидкое топливо. Технологический процесс базируется на нагревании полимерных отходов (полиэтилен низкой плотности LDPE (пакеты, упаковки и т.д.) в диапазоне 400 – 500⁰ С в присутствии каолина, который является катализатором. Это приводит к разрыву длинной полимерной цепи во время процесса термокаталитического разложения. При этом образуются компоненты жидкого топлива: парафины и олефины. Полученный продукт по химическому составу схож с обычным нефтехимическим топливом. Из каждого килограмма полимерных отходов можно производить 700 г. жидкого топлива;
- вторичное использование автомобильных шин (скульптуры, резиновые дорожки и покрытия, кровельные материалы, строительные уплотнения и прокладки, шланги);
- гидротермическая карбонизация отходов биомассы (биомасса подвергается воздействию умеренных температур и давления в присутствии воды, превращаясь в два основных продукта: углеподобная масса и питательный для растений водный раствор);
- переработка ТБО в печах со шлаковым расплавом и в печи жидкой ванны^{1*}. Суть первого метода заключается в слоевом сжигании отходов (сложный физико-химический процесс, состоящий из большого числа окислительно-восстановительных реакций, обжига и спекания). Недостатки: образование большого объема отходящих газов и образование шлака. Суть второго метода - сжигание отходов в шахтной печи при температуре до 1800⁰С. Здесь образуется два вида шлаков – шлаковый расплав, непрерывно выводимый из печи и тяжелая фаза, в которой коллектируются металлы (железо, медь и др.), выводимая из печи периодически. Недостатки: низкая производительность, необходимость периодически разделять магнитом металл и расплавленные материалы.

¹ Гречко А. В., Калнин Е. И. Печь непрерывной переработки твердых бытовых отходов в расплаве. Патент RU2009203

Технология строительства современного полигона ТБО. Для того чтобы максимально снизить экономический и экологический ущерб от свалок, необходимо грамотное строительство специальных полигонов ТБО. На сегодняшний день лучшим изоляционным материалом является бентонитовый мат.

Бентонитовые маты – гидроизоляционный материал на основе бентонитовых глин, широко используемый на практике подземного строительства и при сооружении полигонов для захоронения твердых отходов.

Применение: для гидроизоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей (туннелей, фундаментов зданий, кровли подземных сооружений), гидроизоляции дамб, каналов, резервуаров, гидроизоляции полигонов бытовых и промышленных отходов, экранирования карт нефтехранилищ, ГСМ.

Достоинства: большая пластичность, высокая способность расширяться и адсорбировать воду (до 500%), что обеспечивает низкую водопроницаемость (Кф 10-10 м/с) и маленький коэффициент диффузии.

Недостатки: не стойки к фильтрационным потокам воды, нестойки к сульфатам, хлоридам, воздействию переменного уровня воды, выдерживают до 10 циклов замораживания/оттаивания, при неправильном хранении, перевозке, использовании может возникнуть преждевременная гидратация, и маты нельзя будет применять, работают только в зажатом состоянии, нельзя допускать набухания мата до его укладки.

Таким образом, применяемые методы утилизации и захоронения ТБО отличаются многообразием используемых принципов реализации поставленной задачи. Среди них высокой эффективностью отличаются адсорбционные методы, которые обеспечивают высокую степень изоляции грунтов, грунтовых вод и атмосферного воздуха, что зависит от способа применения метода. Причем в качестве поглотителей широко используются различные природные материалы и многочисленные виды отходов. Это упрощает решение проблемы обращения с ТБО в различных регионах, так как позволяет использовать в качестве адсорбентов для полигонов, материалы местного происхождения, включая промышленные отходы. Для этого необходимо систематизировать имеющиеся в регионе такого рода отходы и разработать технологии их применения на действующих полигонах, что позволит снизить отрицательное воздействие последних на окружающую среду.

Захоронение отходов, каким бы безопасным способом оно не осуществлялось, не лучший способ утилизации. Для предотвращения экологической катастрофы всему миру необходимо научиться рационально использовать природные ресурсы, повсеместно внедрить безотходное производство и научиться ценить и сохранять окружающую среду.

ИННОВАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 534.422

П. В. Абрамов

учащийся школы ОРИОН

А. В. Чабаненко

научный руководитель

СУММИРУЮЩИЙ СИНТЕЗ, АНАЛОГОВЫЕ СИНТЕЗАТОРЫ

Сфера музыкального оборудования в последнее время имеет очень серьезное развитие. Ее доход за минувший год составил порядка пятисотой части от мирового экспорта нефти и газа. Этот рынок почти полностью поделен:

- струнные инструменты (40%);
- духовые инструменты (38%);
- мембранные инструменты (13%);
- самозвучащие инструменты (8%).

Между ними остается лишь малый промежуток, отведенный для новых разработок, не относящихся к данной классификации. Однако сравнительно небольшой процент, приходящийся на них, объясняется их малочисленностью, а не востребованностью.

Традиционные музыкальные инструменты уже давно устарели. Так как почти все они стали классикой, часто люди даже не пробуют начать играть. Для того, чтобы стать профессиональным музыкантом, нужны годы занятий и огромные денежные затраты. Из-за чего многие бросают обучение, не дойдя до конца. Так же всем им не хватает новизны звука, техники игры и необычного вида.

Изменить предпочтения музыкантов и приучить их использовать совершенно новые инструменты вместо привычных традиционных – дело не из легких. Однако изобретатели продолжают выводить на рынок новинки. Некоторые из них даже снискали определенную популярность среди потребителей.

По всем этим критериям, популярными остаются лишь синтезаторы, способные, благодаря суммирующему синтезу, давать различное звучание нот.

Конкуренцию традиционным музыкальным инструментам сможет составить VOICEGEN разработанный на базе инновационной школы “ОРИОН” (рис. 1). Этот новый музыкальный инструмент опережает все остальные по ряду показателей:

- низкая цена;
- независимость от источников питания;
- простота обучения игре;
- большой диапазон звучания (6 октав);
- компактность (200x300x200);
- маленькая масса (2 – 3 кг);
- новизна устройства.

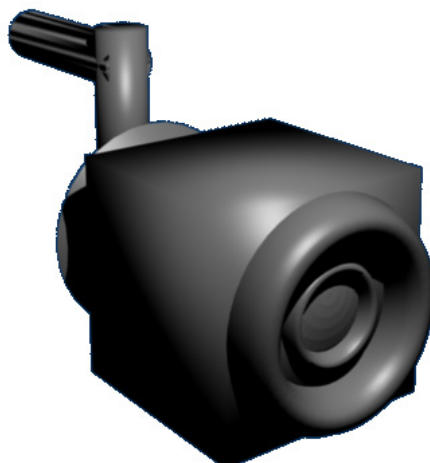


Рис. 1. Графическая концепция VOICEGEN

VOICEGEN состоит из 72-х умножителей частоты с определенными коэффициентами и ключами, динамика, генератора типа FREECHARGE HUMAN POWER (рис. 2).

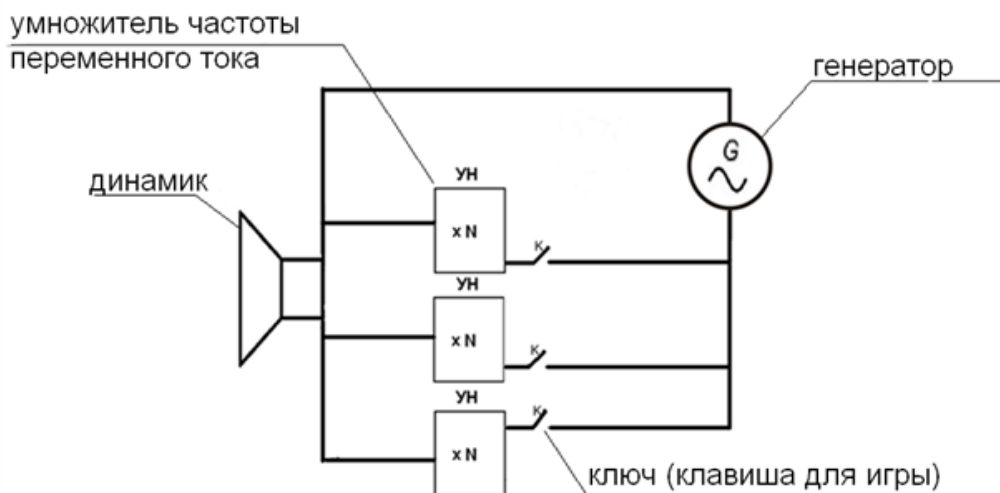


Рис. 2. Схема устройства VOICEGEN

Генератор дает переменный ток с частотой 20 Гц, который может увеличиться или уменьшиться по желанию музыканта, а также имеется возможность регулировки частоты по желанию музыканта при соответственно увеличении или уменьшении оборотов вращения ротора через ручку. Однако делать это рекомендуется лишь для добавления эффектов при игре, дабы избежать нечеткости и неточности звучания инструмента. Большой диапазон нот обеспечивают умножители частоты, взятые с определенными коэффициентами умножения, что позволяет воспроизводить через динамик звук с возможными частотами от 65 Гц до 3951 Гц. Принцип суммирующего синтеза и параллельное подключение ключей и умножителей дают возможность проигрывать многоголосия, то есть играть одновременно несколько нот¹.

Если изменить схему данного аппарата добавлением дополнительных умножителей частоты, соединенных с динамиком, то у музыканта появится возможность добавлять различные эффекты к звучанию VOICEGEN. Данная конфигурация уже имеется у ряда электромузыкальных инструментов, однако по большей части она требует отдельной покупки и настройки. Встраивание же в сам

¹ Интернет ресурс “Справочное пособие по физике” <http://www.physbook.ru> (дата обращения 20.03.14)

аппарат позволит снизить затраты для потребителей и избежать потерь при передаче электрического сигнала.

Принцип игры на VOICEGEN:

– музыкант должен вращать ручку генератора одной рукой с частотой – 1 оборот в секунду;

– второй – нажимать на клавиши, расположенные в 6 рядов по октаве;

– звук воспроизводится при нажатии клавиши, соответствующей определенной ноте.

Данный музыкальный инструмент будет способен занять свою нишу на рынке музыкальных инструментов, а особенно будет интересен ценителям новых музыкальных течений. Для определения сильных и слабых сторон были проведены PEST и SWOT анализы, основные пункты в которых – цена (прибор имеет низкую себестоимость), энергоресурсы (данная концепция потребляет лишь ту энергию, что вырабатывает человек) и потребности и способности людей, молодого поколения. Эти и другие пункты дадут концепции большое преимущество в сравнении с конкурентами, относительно которых проводилось исследование (электрогитары, синтезаторы, ударные).

По данным социологических интернет-опросов основными потребителями станут музыканты-любители и меломаны. Эти люди, как правило, уже знакомы или хотят познакомиться с музыкальными инструментами, и не слишком критичны при выборе его.

При кажущейся наполненности рынка музыкальных инструментов, разработанная идея крайне жизнеспособна, имеет множество преимуществ перед конкурентами, отвечает запросам современного потребителя, что позволит выйти на рынок электромузыкальных инструментов и быть конкурентоспособной.

УДК 512.643.4

А. Ю. Асенчик

студентка кафедры системного анализа и логистики

Г. М. Головачев

(канд. физ.-мат. наук, доц.) – научный руководитель

ПОСТРОЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ПРИМЕРА МАТРИЧНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С СОВПАДАЮЩИМИ СОБСТВЕННЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО МНОГОЧЛЕНА

Рассматривается решение квадратного уравнения

$$\mathbf{X}^2 + \mathbf{P}\mathbf{X} + \mathbf{Q} = 0, \quad (1)$$

где \mathbf{P} , \mathbf{Q} и \mathbf{X} – матрицы размерности 2×2 . Алгоритм решения этого уравнения был придуман Д. Б. Фуксом [1]. Сначала составляется характеристическое уравнение

$$\det(\lambda^2 \mathbf{E} + \lambda \mathbf{P} + \mathbf{Q}) = 0. \quad (2)$$

Его решением будет являться набор собственных чисел λ_i . Каждому значению λ_i сопоставляется вектор $\mathbf{U}_i = \begin{pmatrix} U_{i1} \\ U_{i2} \end{pmatrix}$, который находится из уравнения

$$(\lambda_i^2 \mathbf{E} + \lambda_i \mathbf{P} + \mathbf{Q})\mathbf{U}_i = 0.$$

Решение исходного квадратного уравнения находится в виде

$$\mathbf{X}_{ij} = \begin{pmatrix} U_{i1} & U_{j1} \\ U_{i2} & U_{j2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda_i & 0 \\ 0 & \lambda_j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_{i1} & U_{j1} \\ U_{i2} & U_{j2} \end{pmatrix}^{-1}.$$

Каждой паре собственных чисел λ_i и λ_j соответствует одна матрица \mathbf{X}_{ij} .

Таким образом, в случае общего положения получаем 6 корней уравнения. Однако этот алгоритм осуществим только для несовпадающих значений собственных чисел.

В настоящей работе рассмотрен случай совпадения значений собственных чисел. Так, например, если совпадают 2 значения из 4, решения можно представить в следующей форме [2], построенной на жордановой клетке

$$\mathbf{U} \begin{pmatrix} \lambda & 1 \\ 0 & \lambda \end{pmatrix} \mathbf{U}^{-1}.$$

Для существования решений в такой форме достаточно выполнения условий:

- определитель матрицы $\mathbf{A}(\lambda) = \lambda^2 \mathbf{E} + \lambda \mathbf{P} + \mathbf{Q}$ должен равняться нулю;
- определитель матрицы $(2\lambda \mathbf{E} + \mathbf{P})$ должен равняться нулю;
- матрицы $\mathbf{A}(\lambda)$ и $(2\lambda \mathbf{E} + \mathbf{P})$ должны быть пропорциональны, а именно должно выполняться

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ ka_{11} & ka_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m(2\lambda + p_{11}) & mp_{12} \\ mkp_{11} & mk(2\lambda + p_{12}) \end{pmatrix}.$$

При построении численного примера мы можем произвольно выбирать следующие значения:

- элементы матрицы \mathbf{P} ;
- элементы матрицы \mathbf{Q} ;
- собственные числа λ .

Целью нашей работы является построение численного примера решения, полученного преобразованием жордановой матрицы. Коэффициенты матриц \mathbf{P} , \mathbf{Q} выбираем так, они удовлетворяли всем условиям получения решений.

Условие $\det \mathbf{A}(\lambda) = 0$ может быть подробно написано следующим образом:

$$\begin{aligned} & \lambda^4 + \lambda^3(p_{11} + p_{22}) + \lambda^2(q_{11} + q_{22} + \det \mathbf{P}) + \\ & + \lambda(p_{11}q_{22} - p_{12}q_{21} + q_{11}p_{22} - q_{12}p_{21}) + \det \mathbf{Q} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Условие $\det(2\lambda \mathbf{E} + \mathbf{P}) = 0$ равносильно выражению:

$$4\lambda^2 + 2\lambda(p_{11} + p_{22}) + \det \mathbf{P} = 0.$$

Возьмем произвольно $\lambda_1=4$, $\lambda_2=4$, $\lambda_3=10$, $\lambda_4=-17$.

Соответствующее характеристическое уравнение имеет вид

$$(t - 4)^2(t - 10)(t + 17) = 0.$$

Далее получаем коэффициенты многочлена четвертой степени

$$t^4 - t^3 - 210t^2 + 1472t - 2720 = 0. \quad (4)$$

Сравнив уравнения (3) и (4), видим, что $\det \mathbf{Q} = -2720$ и $p_{11} + p_{22} = -1$. Значение p_{11} выберем произвольно. Пусть $p_{11} = 5$, тогда $p_{22} = -6$. Из равенства нулю определителя матрицы находим, что $\det \mathbf{P} = -56$ и, соответственно, $p_{21}p_{12} = 26$. Значение p_{12} можно снова выбрать произвольно. Пусть $p_{12} = 2$, тогда $p_{21} = 13$.

Итак, найдена матрица $\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 13 & -6 \end{pmatrix}$.

Из условия пропорциональности матриц и найденных элементов матрицы \mathbf{P} получаем уравнение:

$$q_{12} = \frac{2q_{11} - 32}{13}.$$

Задаем $q_{11} = 29$ и получаем $q_{12} = 2$. Значения элементов q_{21} и q_{22} найдем из следующей системы:

$$\begin{cases} \det \mathbf{Q} = -2720, \\ p_{11}q_{22} - p_{12}q_{21} + q_{11}p_{22} - q_{12}p_{21} = 1472. \end{cases}$$

Второе уравнение данной системы – это коэффициент при λ в уравнении (4). Находим $q_{21} = -1293,5$ и $q_{22} = -183$.

Таким образом, получен частный пример, для которого выполнены все три условия существования решений уравнения в жордановой форме. Получены все элементы матриц \mathbf{P} и \mathbf{Q} при заданных собственных числах.

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 13 & -6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Q} = \begin{pmatrix} 29 & 2 \\ -1293,5 & -183 \end{pmatrix}. \text{ при } \lambda_1=4, \lambda_2=4, \lambda_3=10, \lambda_4=-17.$$

Продемонстрированный порядок выбора элементов матриц допускает произвольное задание собственных чисел, двух элементов матрицы \mathbf{P} и одного элемента матрицы \mathbf{Q} .

Если искать решения уравнения (1) в соответствии с приведенным выше алгоритмом, векторы \mathbf{U}_1 и \mathbf{U}_2 могут оказаться как пропорциональными, так и непропорциональными. Первый случай приводит к тому, что матрица перехода \mathbf{U} , построенная на этих векторах, будет необратима, и решение, отвечающее этим \mathbf{U}_1 и \mathbf{U}_2 , не существует. Для построения решения на парах непропорциональных векторов условие о пропорциональности матриц $\mathbf{A}(\lambda)$ и $(2\lambda\mathbf{E} + \mathbf{P})$ должно быть дополнено. Строки этих матриц должны быть пропорциональны с одним коэффициентом ($m=r$), а столбцы с разными ($k \neq t$).

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ ma_{11} & ma_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & ka_{11} \\ a_{21} & ka_{21} \end{pmatrix}.$$

Если это условие выполнено, можно получить непропорциональные вектора $\mathbf{U}_1 = \begin{pmatrix} \gamma \\ \delta \end{pmatrix}$ и

$\mathbf{U}_2 = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$. Таким образом, еще одним условием существования решения является уравнение

$$(2\lambda\mathbf{E} + \mathbf{P})\mathbf{U}_2 + \mathbf{A}\mathbf{U}_1 = 0.$$

С помощью программы символьных вычислений Maple прямым подбором нами получены следующие матрицы, удовлетворяющие всем условиям:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 15 & 4 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{Q} = \begin{pmatrix} -17 & -30,6 \\ -130 & -144 \end{pmatrix}, \text{ при } \lambda = 3.$$

Соответственно жорданова клетка для этих матриц

$$\mathbf{X}_{jordan} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 3 \end{pmatrix},$$

а матрица собственных векторов

$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} 123 & -10 \\ -85 & -15 \end{pmatrix}.$$

Итоговое решение уравнения (1):

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} \frac{2688}{199} & \frac{15129}{995} \\ \frac{1445}{199} & \frac{1494}{199} \end{pmatrix}.$$

Подстановка этого решения в уравнение с найденными коэффициентами \mathbf{P} и \mathbf{Q} показывает, что все приведенные вычисления верны.

В работе получен численный пример квадратного уравнения второго порядка в матрицах размера 2×2 . Этот пример получен свободным выбором некоторых коэффициентов и определени-

ем остальных коэффициентов из заданных условий. Два собственных числа исходного уравнения совпадают, и получается решение уравнения (1), преобразованное из жордановой формы.

Библиографический список

1. С.И. Гельфанд. О числе решений квадратного уравнения. // В сб. "Глобус. Общематематический семинар." Вып. 1. М., Издательство МЦНМО, 2004 г. С.124-132.
2. В.А.Ильин, Э.Г.Позняк. Линейная алгебра. // М., Наука, 1999.

УДК 520.6:520.8

Д. А. Афонькин

студент кафедры компьютерной математики и программирования

Г. Л. Плехоткина

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

КОСМОЛОГИЯ. ГАЛАКТИЧЕСКИЕ НИТИ: ВЕЛИКАЯ СТЕНА «ГЕРКУЛЕС – СЕВЕРНАЯ КОРОНА»

На сегодняшний день, космология является молодой и быстро развивающейся наукой. В ней вселенная рассматривается не как совокупность не зависящих друг от друга частей, а как целостная система со своими законами развития и историей. Современная космология – одна из самых сложных областей астрономии, так как она действует на стыке с разделами физики, такими как теория гравитации, физика элементарных частиц и сверхвысоких энергий [1].

Считается, что начало современной космологии лежит в создании модели нестационарной вселенной советским ученым Александром Александровичем Фридманом в начале XX в.

Данная концепция появилась из решения уравнения общей теории относительности для случая однородного и изотропного распределения вещества в пространстве. Из нее следует, что плотность, давление и температура вещества распределены однородно, то есть не меняются при переходе из одной точки пространства в другую, и изотропно, то есть свойства не зависят от направления наблюдателя. Отсюда вытекает основной принцип современной космологии: принцип однородности и изотропности, который не является постулатом, а скорее презумпцией.

Модель нестационарной вселенной предполагает, что пространство расширяется, при чем с ускорением [1].

Данная гипотеза Фридмана впоследствии была доказана с помощью закона Хаббла, названного в честь американского ученого Эдвина Хаббла. Закон расширения имеет вид:

$$v=Hr, \quad (1)$$

где v – скорость далекого объекта, H – постоянная Хаббла, r – расстояние до объекта. Формула (1) представляет собой приближенную форму закона, так как она справедлива только для малых скоростей внегалактического объекта. Закон связывает скорость объекта и расстояние до него линейным образом (рис. 1). Постоянная в данном случае является коэффициентом пропорциональности и выражается тангенсом угла между расстоянием и скоростью. Она постоянна в каждой точке пространства, но разная на определенных этапах развития, так как вселенная расширяется. Данный закон изначально действовал только на небольших расстояниях, и только спустя 40 лет было доказано, что он так же верен для больших расстояний [1].

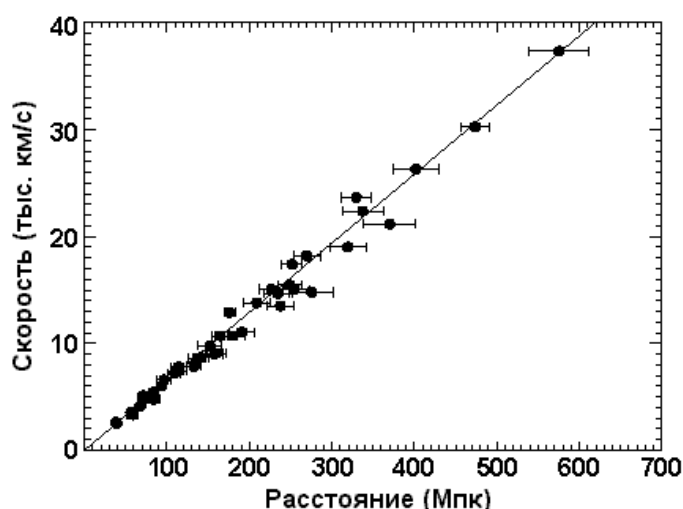


Рис. 1. Диаграмма зависимости скорости от расстояния

Ученые, работающие в области космологии, занимаются в общем случае наблюдениями, и масштаб этих наблюдений постоянно растет, как и размер наблюдаемых объектов. Галактики давно перестали быть самыми крупными структурами во Вселенной. На сегодняшний день топология структур содержит скопления галактик, скопления скоплений галактик, то есть Сверхскопления, и все это, в свою очередь, может образовать галактическую нить. Средняя длина таких структур 50–80 Мпк. Между ними, в свою очередь, находятся большие пустоты, которые, по мнению ученых, состоят из темной материи. Галактические нити на сегодняшний день являются самыми крупными из найденных объектов во вселенной (рис. 2) [2].

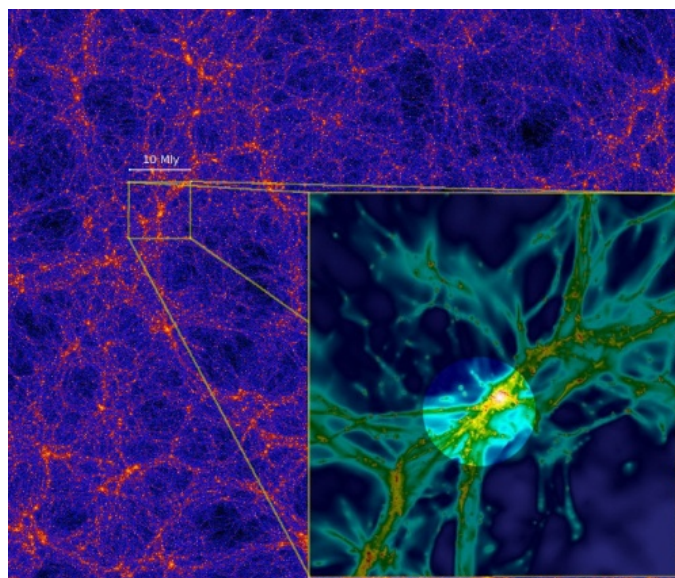


Рис. 2. «Космическая паутина» в компьютерной модели.

Чем ярче цвет, тем больше плотность темной материи, формирующей сгустки и нити

Один из типов нитей, которые мы рассмотрим, называется «галактическая стена». Такое название структура получила из-за схожести по форме со стеной. В 1989 г. была обнаружена Великая стена CfA2, в 2003 г. ученые открыли Великую стену Слоуна, в 2013 г. были открыты Громадная группа квазаров и Великая стена Геркулес – Северная Корона [2]. Великая стена CfA2 находится на

расстоянии примерно 200 млн световых лет, имеет размеры 500 млн световых лет в длину, 300 млн в ширину и толщину в 15 млн световых лет (однако, полные размеры этого крупномасштабного объекта полностью не известны, так как облака пыли и газа Млечного пути закрывают от нас часть Великой стены) [3].

Через 14 лет была открыта еще одна великая стена, которая оказалась еще больше, а именно Великая стена Слоуна. В длину «стена» простирается на 1,37 млрд световых лет. Располагается она приблизительно на расстоянии 1,2 млрд световых лет от Земли. Великая стена Слоуна в 2,74 раза больше Великой стены CfA2, предыдущего рекордсмена по протяженности. Радиусом она 1,38 млрд св. л. ($1,3 \cdot 10^{25}$ м), что составляет примерно 1/60 от диаметра наблюдаемой Вселенной. Расположена она в самой плотной области структур Вселенной [4].

Но и на этом открытия крупномасштабных структур во вселенной не закончилось. В ноябре 2013 г. была открыта огромная плоская суперструктура галактик в высоту около 3 Гпс, в толщину 300 Мпс, в ширину 2,2 Гпс. Располагается она в созвездии Геркулеса и Северной короны. На сегодняшний день данная «стена» является самой большой известной науке структурой во вселенной. Возможность существования такой структуры была исследована в работе Бэголи, И. Хорварта, Д. Хакклы под названием «The largest structure of the Universe, defined by Gamma-Ray Bursts» [3]. При исследовании ученые разделили наблюдаемое небо на 9 частей, в каждой из которых исследовалась 31 вспышка гамма-излучения. В одной из этих частей, 14 вспышек из 31 оказались распределенными в области с угловым радиусом 45° и красным смещением от 1.6 до 2.0. Это означает, что в данном регионе находятся тысячи или даже миллионы галактик [5].

В своем исследовании шведские ученые делают вывод, что на расстоянии примерно 10 млрд световых лет может находиться крупномасштабная структура размером 2000 – 3000 Мпк. Через один или два года существование данной структуры будет либо подтверждено, либо опровергнуто при более обширных наблюдениях гамма-вспышек [5].

Для космологии нахождение таких крупных структур играет огромное значение, так как общепринятая космологическая модель не объясняет происхождение «стен», так как это противоречит принципу изотропности и однородности. По современным представлениям, масштаб, на котором должна проявляться однородность, составляет 250 – 300 млн св. лет. Обнаружение же стены Геркулес – Северная Корона, неоднородной структуры размером более чем в 30 раз больше предсказанного масштаба, ставит под сомнение сам космологический принцип [7].

Так же, «расстояние в 10 млрд св. лет означает, что мы наблюдаем данную структуру такой, какой она была 10 млрд лет назад, или спустя 3.79 млрд лет после Большого Взрыва. Существующие модели эволюции Вселенной, однако, не допускают формирование на этом этапе таких сложных и массивных структур» [6].

На сегодняшний день не существует гипотезы, способной объяснить существование настолько масштабной структуры, но, несмотря на масштаб, пока не ясно, какое значение имеет данное открытие для космологии. Будем надеяться, в дальнейшем ученые прольют свет на имеющийся феномен.

Библиографический список

1. Астрономия: век XXI/Ред.сост. В.Г. Сурдин. – Фрязино: «Век 2», 2008. — 2-е изд., испр. и доп. — 608 с. : ил.
2. Википедия: Галактическая_нить — http://ru.wikipedia.org/wiki/Галактическая_нить
3. Википедия: Великая стена CfA2 — http://ru.wikipedia.org/wiki/Великая_стена_CfA2
4. http://ru.wikipedia.org/wiki/Великая_стена_CfA2 Википедия: Великая стена Слоуна — http://ru.wikipedia.org/wiki/Великая_стена_Слоуна
5. Horvath, J. Hakkila, Z. Bagoly. *The largest structure of the Universe, defined by Gamma-Ray Bursts*.
6. Universe's Largest Structure is a Cosmic Conundrum — <http://news.discovery.com/space/galaxies/universes-largest-structure-is-a-cosmic-conundrum-131119.htm>
7. Википедия: Великая стена Геркулес — Северная Корона http://ru.wikipedia.org/wiki/Великая_стена_Геркулес_—_Северная_Корона

УДК 512.643.4

Р. А. Гайнуллин

студент кафедры информационно-сетевых технологий

О. Е. Дик

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФИБОНАЧЧИ И ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ

Известно, что последовательность Фибоначчи – это ряд цифр, описанный Леонардо Пизанским в XIII в. в виде следующей загадки: «Кто-то поместил пару кроликов в некоем замкнутом пространстве, чтобы узнать, сколько пар кроликов родится при этом в течение года, если природа кроликов такова, что каждый месяц пара кроликов производит на свет другую пару, а способность к производству потомства у них появляется по достижению двухмесячного возраста». Рис.1 иллюстрирует эту загадку.

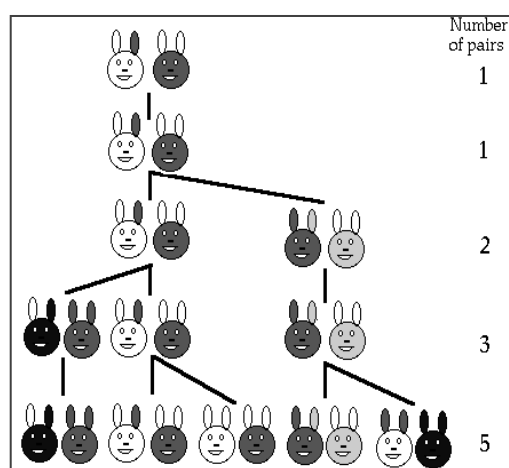


Рис. 1. Загадка Леонардо Пизанского

В итоге получается ряд цифр: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, где через запятую показано количество пар кроликов в каждом из двенадцати месяцев. Его можно продолжать бесконечно долго. Сущность данного ряда заключается в том, что каждое следующее число является суммой двух предыдущих. У этого ряда есть несколько математических особенностей: 1) ряд асимптотически стремится к некоторому постоянному соотношению, 2) это соотношение иррационально.

Так отношение какого-либо члена ряда к предшествующему ему колеблется около числа 1,618, через раз, то превосходя, то не достигая его. Отношение к следующему аналогично приближается к числу 0,618, что обратно пропорционально числу 1,618. Если мы будем делить элементы через один, то получим числа 2,618 и 0,382, которые так же являются обратно пропорциональными. Это так называемые коэффициенты Фибоначчи.

Так мы приближаемся к одному из самых загадочных явлений природы. Так Леонардо напомнил миру о таком явлении, как Золотое Сечение, которое является проявлением совершенства целого и его частей в науке, искусстве и природе. На простом примере можно показать, что Золотое Сечение – это деление отрезка на две части в таком соотношении, при котором большая часть относится к меньшей, как их сумма (весь отрезок) к большей.

Если мы примем длину всего отрезка c за 1, то длина отрезка a будет равна 0,618, отрезка b – 0,382, только так будет соблюдено условие Золотого сечения ($0,618/0,382=1,618$; $1/0,618=1,618$).

Отношение $c/a=1,618$, $c/b=2,618$. Это все те же, уже знакомые нам, коэффициенты Фибоначчи.

Существует золотой прямоугольник, золотой треугольник и даже золотой кубоид. Пропорции человеческого тела во многих соотношениях близки к Золотому сечению.

Попробуем объединить полученные знания. На рис. 2 показана связь между последовательностью Фибоначчи и Золотым сечением.

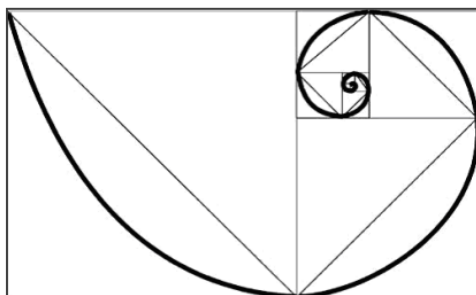


Рис. 2. Связь между последовательностью Фибоначчи и Золотым сечением

Начнем с двух квадратов первого размера. Сверху добавляем квадрат второго размера. Подрисовываем рядом квадрат со стороной, равной сумме сторон двух предыдущих, третьего размера. По аналогии появляется квадрат пятого размера. И так далее, главное, чтобы длина стороны каждого следующего квадрата равнялась сумме длин сторон двух предыдущих. Мы видим серию прямоугольников, длины сторон, которых являются числами Фибоначчи.

Если мы проведем плавную линию через углы наших квадратов, то получим спираль Архимеда, увеличение шага которой всегда равномерно. В природе можно найти спирали Архимеда, например, в раковине моллюска, во многих растениях и даже в недостижимых галактиках (рис. 3).



Рис. 3. Примеры спирали Архимеда

Ни одни ли из самых прекрасных и гармоничных творений природы изображены на этих рисунках? Присмотревшись, можно найти похожие закономерности в разных явлениях природы, например, в таких как смерч, ураган, облака или морские волны (рис. 4).



Рис. 4. Спирали Архимеда в разных явлениях природы

Существует предположение, что ряд Фибоначчи – это попытка природы адаптироваться к более фундаментальной и совершенной золотосеченной логарифмической последовательности.

Отношения первых членов последовательности Фибоначчи далеки от Золотого сечения. Но чем дальше мы продвигаемся по ней, тем больше эти отклонения сглаживаются. Для определения любого ряда достаточно знать три его члена, следующие друг за другом. Но только не для золотой последовательности, так как ей достаточно двух членов, она является геометрической и арифметической прогрессией одновременно. Можно подумать, будто она основа для всех остальных последовательностей.

Каждый член золотой логарифмической последовательности является степенью Золотой пропорции (z). Часть ряда выглядит так... $z^{-5}; z^{-4}; z^{-3}; z^{-2}; z^{-1}; z^0; z^1; z^2; z^3; z^4; z^5$... Если мы округлим значение Золотой пропорции до трех знаков, то получим $z=1,618$, тогда ряд выглядит так:

... 0,090 0,146; 0,236; 0,382; 0,618; 1; 1,618; 2,618; 4,236; 6,854; 11,090 ...

Каждый следующий член может быть получен не только умножением предыдущего на 1,618, но и сложением двух предыдущих. Таким образом, экспоненциальный рост обеспечивается путем простого сложения двух соседних элементов. Это ряд без начала и конца, и именно на него пытаются быть похожей последовательность Фибоначчи. Имея вполне определенное начало, она стремится к идеалу, никогда его не достигая.

Надо заметить, что каждое третье число Фибоначчи четно, каждое четвертое делится на три, каждое пятнадцатое оканчивается нулем, два соседних числа взаимно просты, $F(m)$ делится на $F(n)$ тогда и только тогда, когда m делится на n .

Замечательный пример Золотого сечения представляет собой правильный пятиугольник – выпуклый и звездчатый (рис. 5). Звездчатый пятиугольник называется пентаграммой. Пифагорейцы выбрали пятиконечную звезду в качестве талисмана.

В древнем Египте строили пирамиды с использованием Золотого сечения, а древние греки возводили по нему свои храмы. Длина грани, деленная на высоту пирамиды, приводит к соотношению $\phi = 0,618$ (рис. 6)

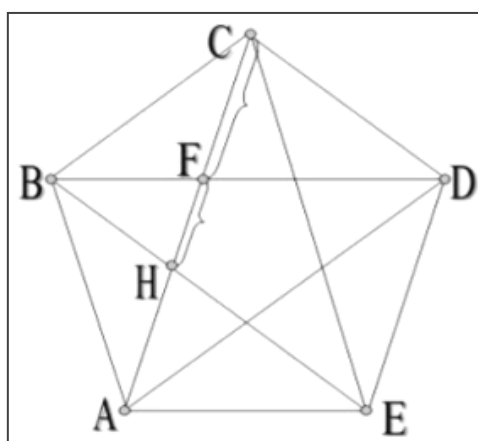


Рис. 5. Правильный пятиугольник

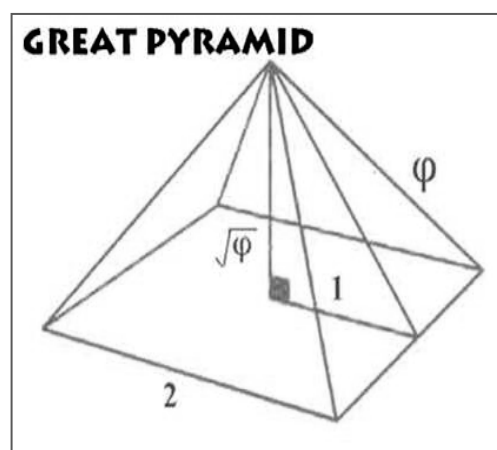


Рис. 6. Египетская пирамида

Портрет Моны Лизы (Джоконды) долгие годы привлекает внимание исследователей, которые обнаружили, что композиция рисунка основана на золотых треугольниках, являющихся частями правильного звездчатого пятиугольника (рис. 7).

Золотое сечение нашло применение в создании наиболее совершенного музыкального инструмента – скрипки. В качестве примера построения скрипки на основе геометрической константы Золотого сечения возьмем скрипку работы Гварнери дель Джезу, созданную им в 1742 г. (рис. 8).

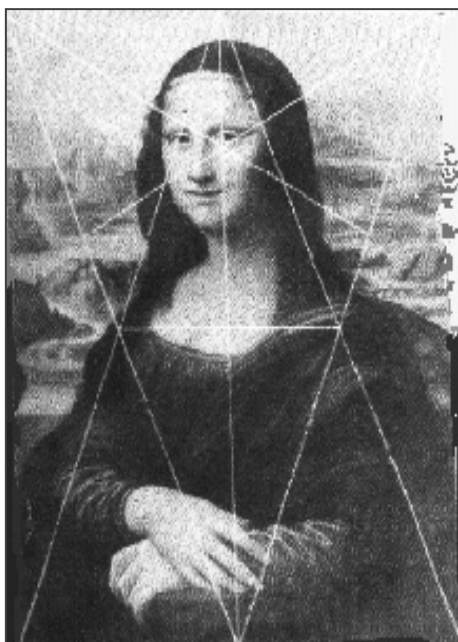


Рис. 7. Портрет Моны Лизы (Джоконды)

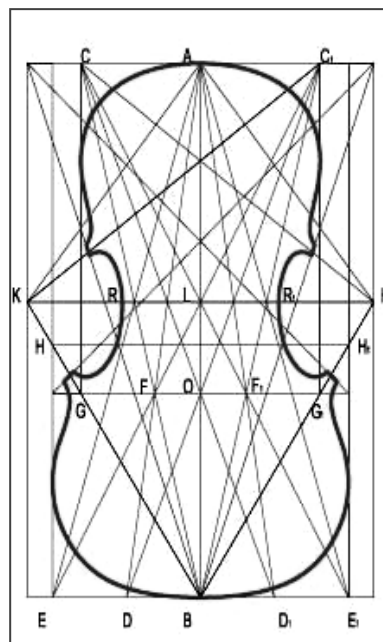


Рис. 8. Скрипка работы Гварнери дель Джезу

$$\begin{aligned}
 AB &= 1 \\
 AO &= 0,618 \\
 OB &= (0,618)^2 \\
 AC &= (0,618)^3 \\
 DB &= (0,618)^4 \\
 BE &= 2(0,618)^4 \\
 OF &= (0,618)^6 \\
 RR_1 &= 0,5(0,618)
 \end{aligned}$$

Заключение. Выполненное исследование продемонстрировало, что на Земле, как и во всей Вселенной, дают о себе знать удивительный порядок и совершенная гармония. Зачастую их невозможно выразить словами и тогда приходится обращаться к языку математики (языку чисел). В природе действительно существует основной закон пропорции и коэффициенты Фибоначчи помогают понять его. Таким образом, красота и математика неразрывно связаны друг с другом.

Библиографический список

1. Витачек Е.Ф. «Очерки по истории изготовления смычковых инструментов». М., Л.1964.
2. http://cyclowiki.org/wiki/Числа_Фибоначчи
3. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/71742>

УДК 62-2

Ф. Д. Геллер

студент кафедры инноватики и управления качеством

М. С. Смирнова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ УСТАНОВКИ СИНТЕЗА ВОДОРОДА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

В мире все, так или иначе, подвержено эволюционным процессам, и то, что сегодня кажется современным, завтра может оказаться забытым. Однако, наблюдение за этими процессами, может дать нам понимание перспективных направлений эволюции. Проследив, например, за эволюцией различных видов топлива, применяемых в качестве движущей силы различных устройств, человеком, можно заметить, что она идет по пути увеличения энергоемкости топлива. Сначала, появился паровой двигатель. Вода в нем нагревалась дровами, пар вращал колеса транспортного средства, например, паровоза. Затем, дрова заменили углем, как топливом, которое является более энергоемким, и «лучше горит». Затем, человек обратил внимание на нефть, как источник энергии. Эволюция тесно связана с конкуренцией. Растения, например, конкурируют за место под солнцем, в итоге

менее приспособленные виды исчезают. Однако, нефть не смогла полностью вытеснить уголь в качестве топлива, поскольку уголь надежно занял свою нишу, а нефть – нашла свою, в двигателях внутреннего сгорания. На сегодняшний день нефть – самое потребляемое транспортом топливо. Компании добиваются конкурентных преимуществ посредством инноваций. Они осваивают новые методы достижения конкурентоспособности или находят лучшие способы конкурентной борьбы при использовании старых способов. Количество автомобилей на дорогах, растет с каждым днем. Подавляющее большинство автомобилей использует в качестве движущей силы двигателя внутреннего сгорания (ДВС). На данный момент, основным топливом для ДВС являются различные фракции нефти – углеводородное топливо (УВТ). При сгорании УВТ, в атмосферу выбрасываются токсичные и канцерогенные вещества (см. табл. 1).

Таблица 1

Состав выхлопных газов бензинового и дизельного ДВС

Компоненты выхлопного газа	Содержание по объему, %		Примечание
	Тип двигателя		
	Бензиновый	Дизельный	
Азот	74,0–77,0	76,0–78,0	Нетоксичен
Кислород	0,3–8,0	2,0–18,0	Нетоксичен
Пары воды	3,0–5,5	0,5–4,0	Нетоксичны
Диоксид углерода	5,0–12,0	1,0–10,0	Нетоксичен
Оксид углерода	0,1–10,0	0,01–5,0	Токсичен
Углеводороды, не канцерогенные	0,0–0,2	0,001–0,009	Токсичен
Альдегиды	0,0–0,002	0,0–0,03	Токсичен
Оксид серы	0,0–0,04	0,01–1,1	Токсичен
Сажа, г/м ³	0,0–0,04	0,01–1,1	Токсичен
Бензопирен, мг/м ³	0,01–0,02	До 0,01	Канцероген

Международная организация кредиторов (WOC) представила результаты исследования соотношения сырьевой базы и достаточности нефтегазового сырья в мире. Запасы нефти в России, по оценкам WOC, находятся на уровне 60 млрд баррелей. Этой нефти РФ хватит на 21 год. Девятое место в этом списке занимает Ливия (46 млрд баррелей на 77 лет), а замыкает первую десятку стран Нигерия (37 млрд баррелей на 42 года). При текущих объемах доказанных запасов, и объемах добычи, человечеству хватит нефти не более чем на 50 лет. Во многих отраслях нефть можно заменить газом. Россия не только производит больше газа, чем любая другая страна, но и обладает намного более крупными ресурсами. При текущих объемах доказанных запасов и объемах добычи данного вида топлива (газа) хватит человечеству чуть более чем на 60 лет. В России запасов природного газа при прочих равных условиях хватит почти на 80 лет. Именно запасы дешевой нефти и природного газа лежат в основе современной обеспеченной жизни. В итоге, человеку приходится думать о выживании собственного вида, и о том вреде, который он причиняет природе. Здесь появляется следующая ступень эволюции: водородное топливо или электричество. Учитывая, что эволюция идет по пути увеличения энергоемкости топлива, можно предположить, что электродвигатели станут актуальны сразу, как только технологический уровень позволит хранить в аккумуляторных батареях и получать из них одновременно столько же электроэнергии, сколько выделяется при сгорании УВТ в ДВС. Водород же, изначально более энергоемок, чем УВТ, и его запасы в воде практически неограниченны, что позволяет ему претендовать на звание альтернативного источника энергии. Углеводородное топливо является невозполнимым природным ресурсом.

Использование и электричества, и водорода, позволяет практически полностью устранить использование УВТ на автомобильном транспорте, но водород, в отличие от электричества, может использоваться в качестве топлива в обычном двигателе внутреннего сгорания [1, 2].

Переводом автомобильных и других тепловых двигателей на водород в нашей стране и за рубежом занимаются многие десятилетия. Исследователями (Е. А. Чудаков, В. И. Сороко-Новицкий, Ф. Б. Перельман, Е. К. Корси) был проведен теоретический анализ рабочего процесса в ДВС при использовании в качестве топлива водорода, получаемого из воды. Результаты показали, что максимальные температуры продуктов сгорания водорода в цилиндре не превышают аналогичных температур для продуктов сгорания бензина, в то же время максимальное давление продуктов сгорания и среднее индикаторное давление на 25% ниже, чем у двигателя на бензине (выделяется на 25% меньше отработавшего газа). Это означает, что перевод ДВС на водород, не приведет к порче двигателя. Установлено, что двигатель на водороде может работать при полностью открытом дросселе во всем диапазоне рабочих нагрузок, причем его эффективная мощность может изменяться (при холостом ходу и до полной нагрузки) за счет регулируемой подачи водорода. Были получены сравнительно высокие значения индикаторного КПД. Проводя испытания на двигателе со степенью сжатия газа до 7 атмосфер, получен на обедненной кислородом смеси КПД, равный 43%, в то время как при работе с той же степенью сжатия на бензине максимально возможное его значение составило 37%. Чем меньше воздуха в смеси, тем сильнее можно сжимать водород [1, 2].

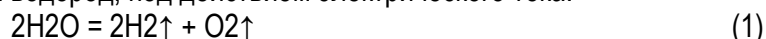
Газ вместо бензина поступает в цилиндры двигателя внутреннего сгорания, где посредством искры от свечей системы зажигания воспламеняется. Происходит химическое соединение водорода и кислорода в воду, сопровождаемое выделением энергии, заставляющей двигатель работать. Вода, образованная в процессе химического соединения, выпускается из цилиндров двигателя в виде пара через выпускной коллектор. В случае замены системы подачи топлива на автомобильном транспорте, возможны два варианта настройки: с изменением настроек системы зажигания, и без него. В первом случае, после внесения небольших изменений, мощность двигателя увеличивается до 117% в сравнении с бензиновым вариантом, но увеличивается выход окислов азота из-за более высокой температуры в камере сгорания и возрастает вероятность подгорания клапанов и поршней при длительной работе на большой мощности. Во втором варианте, снижается мощность двигателя до 82 – 65% в сравнении с бензиновым вариантом, но температура в камере сгорания остается такой же.

В сравнении с другими возможными видами автомобильного топлива, преимуществами водорода в чистом виде являются:

- высокая теплота сгорания (28620 ккал/кг);
- хорошая воспламеняемость водородовоздушной смеси в широком диапазоне температур, что обеспечивает хорошие пусковые свойства двигателя при любых температурах атмосферного воздуха;
- безвредность отработавших газов;
- высокая антидетонационная стойкость, допускающая работу при степени сжатия до 14,0;
- высокая скорость сгорания, для стехиометрической водородо-воздушной смеси она в 4 раза больше, чем для бензовоздушной, что обеспечивает лучшую полноту сгорания водорода и определяет более высокий термический КПД (в среднем на 20 – 25%) ;
- хорошая воспламеняемость в широком диапазоне смесей с воздухом, делает возможным осуществление качественного регулирования смесеобразования в двигателе путем изменения количества подаваемой смеси определенного состава;
- при применении H₂ можно в значительной мере отказаться от дросселирования потока воздуха на впуске и тем самым увеличить термический КПД двигателя на режимах частичных нагрузок.

Переоборудовать обычный автомобиль в электромобиль значительно сложнее. Также, можно отметить, что мощность существующих электродвигателей, как правило, меньше мощности ДВС, что связано с необходимостью экономить батарею аккумулятора, и они требуют сравнительно частой заправки (примерно каждые 160 км). С точки зрения простоты осуществления, рациональным решением будет использовать в качестве топлива для автомобиля водород, который может синтезироваться из возимого запаса воды одним из способов, установками синтеза водорода

(УСВ). Самыми простыми и надежными способами синтеза водорода, на сегодняшний день, являются термический и электролитический. Электролитический способ получения водорода заключается в разложении воды на кислород и водород, под действием электрического тока:



Термический способ получения из воды водорода осуществляется путем нагрева водяного пара до температуры около 500 градусов Цельсия. При контакте с катализатором (небольшое количество любого УВТ), происходит разложение воды на водород и углекислый газ:



Особенность этого способа получения водорода заключается в том, что он требует больших затрат энергии в виде тепла. Термический способ получения водорода является даже более энергоемким, чем электролиз, но эту задачу можно решить замыканием цикла – нагрев паров воды может производиться самим сгоревшим газом.

Согласно закону сохранения энергии, энергия, затрачиваемая на разложение воды, любым методом, равна или превышает энергию, выделяемую при сгорании водорода в воздухе. Знание этого закона позволяет отделять реально действующие УСВ, от мифов. Так, разложение воды термическим способом, обязательно требует добавления некоторого количества катализатора (УВТ), что позволяет реакции протекать с меньшими затратами энергии. Электролиз, как таковой, на звание дешевого источника энергии не претендует. Однако существуют резонансные методы, основанные на электролизе, позволяющие добиться выхода до 22 литров кислородно-водородной смеси в час, при напряжении 12 вольт и токе в 22,5 ампер, что вполне применимо на автомобильном транспорте (4 – 12,3 кВт/ч на литр топлива, в зависимости от чистоты воды) [2]. На основе каждого из методов синтеза водорода, был проведен поиск существующих технических решений – установок синтеза водорода, позволяющих снизить затраты УВТ (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение существующих технических решений по снижению затрат УВТ на автомобильном транспорте

УСВ	Турбогенератор Аракеляна [3]	Geet-реактор [4]	Топливная ячейка Мейера [11]	Капиллярный Электроосмос
Метод получения водорода	Термический	Термический	Электролитический	Электролитический
Топливо	Водопроводная вода, УВТ 5:1	Водопроводная вода, УВТ 5:1	Дистиллированная вода	Дистиллированная вода
Прогрев, °С	500 – 900	500 – 900	нет	нет
Габариты УСВ, см	250x60x120	47x120x60	60x60x60	Зависят от потребностей в H ₂ , крупные
Себестоимость сборки единицы, тыс. р	~50	~30	~100	~ 200
Сложность внедрения на автотранспорте	Средняя	Низкая	Высокая	Высокая
Тип топлива	Гибридный	Гибридный	Водородный	Водородный
Состояние проекта	Прототип	Прототип	Прототип	Идея

Несмотря на то, что устройства, использующие электролитический метод, позволяют полностью избавиться от потребления углеводородного топлива, они требуют существенных доработок для их непосредственного использования в качестве источника топлива. После рассмотрения каж-

дой из предложенных технологий, выяснилось, что Geet-реактор является самым простым и дешевым способом снизить затраты углеводородного топлива. Схема установки описана в [3] и приведена на рис. 1.

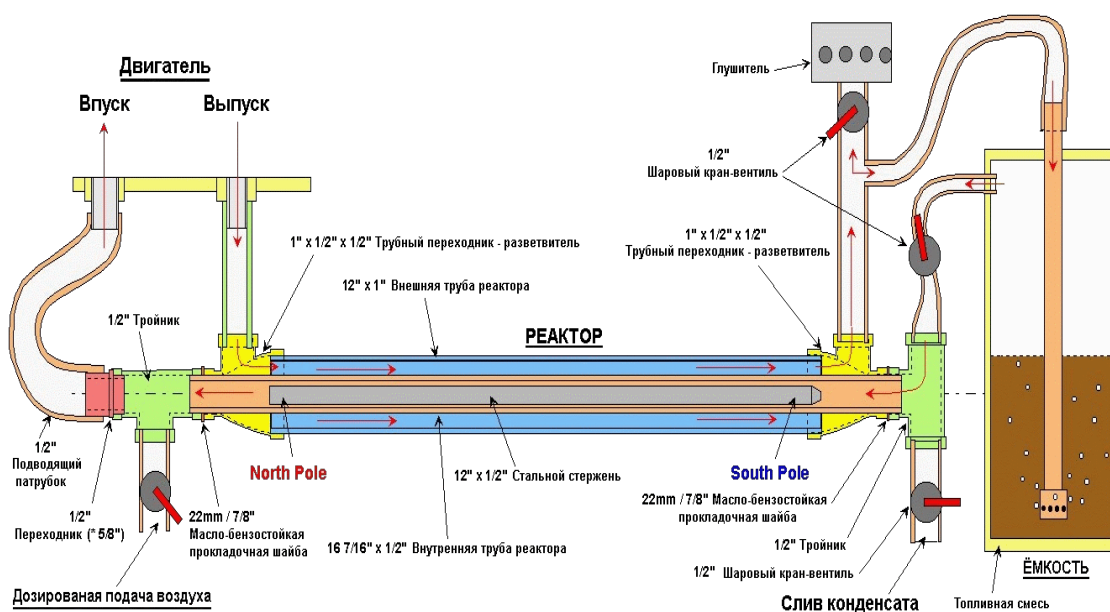


Рис. 1. Схема Geet-реактора

Автомобиль с данной УСВ будет гибридным. Для запуска синтеза водорода УСВ будет необходим прогрев реактора (2 – 5 мин), выхлопными газами в обычном режиме работы двигателя. УСВ может монтироваться в обычный автомобиль, и подключается к топливной системе автомобиля. Возможность переоборудования обычного автомобиля должна стать ключевым фактором для потребителя. Внедрение УСВ позволит значительно снизить затраты углеводородного топлива, при той же отдаче энергии.

Технические характеристики:

- снижение расхода УВТ на 80%;
- объем бака с УВТ/водой (1:4) 50 л. (бак разбивается на 2 части);
- рабочая температура от 600 до 1100°C, прогрев в обычном режиме работы двигателя;
- типы двигателей, на которые можно установить УСВ: бензиновый карбюраторный, дизельный;

- принцип подачи топлива – дроссельные заслонки, разница в давлении;
- габаритные размеры, мм., не более: 470x600x1200

Дополнительные возможности:

- возможность увеличения мощности двигателя до 110%, с увеличением износа двигателя и повышенным содержанием окислов азота в отработанном газе;
- если вместо разбиения бензобака на две части установить на автомобиль бак с водой, в четыре раза превышающий объем бензобака, (около 200 л), пробег автомобиля на одном баке бензина, вырастет в пять раз, например, с 500 км до 2500 км.
- УСВ Geet-реактор может быть применена также в совокупности с генератором электрического тока, для увеличения его эффективности.

В емкость наливается бензин и вода в соотношении приблизительно 1/5. Перед запуском двигателя указанная смесь подогревается до температуры близкой к 800°C, в результате чего происходит ее интенсивное испарение. В емкость на поверхности жидкости помещают металлическую губку. Испаряющийся газ проходит через реактор и, смешиваясь с воздухом, поступающим через

воздухозаборник, попадает в двигатель через впускные клапаны. Для регулировки обогащения обеднения воздушно-топливной смеси, как и на любом автомобиле, установлена входная дроссельная заслонка. С ее помощью производится регулировка оборотов двигателя внутреннего сгорания. Отработанный газ, выходя через выпускные клапаны двигателя, поступает в реактор для его нагрева, и далее следует к выхлопной трубе в атмосферу. Для движения паров топлива из емкости к двигателю и постоянного подогрева топливной смеси, часть отработавших газов поступает в емкость, в результате чего создает в ней некоторое давление, вытесняющее пары топлива. Для регулировки этого давления, а следовательно, регулировки количества подаваемого к двигателю топливного газа предназначены две других дроссельных заслонки. Одна, из которых стоит на пути следования отработавших газов к выхлопной трубе, а другая – на выходе паров топлива из емкости [4].

В том виде, каком представлен Geet-реактор в американском патенте, на движущемся автомобиле эффективно его не применить. Указанная конструкция мала для автомобильного двигателя – узкое поперечное сечение полостей движения отработавших газов и топливного газа. Поэтому необходимо провести НИОКР, и либо переработать конструкцию под большие диаметры, что мешает возможности применения общедоступных компонентов и вызывает необходимость производства специализированных компонентов, тем самым увеличивая затраты на производство, либо собрать около 3-х...6-ти реакторов, подключив их параллельно.

Для полной реализации преимуществ водорода в качестве автомобильного топлива возможны также следующие основные конструктивные изменения бензинового двигателя:

- увеличение рабочего объема цилиндров (для увеличения мощности);
- увеличение степени сжатия до допустимой для водорода;
- предотвращение возможности преждевременного воспламенения, обратных вспышек, детонации, учитывая большую скорость распространения пламени водородовоздушной смеси;
- изменение (уменьшение) угла опережения зажигания с учетом полного сгорания смеси в верхней мертвой точке;
- изменение системы питания, уменьшение аэродинамического сопротивления с учетом возможности увеличения коэффициента избытка воздуха при работе на водороде;
- осуществление мер по предотвращению образования окислов азота в отработавших газах при использовании атмосферного воздуха в качестве окислителя и другие меры.

В промышленности наиболее важная часть инноваций, реализуется в форме НИОКР.

Подразделения НИОКР должны опираться в своей деятельности на маркетинговые исследования запросов и состояния рынка и, следовательно, можно сказать, что они должны работать по заданию служб маркетинга. С другой стороны, отслеживание тенденций научно-технического процесса, прогнозирование и собственно разработка новых изделий требуют постановки со стороны подразделений сферы НИОКР задач маркетинговым службам по проведению соответствующей оценки рыночного потенциала новых изделий [6]. Задачей НИОКР является создание новых изделий (или услуг), которые будут являться основой производственной деятельности фирмы в будущем. НИОКР, как деятельность, обращенная в будущее, тесно связана и взаимно определяет стратегический менеджмент фирмы. Затраты на НИОКР – это вложения в будущее фирмы, но в то же время им присущи высокие неопределенность и риск. Все это дает основание заключить, что в большинстве случаев управление НИОКР стратегически более важная задача, чем собственно исполнение НИОКР [7].

Для адаптации Geet-реактора к автомобильному транспорту, необходимо провести НИОКР. По результатам, необходимо принять решение о дальнейшей судьбе проекта. Предварительно, был составлен план НИОКР, содержащий три этапа. Первый этап – НИР, второй и третий – ОКР. С помощью программного средства «Microsoft project», план был формализован (рис. 2). С помощью диаграммы Ганта была рассчитана продолжительность НИОКР – 424 дня, а также затраты – 5919100 р. (расчеты проводились в соответствии с листом ресурсов (рис. 3).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

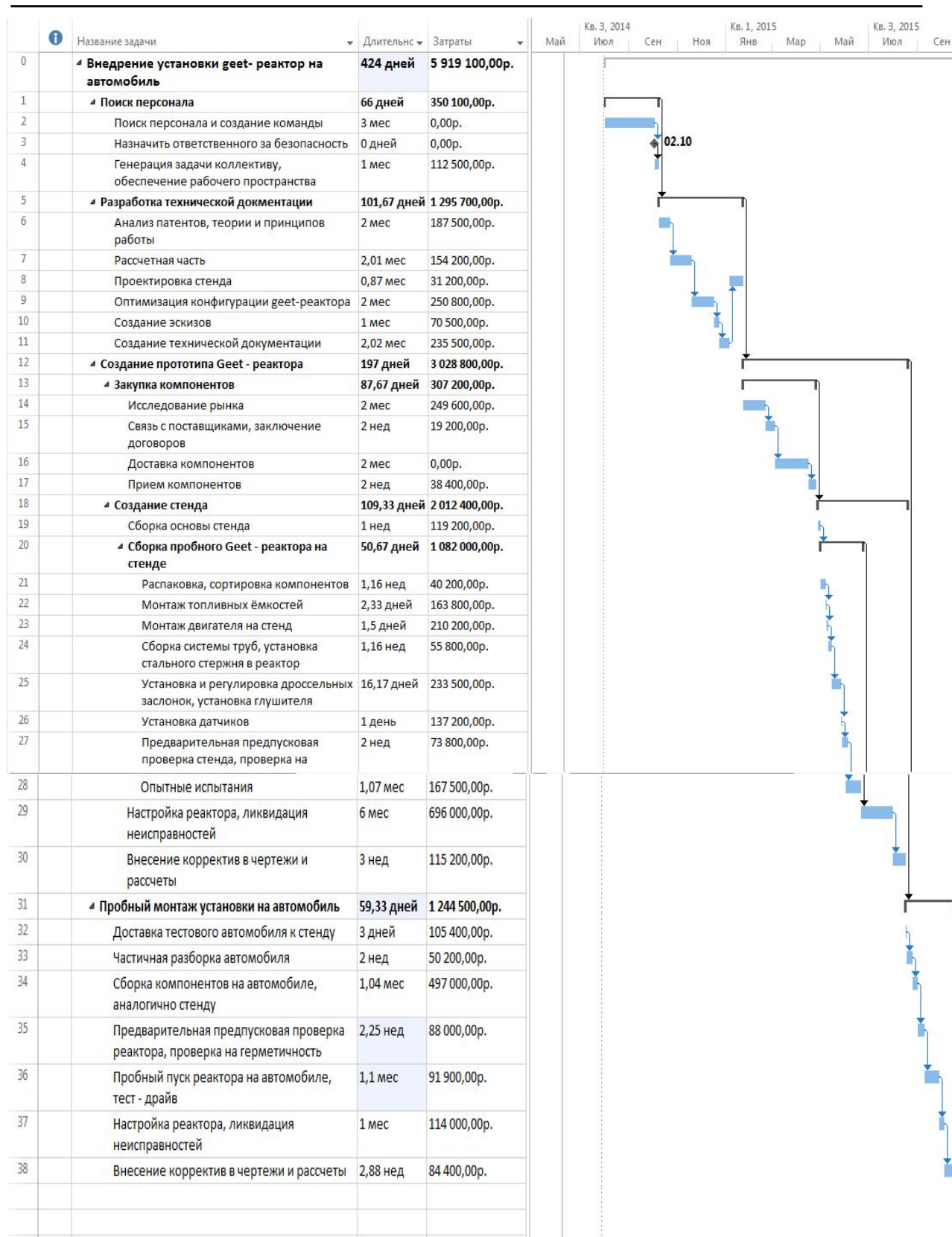


Рис. 2. План проведения НИОКР по созданию Geet-реактора


		Название ресурса	Тип	Единицы измерения материала	Краткое название	Макс. единиц	Стандартная ставка
1		Ответственный по проекту	Трудовой		ОП	100%	600,00р./ч
2		Ответственный по технике безопасности	Трудовой		ОБ	100%	500,00р./ч
3		Инженер - проектировщик	Трудовой		Ип	100%	300,00р./ч
4		Инженер - сборщик	Трудовой		Ис	100%	300,00р./ч
5		Инженер - физик	Трудовой		Иф	100%	300,00р./ч
6		Автомеханик	Трудовой		А	100%	300,00р./ч
7		Метролог	Трудовой		М	100%	300,00р./ч
8		Труба прямая	Материальный	Шт	Тп		1 000,00р.
9		Труба Т-образная	Материальный	Шт	Тт		1 000,00р.
10		Ёмкость	Материальный	Шт	Ё		50 000,00р.
11		Соединительная трубка	Материальный	Шт	С		1 000,00р.
12		Стальной стержень	Материальный	Шт	С		5 000,00р.
13		Дроссельная заслонка	Материальный	Шт	Д		10 000,00р.
14		Глушитель	Материальный	Шт	Г		10 000,00р.
15		Двигатель	Материальный	Шт	Д		100 000,00р.
16		Основа стенда	Материальный	Шт	О		100 000,00р.
17		Датчик давления	Материальный	Шт	дд		10 000,00р.
18		Датчик температуры	Материальный	Шт	дт		10 000,00р.
19		Газоанализатор фоторезисторный	Материальный	Шт	Г		50 000,00р.
20		Автомобиль ВАЗ 2109	Материальный	Шт	А		100 000,00р.

Рис. 3. Лист ресурсов для НИОКР по созданию Geet-реактора

Потенциальная емкость рынка (для новых товаров и услуг), в отличие от реальной (существующей) емкости рынка, отражает желание потенциальных покупателей воспользоваться новой услугой или новым товаром. Чем выше годовой пробег автомобиля, тем большую пользу принесет установка Geet-реактора, и тем сильнее потребитель заинтересован в приобретении УСВ. На 1 января 2013 г. в России насчитывалось 50,5 млн автомобилей. Большая часть из них – легковые машины (76,7% от общего количества автомобилей, то есть почти 39 млн). По данным ГИБДД, прирост транспорта в России составляет в среднем 5,5% в год. Из всех автомобилей 27% имеют пробег в год более 30 тыс. км, то есть их владельцы заинтересованы в снижении затрат на топливо. Потенциальная емкость рынка – 13 635 000 автомобилей +5,5% в год, или 4,09 трлн р. в денежном выражении.

После запуска серийного производства себестоимость УСВ не будет превышать 30 тыс. р. Средний автомобиль ездит по дорогам 3 – 4 года. Если предлагаемый продукт – Geet-реактор будет окупать свою стоимость, экономией бензина, в первый год, он определенно заинтересует покупателя. Чем крупнее город, тем, больше будет годовой пробег автомобиля, и тем быстрее УСВ себя окупит. В среднем, пробег автомобиля в мегаполисах, будет больше, чем в небольших городах. Для крупных городов, средний пробег составит порядка 30 тыс. км в год: в 5 – 6 раз больше чем в маленьких городах. У торговых представителей или таксиста средний пробег будет гораздо больше, чем у простого человека, работающего в офисе. Следовательно, для них, эти 30 тыс. км для большого города и 5 – 10 км для маленького умножаются в 5 – 6 раз (см. рис. 4) [12]. Расход углеводородного топлива на 100 км у разных авто варьируется от 5.1 до 12.2 литров [12]. Средний расход на 100 км – 8.6 литров. Учитывая, что Geet-реактор использует для работы 1 часть топлива и 4 части воды, сэкономленная часть – 6,8 литров на 100 км.

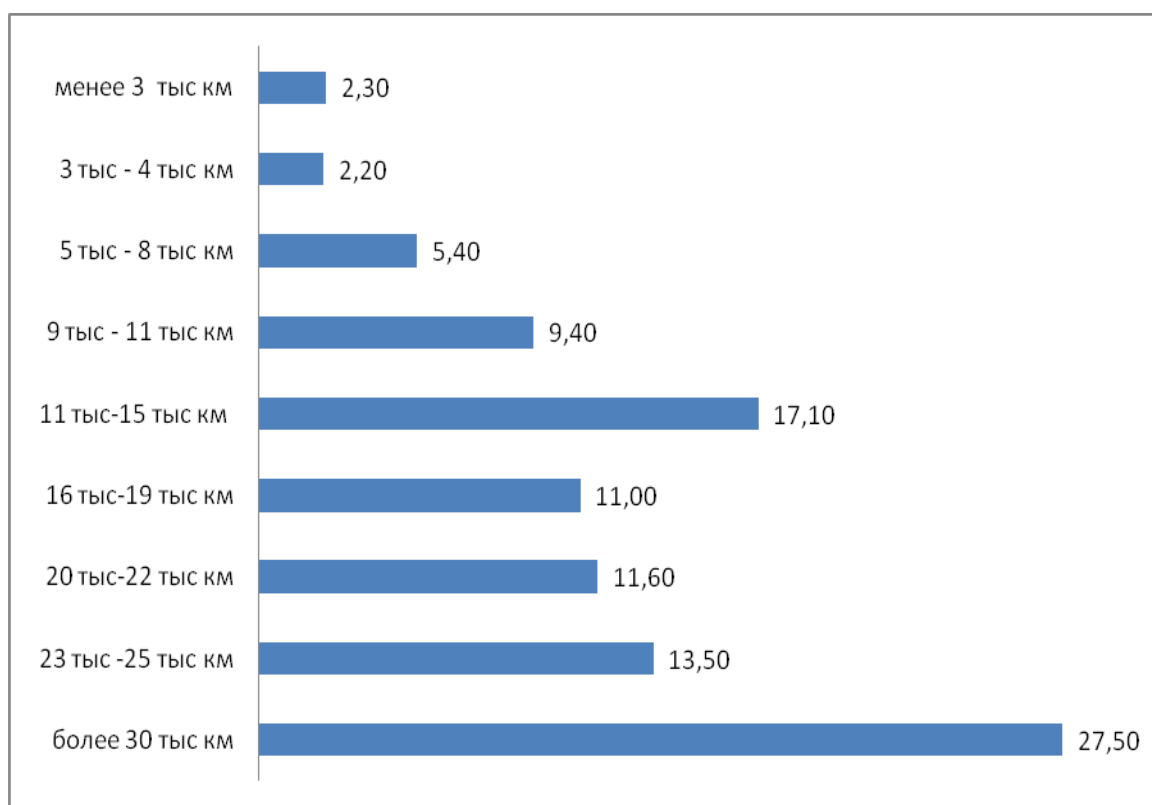


Рис. 4. Сегментация потребителей по годовому пробегу в России (%)

Стоимость литра бензина в РФ: около 36 р./литр. Значит, Geet-реактор позволяет экономить 244 р. на 100 км пути. При среднем годовом пробеге в 30 тыс. км, УСВ в год экономит: $244 \cdot 30000 / 100 = 73\,440$ р.

Стратегия сбыта зависит от целей, которые кампания стремится достичь назначением той или иной цены:

- «снятия сливок» (на новинку – высокая цена)»
- проникновения (самая низкая цена, уничтожение конкурентов);
- продвижения (завоевание клиентов, поощрение покупок);
- сегментированного ценообразования.

В ценообразовании предлагается использовать стратегию «снятия сливок». Имеет смысл начать с розничной цены 367 200 рублей (в 5 раз больше расчетной). Первым делом, такая цена заинтересует крупных потребителей топлива, с пробегом от 60 тыс. км в год. Затем можно перейти к стратегии укрепления, и постепенно снижать розничную цену до 73 440 руб.

Данная технология может вызвать интерес и энтузиазм со стороны потребителя. Автомобиль, едущий на воде, давно волнует воображение автолюбителей и компаний – крупных потребителей углеводородного топлива. Подобная инновация позволила бы существенно увеличить конкурентоспособность внедрившей ее компании, компании, в том числе на мировом рынке.

Библиографический список

1. Мацкерле Ю. Водород и возможности его применения в автомобиле. Машиностроение, 1987.
2. Варшавский И.Л., Мищенко А.И. Анализ работы поршневого двигателя на водороде. Известия вузов № 10. – М.: Машиностроение, 1977.
3. Патент RU 117145 U1 МПК C01B3/32 Турбогенератор водородный; Аракелян Гамлет Гургенович (Россия). Открытия. Полезные модели. 01.2006
4. Патент US 8,397,699 B2, Fuel Pretreater; Paul Pantone(США). Открытия. Изобретения 19.03.2013
5. ГОСТ 4.396-88 СПКП. Автомобили легковые.
6. ГОСТ Р ИСО 9004–2008. Системы менеджмента качества. Требования.

7. Коршунов Г.И., Тисенко В.Н. Управление процессами и принятие решений. СПбГПУ, 2010.–230с.
8. Антохина Ю.А., Варжапетян А.Г., Оводенко А.А., Семенова Е.Г. Управление результативностью и качеством проектов. ГУАП, 2012.– 304с.
9. Антохина Ю.А., Варжапетян А.Г., Оводенко А.А., Семенова Е.Г. Методы и инструменты управления качеством проектов. СПб.: ГУАП, 2013.– 330с.
10. Коршунов Г.И. Управление процессами и инновациями при обеспечении качества приборов и систем. Спб.:ГУАП 2008.–163с
11. Практическая электроника: электролиз, <http://www.meanders.ru/meiers6.shtml>
12. АГТ ТЕХНО: Нормы расхода топлива,
13. http://fuel-economy.ru/primenenie/normy_rashoda_topliva
14. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска.
15. ГОСТ Р ИСО 14000. Серия международных стандартов по созданию системы экологического менеджмента.

УДК 629.735.33

Г. И. Дамизова

магистрант кафедры инноватики и управления качеством

Г. И. Коршунов

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

Современная рыночная экономика предъявляет высокие требования к качеству выпускаемой продукции. Это связано с тем, что устойчивое положение предприятия на рынке определяется уровнем конкурентоспособности. Одной из важнейших задач для любого предприятия является повышение качества и безопасности своей продукции и процессов ее изготовления. Источником возникновения опасности для внешних потребителей являются несоответствия в готовой продукции, которые возникают из-за несоответствий в процессах изготовления продукции.

Главным процессом в деятельности любого промышленного предприятия является процесс производства, основная часть которого – технологические процессы, нарушение которых может привести к возникновению большинства несоответствующей продукции.

Исходя из требований стандарта ISO 9001:2008 управление несоответствующей продукцией должно включать в себя состав действий по управлению несоответствиями, а также ответственность и полномочия сотрудников для реализации этих действий. Для успешного управления несоответствующей продукцией необходимо разработать варианты стратегий для управления несоответствующей продукцией и реализовать оптимальную стратегию.

Для этого воспользуемся платежной матрицей. Суть каждого принимаемого руководством решения – выбор наилучшей из нескольких альтернатив по конкретным установленным заранее критериям. Платежная матрица – это один из методов статистической теории решений, метод, который может оказать помощь руководителю в выборе одного из нескольких вариантов. Он особенно полезен, когда руководитель должен установить, какая стратегия в наибольшей мере будет способствовать достижению целей. Ожидаемое значение альтернативы или варианта стратегии – это сумма возможных значений, умноженных на соответствующие вероятности.

Определив ожидаемое значение каждой альтернативы и расположив результаты в виде матрицы, руководитель без труда может установить, какой выбор наиболее привлекателен при заданных критериях. Он будет, конечно, соответствовать наивысшему ожидаемому значению.

Для осуществления выбора используются специальные правила принятия решения в условиях неопределенности и риска. К числу таких правил относятся:

- критерий Лапласа (минимумы среднеарифметических затрат Z_j);
- критерий Вальда (минимальных затрат или максимальной полезности);

- критерий Сэвиджа (минимального риска);
- критерий Гурвица.

Критерий Лапласа. По принципу недостаточного основания в условиях, когда невозможно выяснить вероятности для возникновения того или иного состояния внешней среды, им сопоставляют равные вероятности, находят средний эффект для каждого из рассматриваемых вариантов решения и выбирается тот из них, где средний эффект максимален:

$$W = \max_j \sum_{i=1}^n W_{ij} p_j \quad (1)$$

Критерий Вальда (критерий наибольшей осторожности/пессимиста). Для каждого из рассматриваемых вариантов решения X_i выбирается самая худшая ситуация (наименьшее из W_{ij}) и среди них отыскивается гарантированный максимальный эффект:

$$W = \max_j \min_i W_{ij}. \quad (2)$$

Критерий Гурвица. Ориентация на самый худший исход является своеобразной перестраховкой, однако опрометчиво выбирать и излишне оптимистичную политику. Критерий Гурвица предлагает некоторый компромисс:

$$S_i = \alpha \min(W_{ij}) + (1 - \alpha) \max(W_{ij}), \quad (3)$$

где параметр α принимает значение от 0 до 1 и выступает как коэффициент оптимизма.

К примеру, при $\alpha = 0$ (полный пессимизм) критерий Гурвица превращается в критерий Вальда, при $\alpha = 0.5$ расценивают равновероятно шансы на успех и неудачу, при $\alpha = 0.2$ – более осторожны и вероятность успеха считают меньшей (0.2), чем возможную неудачу.

Критерий Сэвиджа. Суть его – нахождение минимального риска. При выборе решения по этому критерию:

$$W = \max_j \min_i (W_{ij} - W_{i \max}) \quad (4)$$

Матрице функции полезности (эффективности) сопоставляется новая матрица – матрица сожалений, элементы которой отражают убытки от ошибочного действия, т.е. выгоду, упущенную в результате принятия i -го решения в j -м состоянии.

Вполне логично, что различные критерии приводят к различным выводам относительно наилучшего решения. Вместе с тем возможность выбора критерия дает свободу менеджерам, принимающим управленческие решения.

Любой критерий должен согласовываться с намерениями решающего задачу и соответствовать его характеру, знаниям и убеждениям.

Применяя метод платежной матрицы, были разработаны десять стратегий для снижения количества несоответствий.

Оптимальная стратегия управления несоответствиями позволит улучшить качество и повысить конкурентоспособность компании.

Для каждой из стратегий была рассчитана прибыль, которую получит компания в случае успешной реализации стратегии. Для каждой стратегии определено количество несоответствий каждого вида (табл. 1). При успешной стратегии это количество снижается, следовательно, повышается прибыль, которую получит фирма от продажи годных изделий. Прибыль рассчитывается с учетом количества годных датчиков.

Задача – определить оптимальную стратегию, обеспечивающую максимум прибыли в условиях неопределенности. Зададим следующую платежную матрицу:

Платежная матрица принятия решений

Стратегии по снижению несоответствий		Прибыль от снижения количества потенциальных несоответствий, руб.						
		Вид дефекта						
		В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7
		нет сигнала	слабый сигнал	Электрических испытаний	неисправен датчик температуры	не пройден электроконтроль	пайки	корпуса
A1	Предварительный подбор свето-приемников и передатчиков	46000	56000	64000	76000	40000	54000	20000
A2	Предварительные механические испытания светоприемника	70000	84000	94000	108000	102000	128000	132000
A3	Усиленный входной контроль компонентов	82000	74000	110000	152000	70000	132000	140000
A4	Обучение сотрудников	92000	102000	74000	118000	124000	108000	122000
A5	Контроль качества компаунда, регламентированный метод заливки	106000	98000	116000	92000	78000	138000	110000
A6	Регламентный метод осуществления операции "сушка"	88000	112000	126000	114000	134000	116000	142000
A7	Регламентированное напряжение питания	50000	48000	58000	70000	30000	56000	74000
A8	Контроль качества сборки	104000	118000	134000	146000	130000	112000	132000
A9	Контроль состояния оснастки	58000	56000	62000	90000	36000	30000	80000
A10	Регламентация процедуры пайки	132000	140000	98000	152000	78000	142000	138000

Данная платежная матрица представляет собой таблицу, в которой каждый ее элемент – прибыль от снижения потенциальных несоответствий (В1), соответствующая выбранной стратегии предотвращения несоответствий А1 при реализации j-го варианта. Данный вариант задачи выбора оптимальной стратегии поведения в теории игр получил название игры с «природой».

Были найдены наилучшие производственные стратегии, удовлетворяющие вышеперечисленным условиям с помощью критериев принятия решения в условиях неопределенности и риска.

Судя по полученным результатам, оптимальная стратегия – стратегия А8 «Контроль качества сборки». Так же стоит обратить внимание на стратегию А10 «Регламентация процедуры пайки».

Таким образом, практическое использование метода платежной матрицы позволяет повысить качество продукции и следовательно повысить конкурентоспособность компании.

Качество и безопасность – самое важное правило на любом производстве, особенно это касается компаний, занимающихся разработкой приборов, влияющих на безопасность жизни людей. Поэтому необходимо обеспечить заявленное качество продукции на предприятиях. Газоанализаторы должны безошибочно и вовремя реагировать на любое нежелательное изменение в воздухе, а также с точностью анализировать содержание горючих и токсичных газов, в том числе и паров.

Библиографический список

1. Боровков А. А. Математическая статистика : учебник / А. А.Боровков, 2010. - 704 с.
2. Коршунов Г.И. Управление процессами и инновациями при обеспечении качества приборов и систем – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2008. – 164,- Библиогр.: с. 162—163.— 250 экз.
3. Сейдж Эндрю П. Оптимальное управление системами / Эндрю П. Сейдж; Пер.: Е. Б. Левина и др., 1982. - 392 с.

УДК 512.643.4

М. А. Клюев, И. В. Бормоткин

студенты кафедры технологий защиты информации и техносферной безопасности

О. Е. Дик

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АЛГОРИТМЕ ШИФРОВАНИЯ RSA

История криптографии насчитывает около 4 тыс. лет. В качестве главного критерия периодизации криптографии будем использовать технологические характеристики методов шифрования.

Моноалфавитные шифры (замена исходного алфавита другим через замену букв) – отличительная черта первого периода (около 3 тысячелетия до н.э.). С IV в. на Ближнем Востоке и с XV в. в Европе, и до конца XX в. длился второй период – период полиалфавитных шифров. Третий период (начало – середина XX в.) характеризуется внедрением электромеханических устройств для шифрования данных. Четвертый период (с середины 70-х гг. XX в.) – период перехода к математической криптографии. В конце 70-х гг. начинается зарождающийся современный этап криптографии – криптография с открытым ключом. Современная криптография – отдельное научное направление не границе математики и информатики.

Одним из самых распространенных асимметричных алгоритмов является алгоритм шифрования RSA (назван по первым буквам фамилий его создателей – Ривест, Шамир, Адлеман), впервые описанный в 1977 г.

Как и во всех криптосистемах с открытым ключом, в RSA используются односторонние функции, обладающие следующими свойствами:

- если известно x , то $f(x)$ вычислить относительно просто;
- если известно $y = f(x)$, то для вычисления x нет простого пути.

В основы системы RSA положена сложность задачи факторизации произведения двух больших простых чисел. Для шифрования используется операция возведения в степень по модулю большого числа. Для дешифрования необходимо уметь вычислять функцию Эйлера от данного большого числа, для чего необходимо знать разложение этого числа на простые множители.

Открытый и закрытый ключи каждого участника обмена сообщениями в системе RSA образуют «согласованную пару» (являются взаимно обратными), то есть для любых допустимых пар открытого и закрытого ключей (p, s) существуют соответствующие функции шифрования $E_p(x)$ и дешифрования $D_s(x)$ такие что для любых сообщений m , принадлежащих множеству сообщений M , $m = D_s(E_p(m)) = E_p(D_s(m))$.

Ключи генерируются следующим образом:

- 1) выбирается два различных случайных простых числа p и q ;
- 2) вычисляется модуль – их произведение $n = pq$;
- 3) вычисляется значение функции Эйлера от модуля: $\varphi(n) = (p - 1)(q - 1)$;
- 4) выбирается целое число $e (1 < e < \varphi(n))$, взаимно простое со значением функции Эйлера (обычно это число, не содержащее большого числа единичных бит в двоичной записи). Это число называется открытой экспонентой и время, необходимое для шифрования с использованием быстрого возведения в степень пропорционально числу единичных бит в двоичной записи числа;
- 5) вычисляется число d , мультипликативно обратное числу e по модулю $\varphi(n)$, то есть оно должно удовлетворять условию: $de \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$. Число d называется секретной экспонентой и обычно вычисляется при помощи расширенного алгоритма Евклида;
- 6) пара $\{e, n\}$ публикуется в качестве открытого ключа;

7) пара $\{d, n\}$ публикуется в качестве закрытого ключа.

Само же шифрование происходит следующим способом:

- 1) берется открытый ключ $\{e, n\}$;
- 2) берется открытый текст m ;
- 3) вычисляется шифротекст: $c = E(m) = m^e \bmod n$.

Дешифрование сообщения происходит по схожему алгоритму:

- 1) принимается зашифрованное сообщение c ;
- 2) берется закрытый ключ $\{d, n\}$;
- 3) вычисляется исходный текст: $m = D(c) = c^d \bmod n$.

В качестве примера зашифруем с помощью данной схемы слово «Математика»:

- 1) выберем два простых числа: $p = 13; q = 17$;
- 2) вычислим их произведение: $n = 13 \times 17 = 221$;
- 3) вычислим функцию Эйлера: $\varphi(221) = 12 \times 16 = 192$;
- 4) выберем экспоненту: $e = 17$;
- 5) вычислим закрытую экспоненту:

$$5.1) \quad d \times 17 \equiv 1 \pmod{192};$$

- 5.2) вычисляем НОД(192,17) с помощью алгоритма Евклида:

$$a = b \times k_1 + r_1 \Rightarrow 192 = 17 \times 11 + 5$$

$$b = r_1 \times k_2 + r_2 \Rightarrow 17 = 5 \times 3 + 2$$

$$\Rightarrow \text{НОД}(192,17) = 1;$$

$$r_1 = r_2 \times k_3 + r_3 \Rightarrow 5 = 2 \times 2 + 1$$

$$r_2 = r_3 \times k_4 + r_4 \Rightarrow 2 = 1 \times 2 + 0$$

- 5.3) вычисляем закрытую экспоненту с помощью расширенного алгоритма Евклида:

$$a = 11 \times b + r_1 \Rightarrow r_1 = a - 11 \times b$$

$$b = 3 \times r_1 + r_2 \Rightarrow r_2 = b - 3 \times r_1$$

$$r_1 = 2 \times r_2 + r_3$$

$$\Rightarrow d = -79 \bmod 192 = 113;$$

$$r_2 = 34 \times b - 3 \times a$$

$$r_3 = 7 \times a - 79 \times b$$

Пара $\{17, 221\}$ является открытым ключом.

Пара $\{113, 221\}$ является закрытым ключом.

Переведем слово «Математика» в последовательность ASCII-кодов букв:
204 224 242 229 236 224 242 232 234 224.

Для каждого символа вычислим его шифр по формуле $c = E(m) = m^e \bmod n$, где m – ASCII-код символа: 68 139 21 8 32 139 21 215 13 139.

Для дешифрования применяется обратная функция $m = D(c) = c^d \bmod n$, где c – шифр каждого символа в строке.

Так как скорость шифрования целого текста данным алгоритмом низка (текст представляет собой набор двоичных представлений кодов символом в ASCII-таблице), с помощью схемы RSA шифруется так называемый сеансовый ключ, с помощью которого другими, более быстрыми алгоритмами шифруется текст.

Оценивая скорость работы алгоритма, нужно принимать во внимание то, что генерация ключей происходит намного реже операций, осуществляющих шифрование и дешифрование, сле-

довательно вычисление $a = b^c \bmod n$ представляет основную вычислительную сложность. Эта задача решается с помощью алгоритма быстрого возведения в степень. С использованием данного алгоритма для вычисления $m^e \bmod n$ потребуется $O(\ln e)$ умножений по модулю.

Для анализа времени выполнения операций с ключами, предполагается, что ключи $\{e, n\}$ и $\{d, n\}$ удовлетворяют следующим соотношениям: $\log_2 e = O(1)$ и $\log_2 d \leq \beta$. Таким образом в процессах применения ключей выполняется $O(1)$ и $O(\beta)$ умножений по модулю соответственно.

Можно сделать вывод, что время выполнения операций растёт с увеличением числа единичных разрядов в записи числа e .

Стойкость алгоритма основывается на сложности вычисления обратной функции к функции шифрования $c = E(m) = m^e \bmod n$. Для вычисления m , если известны c , n и e нужно найти такой d , чтобы $ed \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$, то есть $d \equiv e^{-1} \pmod{\varphi(n)}$. Вычисление обратного элемента по модулю – простая задача при известном значении $\varphi(n)$. А для того, чтобы вычислить значение функции Эйлера от известного числа n , необходимо знать разложение данного числа на простые множители. Нахождение таких множителей и является сложной задачей, на которой основывается стойкость алгоритма.

Выполненное исследование продемонстрировало, что в шифровании схемой RSA применяются следующие математические понятия и методы: односторонние функции; факторизация произведения простых чисел; взаимно обратные функции; функция Эйлера; быстрое возведение в степень; мультипликативность. Для оценки скорости работы используется асимптотическая оценка сложности алгоритма.

Библиографический список

1. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика, М.: Вильямс, 2005, 768с.
2. Н. Фергюсон, Б. Шнайер. Практическая криптография, М.: Диалектика, 2004, 432с

УДК 004.051

А. С. Кошелева

студент кафедры инноватики и управления качеством

С. А. Назаревич

научный руководитель

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОСИСТЕМЫ С БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ЛИЧНОСТИ В ПРОЦЕССАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТАХ

Системы контроля и управления доступом являются неотъемлемым элементом инфраструктуры современного офиса. Кроме того, система контроля доступа является почти обязательным элементом многих комплексных систем безопасности. И это совершенно оправданно, так как система контроля и управления доступом позволяет автоматически контролировать не только вход людей в здание или помещение, но и выход из него, являясь эффективным средством защиты от проникновения посторонних лиц на территорию объекта. В результате этого контроль доступа помогает обеспечивать не только сохранность материальных ценностей, но и безопасность персонала организации. Также установка системы контроля доступа на проходной предприятия позволяет автоматизировать работу пункта охраны в бюро пропусков, исключая влияние человеческого фактора [4].

На сегодняшний день контроль доступа (КД) на контрольно-пропускном пункте в организациях весьма разнообразен и имеет различную степень надежности. По результатам проведенного исследования, были выявлены наиболее часто встречающиеся виды контроля доступа (рис. 1), которые, в свою очередь, были проанализированы относительно степени надежности по трем критериям (табл. 1). Каждая организация вправе выбрать тот или иной способ осуществления контроля доступа в зависимости от потребности и финансовых возможностей.



Рис. 1. Виды контроля доступа на контрольно-пропускном пункте организаций

Таблица 1

Степень надежности контроля доступа

КД / Степень надежности	Охрана, консьерж	Магнитно-пропускная система	Биометрический идентификатор	Шлюзовые кабины	Ворота, шлагбаумы	Кодовая клавиатура
Высокая			+			
Средняя		+			+	+
Низкая	+			+		

Однако, несмотря на широкое использование различных систем контроля доступа на охраняемых объектах, проблема контроля доступа на сегодняшний день по-прежнему является достаточно актуальной.

Количество преступлений, совершенных путем незаконного проникновения на охраняемый объект с каждым годом остается приблизительно одинаковым и только в некоторых странах имеет тенденции к уменьшению. Согласно информации, представленной на официальном сайте Министерства внутренних дел России, в 2013 г. практически половину всех зарегистрированных преступлений (46,7%) в одной только Российской Федерации составляют хищения чужого имущества, совершенные путем кражи, грабежа и разбоя (рис. 2). Почти каждая четвертая кража, каждый двадцать третий грабеж, и каждое четырнадцатое разбойное нападение были сопряжены с незаконным проникновением в жилище, помещение или иное хранилище [2].

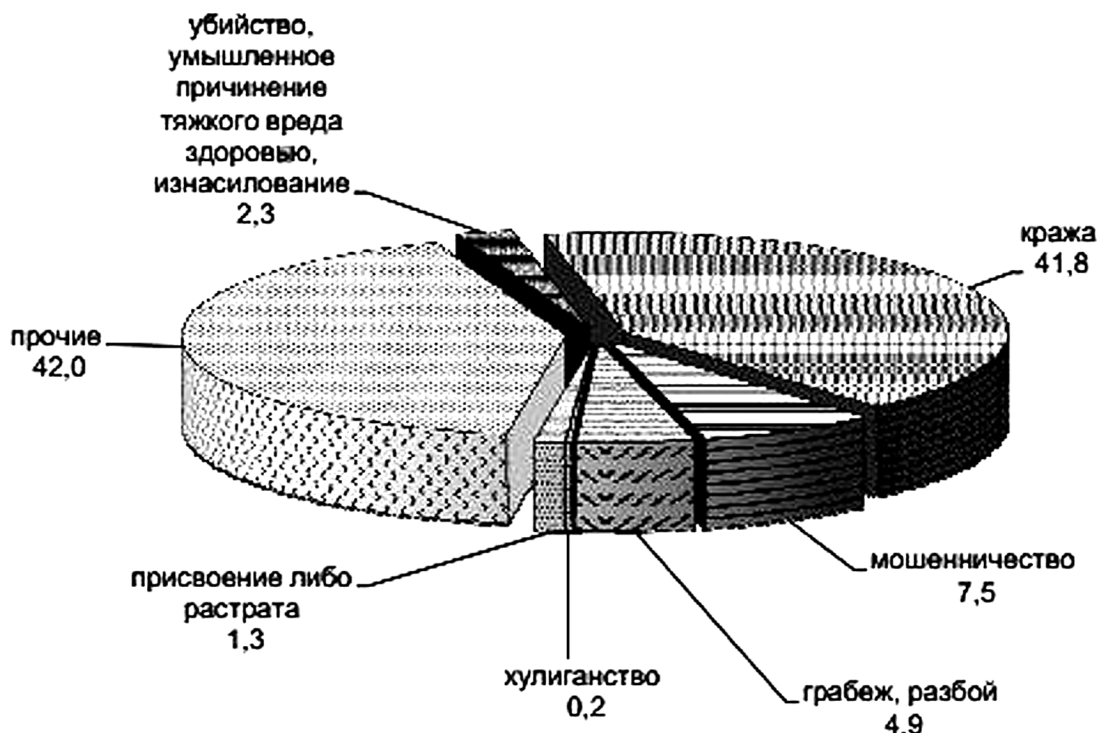


Рис. 2. Структура преступности в Российской Федерации за 2013 г.

По результатам анализа данных видно, что значительная доля из числа всех преступлений, зарегистрированных по итогам 2013 г., приходится на кражи, грабежи и разбои, что свидетельствует о плохой надежности (или отсутствии) средств по обеспечению контроля доступа. Следовательно, надежный контроль доступа является существенной проблемой для многих организаций и предприятий.

В настоящее время в организациях наиболее часто используют следующие виды контроля доступа: охрана, магнитно-пропускная система (турникет), биометрический замок отпечатков пальцев.

Каждый из видов имеет свои плюсы и минусы, а также разные каналы восприятия информации. Среди достоинств охраны выделяются хорошая физическая подготовка, скорость реакции и наличие средств обороны. Недостатками является человеческий фактор (коррупция, невнимательность). К достоинствам магнитно-пропускной системы относят автоматизацию контрольно-пропускной системы, непрерывную работу длительное время, возможность организации учета перемещений сотрудников и назначение уровней доступа для каждого из них. К недостаткам относятся ненадежность оборудования, сбои в системе, неэффективность при отсутствии магнитной карты (поломка, потеря), возможность прохода третьих лиц по чужой карте, бесполезность системы при отсутствии электричества, возможность преодолеть преграду при отсутствии карты, невозможность идентификации преступных личностей. Биометрический замок отпечатков пальцев имеет следующие достоинства: функции всевозможных ключей и карточек исполняет человеческое тело, надежность работы приравнивается к 100%, возможность организации учета перемещений сотрудников и назначение уровней доступа для каждого из них. К недостаткам такой системы относят сбои в системе, бесполезность системы при отсутствии электричества, невозможность идентификации преступных личностей.

В ходе проведения анализа были разработаны древовидные диаграммы для каждого из вышеописанных видов контроля доступа. В результате было выявлено, что наиболее предпочтительной охранной системой среди них является система «биометрический замок отпечатков пальцев» в виду наименьшего числа возникающих проблем при ее использовании, структура представлена ниже (рис. 3).

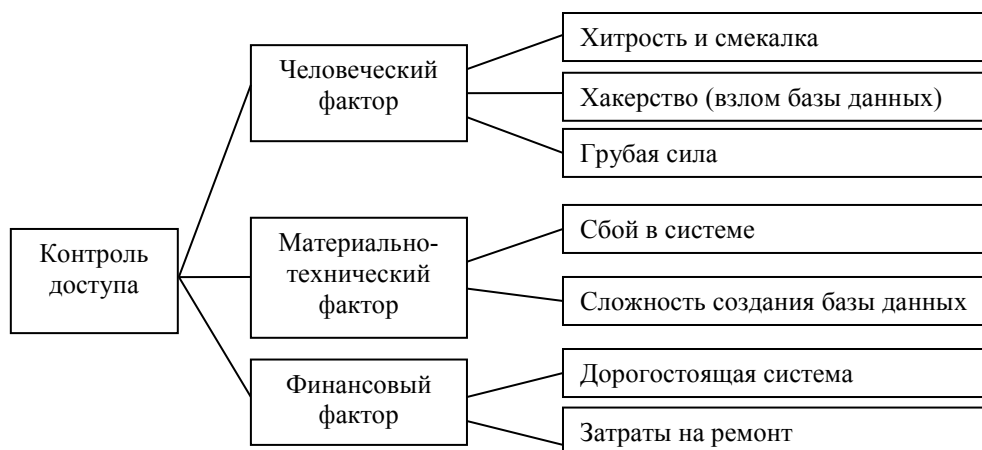


Рис. 3. Древовидная диаграмма для охранной системы «биометрический замок отпечатков пальцев»

Наличие у рассмотренных видов контроля доступа тех или иных недостатков дает основание сделать вывод, что алгоритмы, методы и системы идентификации личности требуют постоянного совершенствования. В частности, с целью совершенствования контроля доступа, при Владимирском государственном университете была создана инновационная система видеонаблюдения с биометрической идентификацией личности.

Системы видеонаблюдения являются сегодня обязательным, а порой и основным элементом любой современной системы безопасности. Как правило, в местах, где установлены камеры, совершается значительно меньше правонарушений, а если и совершаются, то процент их раскрываемости гораздо выше, чем в «слепых зонах». Системы видеонаблюдения успешно применяются для выявления различного рода правонарушений. Однако существует проблема – этот процесс плохо автоматизирован из-за отсутствия надежных и быстрых алгоритмов идентификации личности по изображению, и в большинстве случаев этим занимаются люди, а не машины.

Уникальная система видеонаблюдения для учета и контроля доступа – это новый комплекс, который может одновременно распознавать больше 20 лиц. После попадания человека в так называемую «зону контроля» уже через три секунды, если, конечно, фотография есть в базе данных, информация о нем появится у оператора комплекса. За это время система сравнивает изображение, получаемое в режиме реального времени и снимки из базы по нескольким сотням параметров. В этом и заключается актуальность решения проблемы автоматической идентификации личности. Идентификация личности в данной видеосистеме производится путем сравнения биометрических характеристик лиц граждан с базами фотоизображений с использованием методов построения трехмерных моделей по двумерным изображениям. Внутри установлена камера, имеющая две матрицы: для видимого и для инфракрасного диапазонов. То есть съемка может производиться в полной темноте. Такая система биометрической идентификации личности предназначена для идентификации людей по изображению лица (а также по его мельчайшим деталям) в различных ракурсах в рамках проведения оперативно-розыскных и профилактических мероприятий [1]. Обмануть такую систему возможно следующими способами: профессиональный грим, пластическая операция, хакерство, в результате которого может произойти сбой системы.

Охранная система «замок отпечатков пальцев» также относится к классу биометрических систем, но она требует непосредственного контакта с человеком, а также вызывает трудности при использовании в местах с большим скоплением людей, что делает ее более проблемной по сравнению с предлагаемой альтернативой. Таким образом, инновационная система видеонаблюдения имеет небольшое число проблем по сравнению с рассмотренными видами контроля доступа, что свидетельствует о рациональности ее использования.

Стоит отметить, что сканирование черт лица – единственный метод биометрической идентификации, который не требует согласия на выполнение проверки (и может осуществляться скрытой камерой), поэтому данный метод может использоваться для выявления опасных преступных личностей [1].

Практика показывает, что необходимо выделить около 30 особых точек на изображении лица человека, которые будут максимально устойчивыми к небольшим изменениям (ракурса, освещенности, мимики, косметики, возрастным изменениям). Группы точек имеют следующий приоритет: глаза, брови, нос, рот, на их основе возможно выделение множества разных параметров для идентификации [3].

Исходя из анализа основных антропометрических параметров лица человека (цвет кожи лица, цвет глаз, форма носа, форма губ, форма головы, форма бровей, цвет волос, наличие бороды или усов) был разработан принцип идентификации личности на примере одного конкретного человека, попавшего в «зону контроля» инновационной видеосистемы. Данный принцип основан на том, что каждому из перечисленных антропометрических параметров ставится в соответствие некоторое число, которое отражает определенную степень выраженности данного параметра у конкретного человека. Для наглядности представлены некоторые возможные числовые значения указанных параметров (табл. 2). В реальности каждый параметр может иметь несколько тысяч различных числовых значений.

Таблица 2

Числовые значения антропометрических параметров лица

Параметр	Цвет кожи лица		Цвет глаз		Форма носа		Форма губ	
Числовые значения	Белый	0	Голубой	11	Прямой	25	Тонкие	41
	Желтый	1	Карий	12	С горбинкой	26	Пухлые	42
	Коричневый	2	Черный	13	Острый	27	Средние	43
	Черный	3	Зеленый	14	Вогнутый	28	«Бантиком»	44
	Красный	4	Серый	15	«Картошкой»	29	Косые	45
Параметр	Форма головы		Форма бровей		Цвет волос		Борода/усы	
Числовые значения	Круглая	54	Нет	67	Черный	83	Нет	94
	Овальная	55	Прямые	68	Русый	84	Щетина	95
	Треугольная	56	Округлые	69	Каштановый	85	Усы	96
	Прямоугольная	57	Ломаные	70	Рыжий	86	Борода	97
	Грушевидная	58	«Домиком»	71	Белый	87	Усы и борода	98

С целью рассмотрения принципа идентификации личности на примере конкретного человека Иванова Ивана Ивановича будут использоваться данные из табл. 2. При этом антропометрические данные Иванова Ивана Ивановича, представленные в табл. 3, хранятся в электронной базе данных системы.

Таблица 3

Антропометрические данные Иванова И. И.

Параметр	Числовые значения
Цвет кожи лица	0
Цвет глаз	15
Форма носа	27
Форма губ	41
Форма головы	55
Форма бровей	68
Цвет волос	84
Борода/усы	94

Принцип идентификации личности на примере конкретного человека заключается в следующем: когда лицо человека попадает в поле действия видеосистемы биометрической идентификации личности, система моментально определяет его антропометрические параметры и ищет совпадения этих параметров в базе данных. Если больше половины параметров захваченного видеокамерой лица совпадает с параметрами сохраненного в базе данных человека – в данном случае Иванова Ивана Ивановича, то система приступает к более детальному анализу полученного лица по нескольким сотням других мельчайших антропометрических параметров и, в случае успеха, идентифицирует захваченное лицо как Иванова Ивана Ивановича.

Стоит отметить, что система, благодаря такому детальному анализу, способна распознавать личность даже по самым мельчайшим чертам и фрагментам лица, что позволяет идентифицировать человека, у которого, например, сломан нос или разбита губа, который перекрасил волосы в другой цвет или надел очки и т.п. Если же системе не удастся распознать человека по какой-либо причине (человек умышленно скрывает свое лицо или он отсутствует в базе данных), она посылает соответствующий сигнал оператору. Оператор, в свою очередь, должен разрешить сложившуюся ситуацию – занести человека в базу данных, вызвать охрану или, в случае необходимости, отправить разрешающий сигнал на удерживающее устройство, взяв на себя полную ответственность.

Система биометрической идентификации (СБИ) состоит из видеокамеры, канала связи, биометрического сервера поиска, распознавания и управления по базе данных, монитора для вывода изображений и удерживающего устройства (полноростовой роторный турникет, двери). На основе представленных данных, была разработана схема осуществления контроля доступа с использованием видеосистемы биометрической идентификации личности (рис. 4) [1].

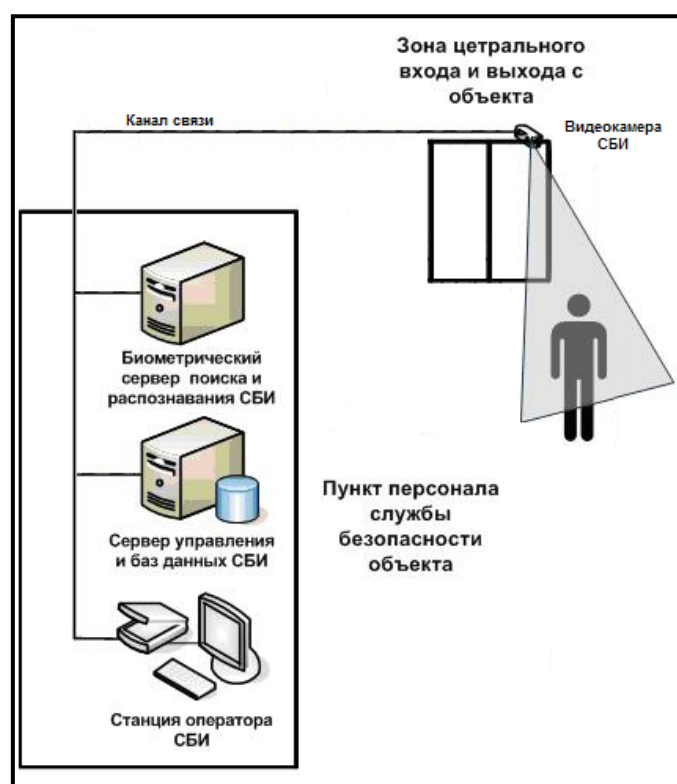


Рис. 4. Схема осуществления контроля доступа

В ходе анализа было выявлено, что немаловажную роль при обеспечении контроля доступа с использованием инновационной видеосистемы играет правильно выбранное место установки видеокамер. Если камера будет установлена под неправильным углом, то программа идентификации будет больше времени тратить на распознавание лица входящего человека или не сможет его идентифицировать (например, лицо будет перекрыто посторонними предметами – кепка, капюшон,

платок). Лица входящих на охраняемый объект людей должны попадать в центр зоны видимости камеры, что увеличит вероятность идентификации входящего человека, а также скорость распознавания.

Такая система может работать в общественном транспорте, на крупных промышленных предприятиях, а так же в местах с очень большим скоплением людей (аэропорты, вокзалы, метрополитен, супермаркеты, автостоянки, выставки и т.д.) Сфера применения видеосистемы весьма разнообразна (рис. 5), что позволяет использовать ее в различных местах для осуществления круглосуточного контроля и своевременного предотвращения всевозможных чрезвычайных происшествий и преступлений. Таким образом, риск возникновения ситуаций, представляющих опасность для жизни людей, существенно снижается [1].

Основной проблемой видеосистемы биометрической идентификации личности может являться ее стоимость и дороговизна установки оборудования. В связи с этим организация, которая имеет необходимость улучшения контроля доступа и желает использовать с этой целью рассматриваемую видеосистему, должна обладать соответствующими финансовыми возможностями. Некоторые государственные организации без специальных субсидий со стороны государства, вероятно, не смогут позволить себе использование такой системы, однако понижение уровня преступности и повышение уровня безопасности находятся в интересах любого государства, поэтому выделение субсидий является вопросом времени.

Стоит отметить, что инновационную видеосистему без особых усилий можно устанавливать в местах, где уже используются обычные камеры видеонаблюдения путем установки на сервер необходимого программного обеспечения и, при необходимости, создания базы данных, что обойдется гораздо дешевле, чем полная замена имеющегося оборудования. Однако такая экономия за счет использования старого оборудования, может сказаться на качестве работы системы, а, следовательно, и на надежности контроля доступа в организации.



Рис. 5. Структурная схема объектов, на которых может использоваться видеосистема

Потребность в постоянном контроле доступа нам диктуют требования безопасности, стремление защитить себя и своих близких, желание поддерживать жизненную стабильность. При проек-

тировании любой системы безопасности нельзя упускать из виду человеческий фактор. Охранник может устать, потерять бдительность, уснуть, не заметить, быть подкупленным и т.д. Цифровые системы не устают, не спят и не берут взятку, а соответственно беспристрастно регистрируют все факты нарушения. Именно поэтому главной проблемой при проектировании и использовании современных систем безопасности является полное или частичное отсутствие автоматизации процесса контроля доступа, и создание видеосистемы биометрической идентификации личности является существенным шагом к решению этой проблемы [1].

По результатам проведенного анализа в сфере контроля доступа было выявлено, что использование инновационной видеосистемы позволит максимально автоматизировать процесс идентификации личности за счет использования уникального программного обеспечения, в котором реализованы новейшие алгоритмы анализа изображений и распознавания объектов. Благодаря установке видеосистемы с биометрической идентификацией личности в несколько раз увеличивается степень защиты от нежелательного проникновения на охраняемую территорию посторонних лиц. Помимо этого, использование такой системы позволяет производить мониторинг преступных личностей в потоке людей, контролировать посещаемость студентов и многое другое.

Библиографический список

1. Кошелева А. С. Эффективность использования видеосистемы биометрической идентификации личности с целью контроля доступа [Текст] / А. С. Кошелева, Е. Ю. Фортыхев // Молодой ученый. — 2014. — №3. — С. 308-313.
2. Официальный сайт министерства внутренних дел Российской Федерации: Состояние преступности России за январь-декабрь 2013 года, М., 2014, http://mvd.ru/upload/site1/document_file/H8NGnfdiEy.pdf
3. Колесник А.В. Распределенная программная система для распознавания изображений, Донецк, 2010, <http://masters.donntu.edu.ua/2010/fknt/kolesnik/diss/index.htm>
4. ТРЕИД телеком: Системы контроля и управления доступом, <http://www.tradetelecom.ru/sistemy-bezopasnosti/ustanovka-sistem-kontrolya-dostupa-skud-moskva-himki.php>

УДК 658.652 (018)

Д. А. Куликов

магистрант кафедры инноватики и управления качеством

Е. А. Фролова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Объектом исследования является технологический процесс контактной сварки ООО «ХММР», а предметом – совершенствование процесса обеспечения качества контактной сварки. ООО «ХММР» занимается производством автомобилей. Для удовлетворения постоянно повышающегося спроса на продукцию компания наращивает объемы производства за счет повышения уровня автоматизации процессов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики цеха сварки ООО «ХММР»

Период	Автоматизация цеха сварки, %	Количество сварочных роботов, шт.	Время цикла, сек.	Производительность, тыс. шт./год
2011 г.	80	76	102	150
2014 г.	98	97	74	210

В автомобильной промышленности широко используется технология контактной сварки, которая позволяет получать надежные соединения кузова автомобиля и добиться высокой производительности сварочных процессов. Проблема состоит в том, что в условиях современного массово-

го производства, когда человек оказывается за пределами технологического процесса, неисправное автоматическое оборудование может выдать массу дефектных изделий прежде, чем проблема будет обнаружена. Брак прерывает производство и требует дорогостоящих переделок [1]. Также бракованная продукция сама по себе способна испортить дорогостоящее оборудование на последующих этапах обработки.

Высокая автоматизация технологического процесса сварки не позволяет проводить контроль качества сварки сразу после выполнения сварочных операций, по этой причине применяется выборочный контроль с использованием методов разрушающего и неразрушающего контроля. Выборочный контроль качества на последнем этапе технологического процесса сварки (рис. 1) не позволяет своевременно выявлять несоответствующее качество, поэтому бракованная продукция может оказаться как на предшествующих контролю этапам, так и на последующих. Проведение сплошного контроля оказывается нецелесообразным из-за высокой стоимости и трудоемкости используемых методов. С ростом автоматизации технологического процесса сварки, техническое состояние сварочного оборудования становится определяющим фактором в качестве соединений контактной точечной сварки.

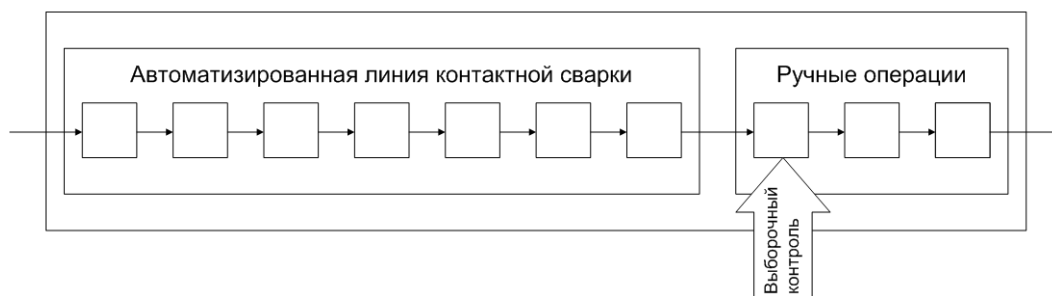


Рис. 1. Технологический процесс сварки

В качестве решения проблемы предлагается автоматизированно проводить измерения короткого замыкания, результаты которых характеризуют техническое состояние сварочного оборудования (рис. 2). Разумно проводить такие измерения с помощью новых или зачищенных рабочих наконечников (электродов).

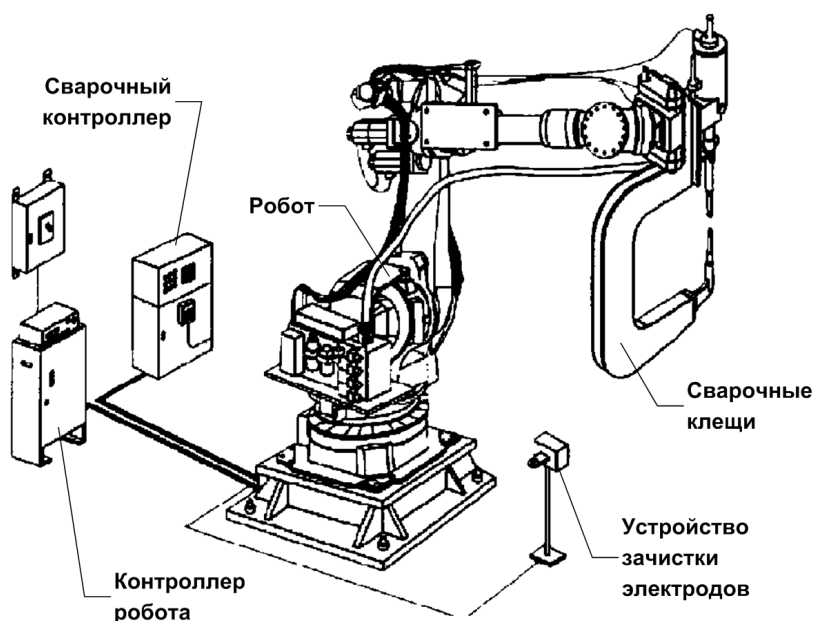


Рис. 2. Сварочный пост

Измерение короткого замыкания позволяет получить пять выходных параметров. Напряжение, ток, энергия, мощность и сопротивление – это выходные параметры, которые можно контролировать с помощью статистических инструментов. Статистический анализ выходных параметров в автоматическом режиме позволит своевременно выявлять нарушения в процессе и принимать решение о его регулировке.

Анализ процесса измерения короткого замыкания показал, что процесс стабилен и воспроизводим. С помощью корреляционной матрицы (табл. 2) был проведен анализ выходных параметров. Корреляция между параметрами близка к единице.

Таблица 2

Корреляционная матрица выходных параметров

Выходные параметры	Напряжение	Ток	Энергия	Мощность	Сопротивление
Напряжение	1,00	0,44	0,78	0,75	0,68
Ток	0,44	1,00	0,91	0,93	-0,73
Энергия	0,78	0,91	1,00	1,00	-0,38
Мощность	0,75	0,93	1,00	1,00	-0,43
Сопротивление	0,68	-0,73	-0,38	-0,43	1,00

Для контроля выходных параметров выбраны многомерные контрольные карты Хотеллинга. Карты Хотеллинга обладают рядом преимуществ перед картами Шухарта. Статистический контроль пяти характеристик сварочного оборудования требует анализ как минимум десяти карт Шухарта (например $T^2 = n(\bar{X} - \mu_0)^T S^{-1}(\bar{X} - \mu_0)$ или $\bar{X} - s$ карты), а в случае использования статистики Хотеллинга $T^2 = n(\bar{X} - \mu_0)^T S^{-1}(\bar{X} - \mu_0)$ [2] – всего одной. Так как выходные параметры имеют сильную корреляцию, незначительное изменение каждого из них, может оказывать совместное влияние на технологический процесс сварки [3]. Многомерные контрольные карты Хотеллинга, в отличие от карт Шухарта способны улавливать такие изменения.

Таким образом, нарушения процесса контактной сварки, связанные с влиянием нескольких характеристик, целесообразно диагностировать с использованием многомерных контрольных карт Хотеллинга (рис. 3). При этом процесс считается стабильным, если на карте нет точек, выходящих за контрольную границу, и отсутствуют структуры специального вида (тренды или серии), которые также могут свидетельствовать о нестабильности процесса [3]. Любая из этих ситуаций требует остановки процесса, анализа и устранения причин появления разладки процесса.

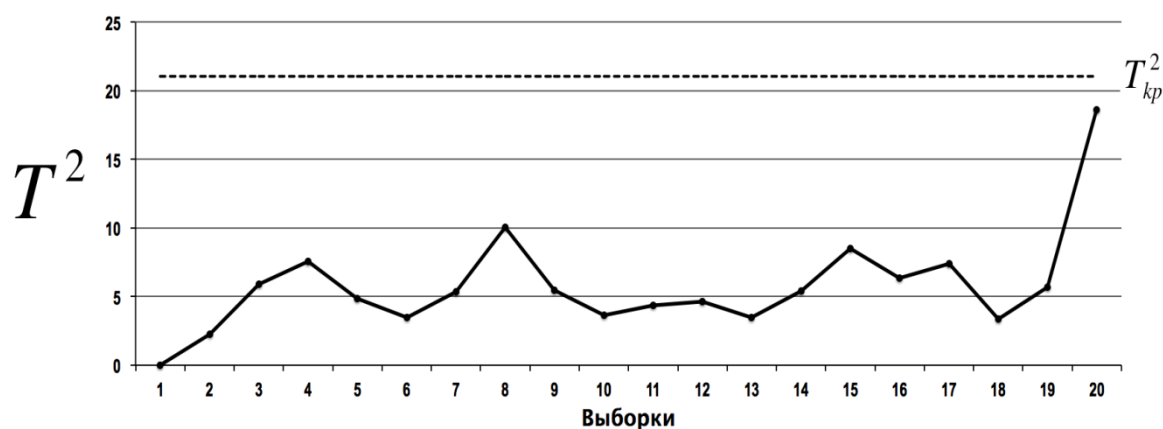


Рис. 3. Многомерная контрольная карта Хотеллинга

Согласно классификации Шухарта, есть два разных пути улучшения производственного процесса. С одной стороны, если процесс демонстрирует управляемую вариацию, его следует воспринимать как стабильный и устойчивый. Вариация, присутствующая в процессе, отражает только то, что присуще самому процессу. Следовательно, чтобы снизить вариацию, нужно изменить сам процесс. С другой стороны, если процесс демонстрирует неуправляемую вариацию, то он время от времени изменяется. Он и неустойчив, и нестабилен во времени. Эта нестабильность создает избыточную вариацию, которая не имеет ничего общего с нормальным режимом работы процесса. Следовательно, первым шагом на пути улучшения поведения «выхода» процесса служит определение особых причин излишней вариации [4].

Система контроля выходных параметров сварочного оборудования (рис. 4) включает три блока. Блок «Сбор данных» предназначен для организации автоматизированного сбора данных и используется на этапе внедрения системы. Блок «Настройка системы» предназначен для анализа обучающей выборки, которая берется на стадии отлаженного процесса. Блок «Мониторинг процесса» предназначен для оперативной обработки данных и заключения о необходимости регулировки процесса по результатам диагностики его нарушений.

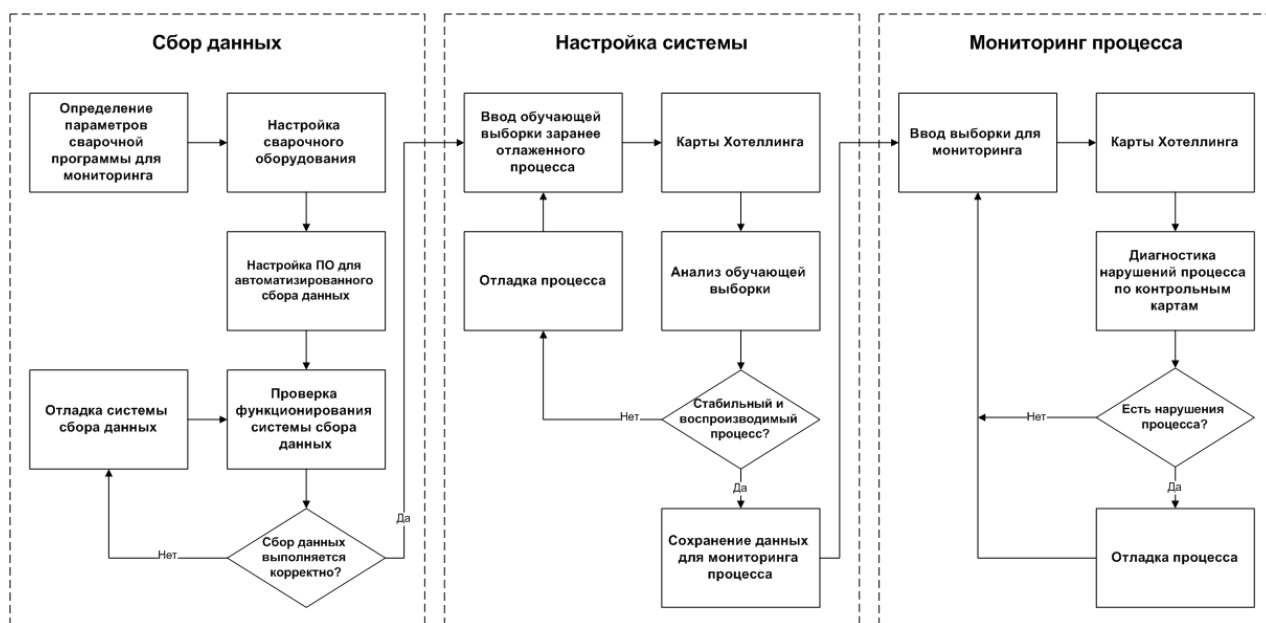


Рис. 4. Структурная схема системы

Принцип работы системы (рис. 5) заключается в следующем. Измерение выходных параметров сварочного оборудования встраивается через определенное (критическое) количество сварочных операций. Результаты каждого измерения являются частью выборок для контрольной карты Хотеллинга. При нормальном ходе процесса выполняются операции сварки пока не будет достигнуто критическое количество операций сварки, затем снова происходит измерение. В противном случае автоматически останавливается технологический процесс для устранения неисправности, с последующим измерением короткого замыкания для подтверждения результативности принятых мер.

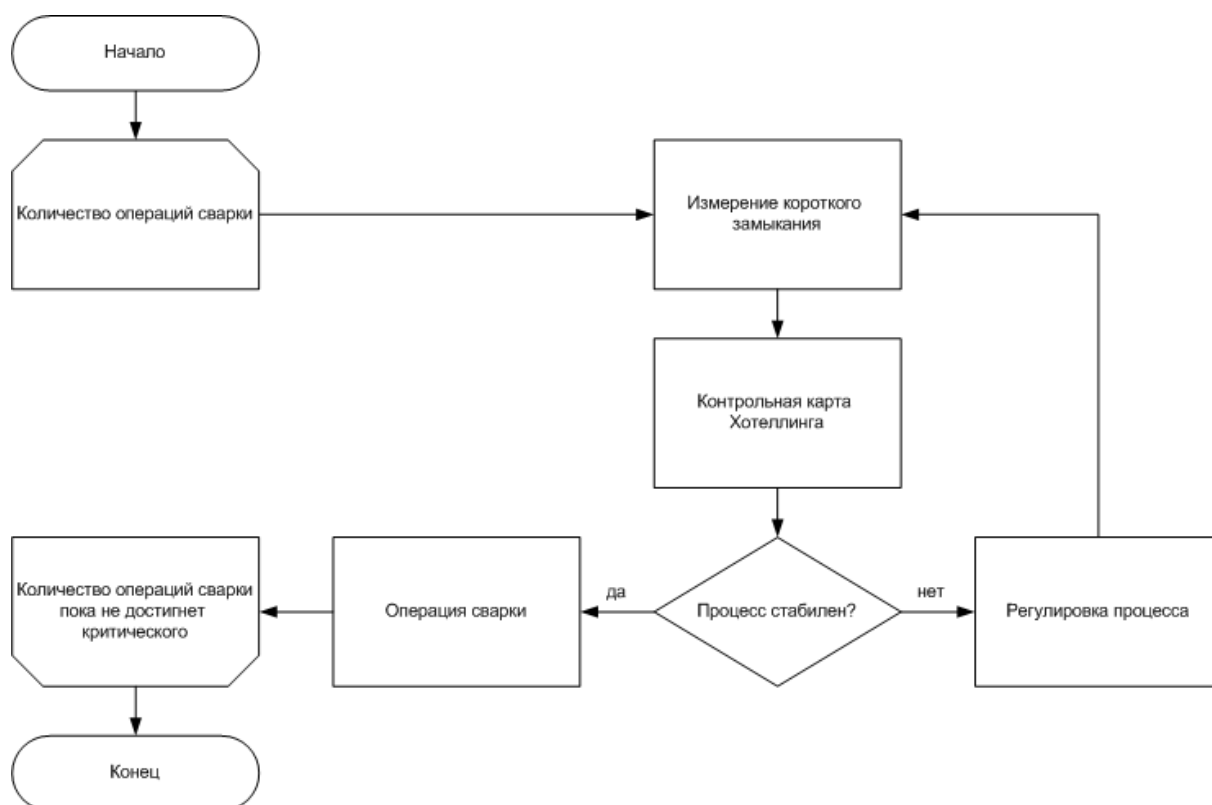


Рис. 5. Принцип работы системы

Получение изделий высокого качества, выполняемых с применением контактной точечной сварки, возможно только в том случае, если на предприятии осуществляется три вида контроля: предварительный, контроль в процессе сварки и окончательный контроль готового изделия. Таким образом, многопараметрический статистический контроль заключается в систематической проверке технического состояния оборудования перед выполнением сварочных операций, осуществляя первый вид контроля.

Предложенная система многопараметрического статистического контроля способна своевременно обнаруживать нарушения в выходных параметрах сварочного оборудования, за счет ее встраивания в технологический процесс. Работа системы в автоматическом режиме позволит исключить производство массы бракованных изделий, исключит попадание брака на последующие этапы обработки и предотвратит порчу автоматического оборудования. В условиях современного массового производства решение поставленной проблемы дает серьезное конкурентное преимущество.

Библиографический список

1. Имаи М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества. Пер. с англ. М.: АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР, 2014. 340 с.
2. Ryan T. P. Statistical methods for quality improvement. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 666 с.
3. Клячкин В. Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 196 с.
4. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 409 с.

УДК 65.012.613

Р. О. Кургузиков

студент кафедры инноватики и управления качеством

Е. А. Фролова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ИНСТРУМЕНТЫ КАЧЕСТВА – ИСТОЧНИК ОРГАНИЗАЦИОННОГО ЗНАНИЯ

Японское экономическое чудо, которое никому не удалось повторить, до сих пор остается загадкой. Секрет японских компаний, успешно конкурирующих на международном рынке, по мнению многих специалистов, не в квалификации персонала, доступе к дешевым кредитам, тесных и конструктивных взаимоотношениях с клиентами, поставщиками, государственными учреждениями, системе пожизненного найма, строгой иерархической структуре и др. Успешность формируется благодаря навыкам и опыту *создания организационного знания* [1]. Под этим термином понимается способность компании как единого целого создавать новое знание, распространять его по всей организации и воплощать в продуктах и услугах. Понять процесс создания знания организацией – значит понять процесс осуществления инноваций, повышения качества продукции, процессов и услуг японскими компаниями, а ведь они славятся постоянным и непрерывным совершенствованием методов работы.

Вступление человечества в постиндустриальную эпоху, где важнейшую роль стала играть информация, пробудило интерес к понятию знание. Современное общество называют информационным обществом, отличающимся от предшествующих формаций тем, что значимость и влияние знаний многократно повысились. Знание стало конкурентным преимуществом [1].

Западные специалисты склонны рассматривать организацию как устройство переработки информации. Подобный взгляд формирует отношение к знанию как чему-то обязательно формализованному, конкретному и систематизированному. *Формализованное знание* может быть выражено словами и цифрами, легко изложено и распространено в виде чисел, формул, алгоритмизированных процессов или всеобщих принципов. Таким образом, знание рассматривается в качестве синонима компьютерного языка, химической формулы или свода общих правил [1].

На востоке в понятие «знание» принято вкладывать иной смысл, считается, что истинное знание не выразить словами и цифрами, оно в основе своей неформализовано, не является чем-то доступным и легко видимым. Цифры и слова, в которые обличают знание, всего лишь верхушка айсберга, а большая его часть сокрыта, включает в себя также, субъективное понимание, предчувствия и догадки, интуицию, и доступна лишь владельцу. Неформализованное знание существует на уровне индивидуума, тесно связано с опытом и деятельностью конкретного человека, эмоциями, идеалами, ценностями, философией. Все это создает трудности при формализации и передачи кому-либо.

В неформализованном знании следует выделить два компонента. Первый компонент – технический, содержит, труднообъяснимые навыки, умения, опыт. Квалифицированный рабочий, специалист практик могут выполнить работу, но часто не могут объяснить, сформулировать, принципы как они это делают. Можно сказать, чувствует руками как надо.

Второй компонент – когнитивный, не менее важный, включающий в себя уникальное виденье, умозрительные построения, ощущения очень простые и привычные, являющиеся частью человека, посредством которого каждый из нас ощущает реальность (что есть) и прогнозирует будущее (что должно произойти). Некая картина явления, нарисованная человеком у себя в голове, хотя объяснить, почему наши представления именно сложно.

Знания — «доказанное истинное убеждение», традиционным определением. Хотя термины *информация* и *знание* часто используют как синонимы, между ними существуют отчетливо выраженные различия. На основе информации вырабатываются новые подходы к истолкованию событий и объектов, выявляется ранее невидимый смысл, проявляются скрытые связи. Информация

становится необходимой средой для создания и извлечения знаний. Знание, в отличие от информации, предполагает наличие *мнения* и *убеждения*.

Некоторые черты неформализованного и формализованного знания приведены в табл. 1.

Таблица 1

Два типа знания

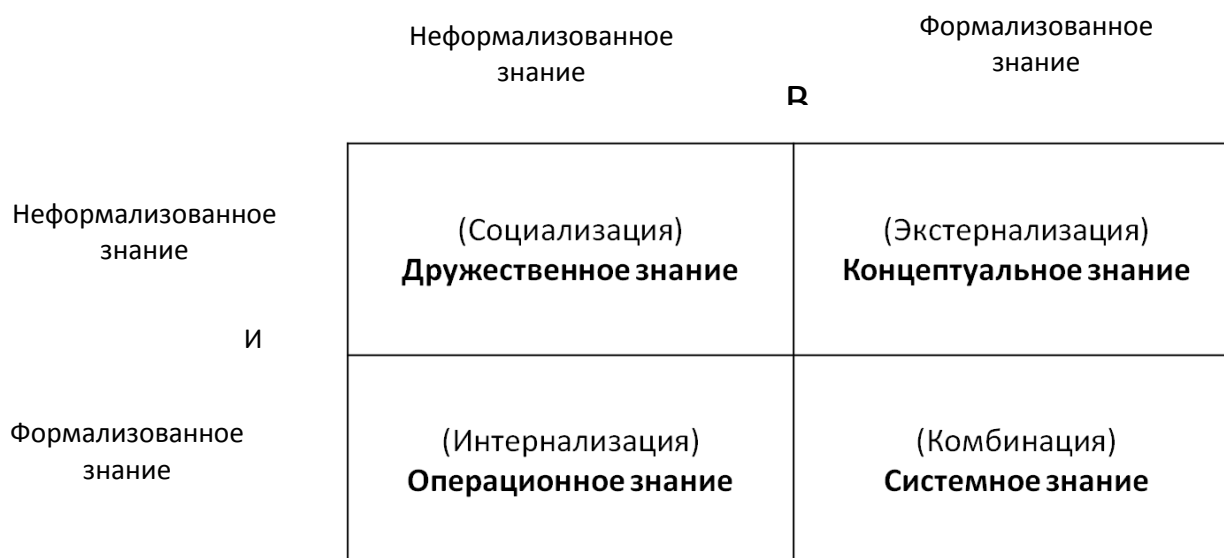
Неформализованное знание	Формализованное знание
Субъективное	Объективное
Полученное из опыта (тело)	Полученное из рассуждения (душа)
Одновременное (здесь и сейчас)	Последовательное (там и тогда)
Аналоговое (практика)	Цифровое (теория)

Оба этих вида знания следует рассматривать не по отдельности, а как взаимодополняющие факторы единой природы. В результате человеческой деятельности, созидательной активности они взаимодействуют и перетекают друг в друга. Этот процесс можно назвать трансформацией знания.

Предположение о создании знания посредством взаимодействия неформализованного и формализованного знаний позволяет нам утверждать, что существуют четыре способа его трансформации (рис. 1):

1) из неформализованного в неформализованное – социализация – процесс распространения знания и создание тем самым знания неформализованного, например распространяемых интеллектуальных моделей и технических навыков. Отдельно взятый индивидуум способен воспринять неформализованное знание без использования слов от другого человека, обучаться на примере;

2) из неформализованного в формализованное – экстернализация – процесс оформления неформализованного знания в формализованные концепции. Это процесс создания знания, результатом которого является формализованное знание из неформализованного, оформляемое в виде метафор, аналогий, моделей, концепций, гипотез. Оформление знания происходит с помощью слов;



Содержание знания, созданного четырьмя способами

Рис. 1. Четыре модели трансформации знаний

3) из формализованного в формализованное – комбинация – процесс включения концепций, в систему знания. Трансформирование знание происходит сочетанием различных положений формализованного знания;

4) из формализованного в неформализованное – интернализация – процесс воплощения формализованного знания в неформализованное, связанный с методикой «обучение на практике». Когда опыт посредством социализации, экстернализацией и комбинацией интернационализируется в неформализованное знание индивидуума в форме общей интеллектуальной модели или технологического ноу-хау, он приобретает ценность [1].

Одним из способов по трансформации информации в знания может выступить применение инструментов качества. Инструменты качества – это набор методов по сбору обработке, анализу и представлению количественных и качественных данных о процессах и объектах. Широко применяется в управлении качеством. Сформировался в результате понимания компаниями необходимости повышения качества продукции и услуг для завоевания новых рынков и повышения конкурентоспособности организаций.

Инструменты, которые часто называют «семь простых японских статистических методов контроля, анализа и управления качеством» (контрольный листок, гистограмма, стратификация, диаграмма Исикава, диаграмма Парето, диаграмма разброса, контрольная карта), предназначенные для работы с числовыми (статистическими) данными, собранными в ходе контроля и управления процессом. Исключением является только четвертый метод-инструмент – «Причинно-следственная диаграмма Исикавы», оперирующий преимущественно с вербальной (представленной в словесной форме) информацией [3].

Однако факты не всегда представлены численными значениями. Для облегчения решения проблем в области управления качеством при анализе различных материалов, фактов, данных, представленных преимущественно не в численной, а в какой-либо другой форме, был разработан набор инструментов, называемый «новые инструменты управления качеством». Эти инструменты предназначены для обработки словесных (устных или письменных) описаний, называемых вербальной информацией. К этим новым инструментам относятся:

- диаграмма сродства;
- диаграмма (график) связей;
- древовидная диаграмма, или дерево решений;
- матричная диаграмма, или таблица качества;
- стрелочная диаграмма;
- диаграмма процесса осуществления программы (process decision program chart - PDPC);
- матрица приоритетов (анализ матричных данных) [3].

Все эти инструменты предназначены для работы с информацией. «Старые» инструменты – преимущественно с формализованной информацией, «новые» с неформализованной. Применяя эти методы можно трансформировать информацию в знания, возможно, они не будут представлять какую-либо значительную ценность, но, накапливая по крупицам в разных видах деятельности организации, можно создать фундамент для улучшения процессов, продукции, услуг. Неформализованную информацию трансформировать в формализованную путем экстернализации. Сравнивать, обрабатывать, анализировать посредством комбинации. Обучать сотрудников путем интернационализации. Развивать корпоративную культуру и прививать сотрудникам, используя социализацию.

Рассмотрим в качестве примера проведение метрологической экспертизы технической документации механических деталей в приборостроении. Метрологическая экспертиза – это анализ и оценка принятых технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, испытания, эксплуатации и ремонта изделий. Цель: обеспечение эффективности измерений в процессе деятельности.

Основными задачами являются:

- определение оптимальной номенклатуры измеряемых параметров;
- оценка контролепригодности;

- установление соответствия показателей точности измерений требованиям эффективности и достоверности контроля;
- установление соответствия показателей точности измерений требованиям обеспечения оптимальных режимов технологических процессов;
- выявления возможности преимущественного применения автоматизированных средств измерений, оценка трудоемкости и себестоимости контрольных операций при заданной точности;
- определение целесообразности обработки результатов измерений с использованием информационно-вычислительных систем [2].

С целью снижения брака и устранения замечаний, выявленных при аудите, при производстве механических деталей приборов был разработан план, который имел несколько направлений деятельности: оценка технологической документации, разработка и внедрение новой оснастки для производства, эффективность входного контроля, результативная организация производства. В каждом из этих направлений необходимо собирать и накапливать знания об операциях, процессе производства. Это создаст потенциал для улучшения деятельности. Метрологическая экспертиза технической документации одно из направлений оценки технологической документации. Ее задача выявить основные несоответствия в области метрологического обеспечения технологических процессов. Был разработан план-график метрологической экспертизы технологической документации на шесть месяцев. 10 технологических процессов в месяц должны проходить экспертизу в метрологической службе, запись недостатков и устранение в технологическом отделе. По истечению 6 месяцев анализ результатов и подведение итогов. Были взяты данные за первые 1,5 месяца работы по результатам экспертизы 17 технологических процессов и проведен предварительный анализ результатов.

При работе с технологической документацией составляется перечень замечаний на каждый технологический процесс, далее все применяется метод стратификации, каждое замечание относят к группе по определенному признаку. В каждой группе замечания расслаиваются еще по нескольким признакам, и составляется сводная таблица (см. рис. 2, рис. 3, табл. 2) с общим перечнем замечаний, куда впоследствии будем относить то или иное несоответствие.

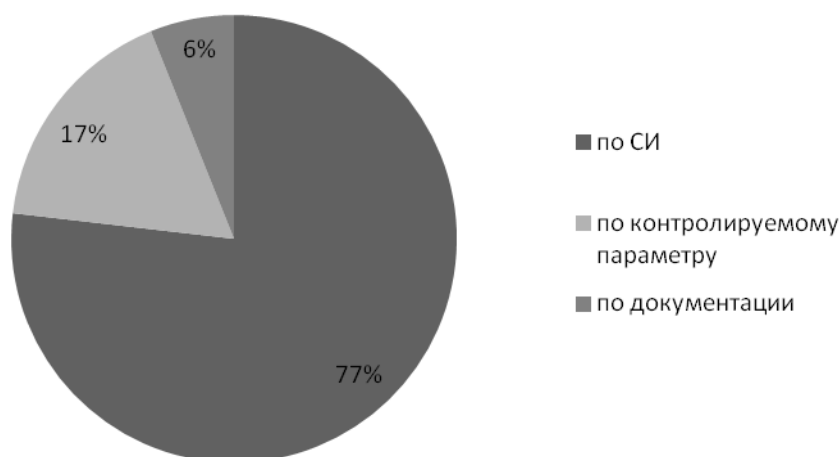


Рис. 2. Расслоение несоответствий по группам

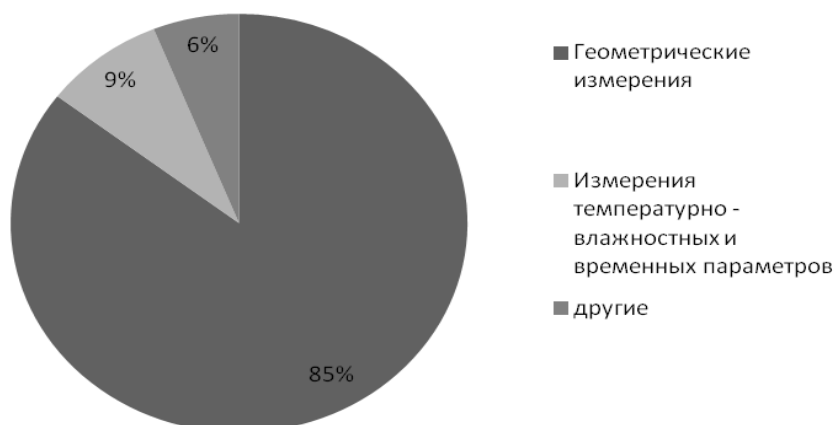


Рис. 3. Расслоение несоответствий по видам измерений

Таблица 2

Сводная таблица недостатков технологических процессов

Недостатки	Количество	Процент	Кумулятивный процент
Не прописано конкретное СИ (не указано)	33	40	40
Неправильно выбрано СИ	16	20	60
Необходимого СИ нет наличии	9	11	71
Используется лишнее СИ	5	6	77
Не контролируется параметр	4	5	82
Не указан какой параметр контролировать	4	5	87
Не указан допуск параметра	3	4	91
Используется несоответствующая документация	3	4	95
Не указана контрольная операция	2	2	97
Не указаны требования по которым определяется соответствие	2	2	99
Не отмечены особо ответственные операции	1	1	100
Итого	82	100	-

Далее используем диаграмму Парето (рис. 4), выявляем наиболее часто встречающиеся несоответствия и ранжируем все остальные. Это позволит нам понять, где допускаются ошибки при разработке технологических процессов оценить их влияние и разработать корректирующие и предупреждающие действия.

В результате анализа, собранной информации были сформированы задачи по улучшению метрологического обеспечения производства, включающие в себя следующие пункты:

- произвести корректировку технологических процессов: четко прописать и обосновать применение средств измерения (СИ), это обеспечить контролируемую точность технологических процессов;
- произвести обучение технологов правильному выбору СИ с учетом особенностей технологических процессов компании;
- составить список рекомендуемых СИ;
- закупить необходимые СИ;
- провести анализ, почему были допущены данные ошибки, разработать обоснованные мероприятия по предупреждению;
- вести мониторинг, как устранение выявленных причин повлияет на качество продукции, периодически проводить анализ;

– разработать план мероприятий по взаимодействию обмена опытом между метрологами и технологами.

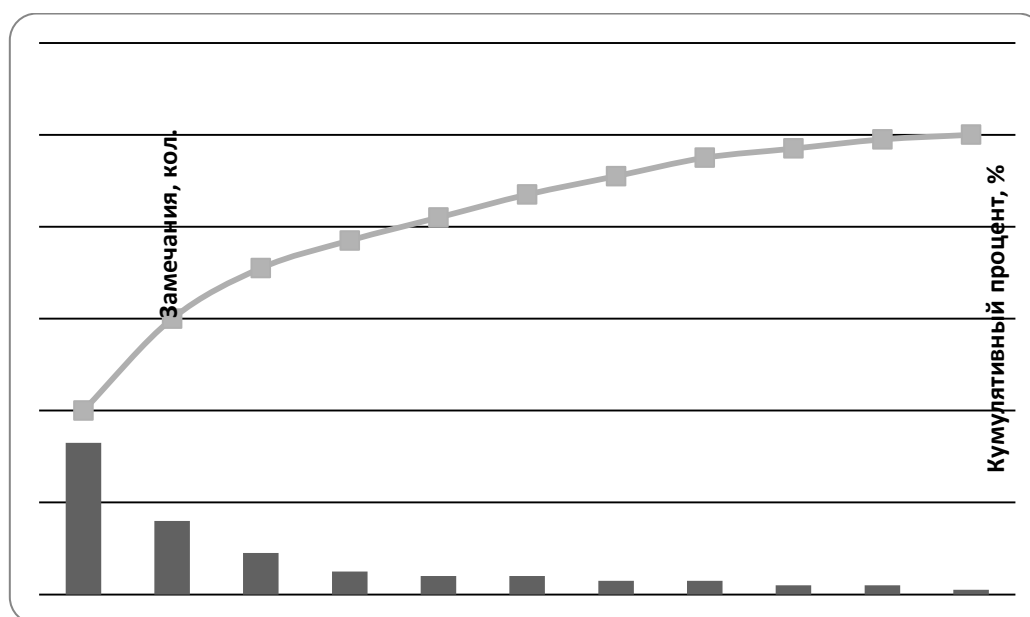


Рис. 4. Диаграмма Парето по недостаткам технологических процессов

Следующей важной задачей является преобразовать эти данные в знание, которое позволит организации разрабатывать более эффективные технологические процессы. Вся информация извлечена из описаний технологических процессов, т.е. мы из формализованного знания создаем формализованное (комбинация), используя метод расслоения и диаграмму Парето. Это системное знание позволит принимать решения, основываясь на фактах, что является одним из принципов ISO 9000.

Еще одной важной задачей является исключить потенциальную причину появления несоответствий и тут важно преобразовать опыт специалиста метролога и технолога в знание, которое позволит избегать ошибок при производстве продукции, т.е. трансформировать неформализованное знание (опыт, навыки, умения) в формализованное, получая, таким образом, концептуальное знание, которое создаст условия для улучшения деятельности.

Данный пример показывает лишь небольшую часть деятельности предприятия, но, собирая по крупицам информацию в каждом виде деятельности, преобразуя ее в данные и трансформируя в знания о каждом небольшом процессе, в совокупности мы начнем формировать организационное знание, которое послужит платформой для развития компании.

Библиографический список

1. Нонака И., Takeuchi X., «Компания – создатель знаний. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах», пер. с англ. А. Трактинского, М., ЗАО «Олимп – Бизнес», 2011 г.
2. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А., «Метрология, стандартизация и сертификация», М., Высшая школа, 2010 г.
3. «Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества»/ Пономарев С.В., Мищенко С.В., Белобрагин В.Я., Самородов В.А., Герасимов Б.И., Трофимов А.В., Похомова С.А., Пономарева О.С., – М., РИА «Стандарты и качество», 2005г.

УДК 338.2

А. В. Курлов

студент кафедры инноватики и управления качеством

М. С. Смирнова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

КОНЦЕПЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Прежде чем рассмотреть основное содержание концепции внедрения инновации на предприятии, приведем следующие определения.

Инновация, нововведение (англ. innovation) – это внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком [1, 2].

Инновация – введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [1].

Инновационный менеджмент – взаимосвязанный комплекс действий, нацеленный на достижение или поддержание необходимого уровня жизнеспособности и конкурентоспособности предприятия с помощью механизмов управления инновационными процессами.

Инновационный процесс – это процесс последовательного превращения идеи в товар, проходящий этапы фундаментальных и прикладных исследований, конструкторских разработок, маркетинга, производства и сбыта [1, 2].

Опираясь на представленные определения, постоянное развитие инновационных технологий, возникает объективная необходимость разработки концепции внедрения инновации на предприятии.

При этом предлагается установить следующие основные понятия:

- разработка инновации – комплекс организационно-технических мероприятий по постановке и выполнению НИР (НИЭР), направленных на ее создание;
- создание инновации – комплекс организационно-технических мероприятий по постановке и выполнению ОКР (НИОКР), направленных на создание опытного образца инновационного характера, а также по подготовке и проведению испытаний и серийного выпуска;
- модернизация инновации – это комплекс организационно-технических мероприятий по постановке и выполнению НИР (ОКР), направленных на совершенствование, улучшение, обновление инновации, приведение ее в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями и показателями качества.

Ряд исследований автора [3, 4], а также положения, представленные в [5], позволили выработать подходы к внедрению инноваций (рис. 1).

Предлагаемая концепция включает следующие основные положения.

I. Анализ современного состояния предприятия. При этом анализе определяются основные проблемы предприятия, пути их решения и перспективные направления дальнейшего развития, выявляются причины отставания от аналогичных предприятий индустриально и технологически развитых зарубежных стран, рассматриваются возможности современных технологий и отечественной промышленности.

II. Выбор инновации. На этом этапе определяется объективная необходимость разработки инновации для предприятия, ее сущность, анализируются основные технические характеристики, направления использования и другие параметры.

III. Анализ предприятия. При проведении анализа более детально рассматриваются состав и структура предприятия, режимы его функционирования и определяется круг инновационных задач, которые должны решаться.

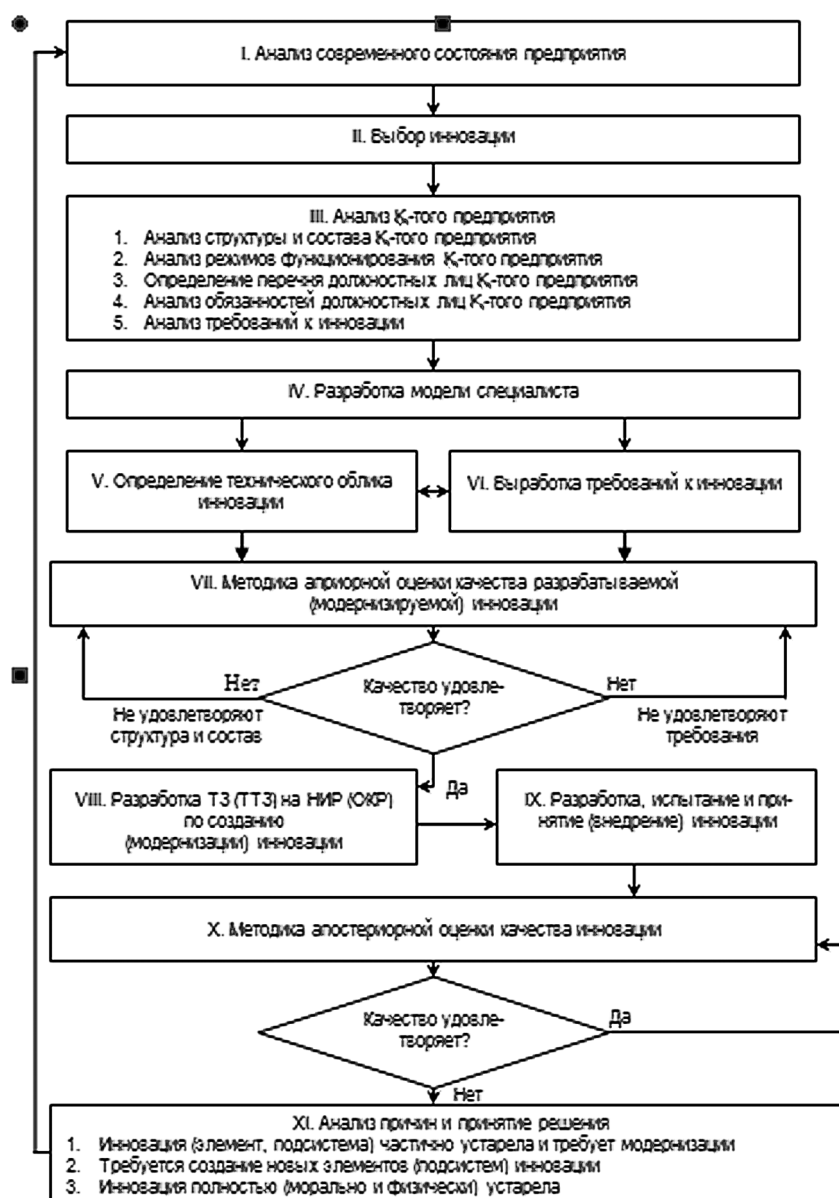


Рис. 1. Концепция внедрения инновации на предприятии

IV. Разработка модели специалиста. По результатам проведенного анализа формируется «модель специалиста», которая содержит полный перечень должностных лиц предприятия и все решаемые ими задачи. Для обеспечения функционирования представленной модели необходимо провести информационное заполнение ее элементов. Подготовленная таким образом «модель специалиста» позволяет определить содержание инновации, необходимый уровень подготовки специалистов и обеспечивает возможность обосновывать инновационные изменения.

V. Определение технического облика инновации. По результатам анализа состава и режимов функционирования предприятия, а также определения перечня решаемых задач, разрабатываются предложения по техническому облику инновации. В результате определения технического облика обосновывается ее состав и структура.

VI. Выработка требований к инновации. При выработке требований используются результаты предыдущих этапов в условиях обязательного согласования с разработанными положениями по составу и структуре предприятия. Определяется ряд требований к инновации:

- требования по назначению;
- требования по составу и структуре;

- режимы функционирования;
- перечень и состав задач и др.

VII. Методика априорной оценки качества разрабатываемой (модернизируемой) инновации. Данная методика позволяет дать прогнозируемую оценку качества разрабатываемой (модернизируемой) инновации. Для реализации данного этапа необходимо разработать признаки априорной оценки качества.

Для оценки качества инновации используются результаты анализа инноваций в рассматриваемой предметной области (аналогичные предприятия, проблемы, направления развития и т.д.) и определяются числовые значения ситуативных норм, сложившихся в определенный отрезок времени. Под ситуативной нормой понимаются складывающиеся в процессе самоорганизации системы ограничения, соответствующие допустимости состояний и поведения ее элементов в конкретной ситуации.

В основе предлагаемой методики лежит понятие нормы-интервала. В отличие от нормы-точки, выявление нормы-интервала предполагает поиск на измерительной шкале таких пограничных значений признака, которые делят все элементы (подсистемы) инновации на «нормальные» и «анормальные». В зависимости от целей выполняемой работы (разработка или модернизация) расчеты могут проводиться по определению следующих типов норм [5]:

- нормы минимаксной широты (X100);
- нормы интердецильной широты (X80);
- нормы интерквартильной широты (X50);
- нормы размытой (назначаемой) широты (X~).

Норма-интервал позволяет разделить все объекты инновации на отдельные категории:

- близкие к идеальным;
- авангардные;
- нормальные;
- требующие модернизации;
- морально и технически устаревшие (данная категория не относится к инновации, однако ее необходимо использовать для более точной оценки).

Предлагаемая методика основана на построении сравнительных оценочных показателей характеристик инновации, состоящей из подсистем и входящих в их состав элементов.

На основе априорной оценки качества принимается решение на доработку требований к инновации, совершенствование технического облика (если качество разрабатываемой (модернизируемой) инновации не удовлетворяет этим требованиям) или разрабатывается ТЗ на НИР (ОКР) по созданию инновации (если качество разрабатываемой/модернизируемой инновации удовлетворяет этим требованиям).

Применение данного методического подхода позволяет на предварительном этапе оценить качественный уровень инновации (прогнозируемая оценка), а также выявить признаки, по которым она не удовлетворяет понятию нормы.

VIII. Разработка ТЗ (ТТЗ) на НИР (ОКР) по созданию инновации. Разработка технического задания на НИР (ОКР) по созданию инновации должна соответствовать [6] и основываться на результатах предыдущих этапов.

IX. Разработка, испытание и принятие инновации. На основании утвержденного технического задания на данном этапе осуществляется [6]:

- разработка эскизного проекта и его защита;
- разработка технического проекта и его защита;
- разработка рабочей конструкторской документации;
- организация и проведение предварительных (заводских) и государственных испытаний;
- устранение выявленных недостатков;
- принятие инновации (внедрение на предприятие).

X. Методика апостериорной оценки качества инновации (мониторинг). Методика предполагает организацию мониторинга оценки качества инновации на основе разработанных признаков. Содержание методики в основном аналогично априорной оценки качества.

XI. Анализ причин и принятие решения. По результатам апостериорной оценки качества инновации принимается решение на продолжение эксплуатации, модернизацию или полную замену – разработку новой инновации.

Применение предлагаемой концепции при разработке, создании и модернизации инновации позволит обосновано, на основе системного подхода выработать требования, определить состав и структуру, а также оценивать качество и принимать решения по созданию новых или модернизации существующих инноваций на предприятии.

Библиографический список

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» N 254-ФЗ от 21 июля 2011 года.
2. Гершман М. А. Инновационный менеджмент. // М.: Маркет ДС, 2008. – 200 с.
3. Курлов А.В. Предложения по созданию инновационной системы в Российской Федерации// «Шестьдесят четвертая международная студенческая научная конференция ГУАП: Сб. докл.: В 2 ч. Ч.1. Технические науки / СПБГУАП. СПб., 2011. 442 с.
4. Курлов А.В. Реализация инноваций: основные проблемы и пути их решения» // «Шестьдесят пятая международная студенческая научная конференция ГУАП: Сб. докл.: В 2 ч. Ч.1. Технические науки / СПБГУАП. СПб., 2012. 516 с.
5. Тычинский А. В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт. /Таганрог: ТРТУ, 2006.
6. ГОСТ РВ 15.203-2001 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и его составных частей». Требования к выполнению ОКР (СЧ ОКР), порядок выполнения, приемки этапов ОКР (СЧ ОКР) и ОКР (СЧ ОКР) в целом и реализации их результатов., 2001. 36 с.

УДК 62-97/-98

А. А. Макеева

студентка кафедры инноватики и управления качеством

С. А. Назаревич

научный руководитель

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ НОВШЕСТВА НА ОСНОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Для общества начала XXI в. характерно дальнейшее наращивание технологических возможностей во всех сферах человеческой деятельности. По мере прогресса в области науки и техники, заметно сократился период между научными исследованиями и созданием технических средств [1].

В связи с возрастающей актуальностью инноваций в производственной среде предприятий и наполнения рынка труда молодыми специалистами, четко обозначилась проблема адекватной оценки потенциала результата интеллектуального труда исследователя или рабочей группы.

Цель данной работы – оценить технический уровень новшества [2, 3] с точки зрения методов оценки качества продукции [3] и показателей, по которым эта оценка проводится [4].

В настоящее время отсутствие доступных финансовых инструментов и четких организационных механизмов поддержки со стороны государства привело к деградации структур по управлению процессами научно-инновационной деятельности. Между тем, результативное управление возможно при наличии, как минимум, данных о состоянии и потенциале управляемых систем. Цели научно-инновационной деятельности и необходимые для их достижения ресурсы выявляются на основе анализа и оценки состояния и ресурсов соответствующих хозяйственных субъектов. Определение фактического и предельно допустимого инновационно-технического уровня промышленных пред-

приятый и научных организаций необходимо для постановки задач и нахождения оптимального состава участников инновационного проекта. Помимо этого процедура оценки и отбора участников является одним из условий достижения конечных результатов инновации [5].

Саму проблему, которая будет освещена в данной статье, можно обозначить как отсутствие подходов в сравнительной оценке технических характеристик исследуемого объекта и требований рынка.

В работе будут исследованы металлоискатели Garret GTI 2500 (новшество) и Fisher F75 (в качестве конкурента). Предметом исследования стала оценка технического уровня новшества.

Технический уровень – относительная характеристика технического совершенства продукции в совокупности наиболее существенных свойств, определяющих ее качество и характеризующих научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

Оценка технического уровня заключается в установлении соответствия продукции мировому, региональному, национальному уровням или уровню отрасли. Соответствие оцениваемой продукции мировому уровню устанавливается на основании сопоставления значения показателей технического совершенства продукции и базовых образцов.

На рис. 1 приведена схема оценки уровня качества продукции.

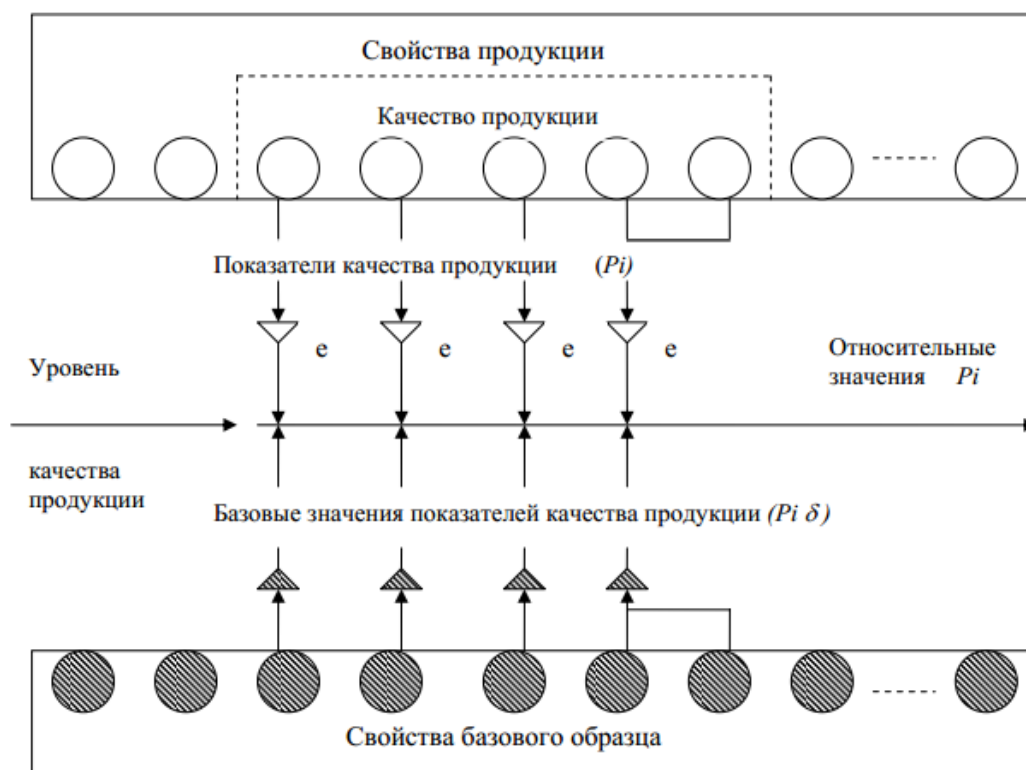


Рис. 1. Схема определения уровня качества продукции

Результаты оценки используют при разработке новой продукции; обоснований, закладываемых в техническое задание (ТЗ) и нормативную документацию (НД); принятии решения о постановке продукции на производство; обосновании целесообразности замены или снятие продукции с производства; формировании предложений по экспорту и импорту [6].

GTI 2500 – профессиональный металлодетектор. В данной модели реализованы все технические достижения фирмы Garrett [7].

Рассмотрев всю линейку металлоискателей фирмы Garrett (рис. 2), можно пронаблюдать динамику изменения некоторых технических характеристик. График такой динамики представлен на слайде.

Очевидно, что производитель ведет постоянную работу над усовершенствованием своей продукции.

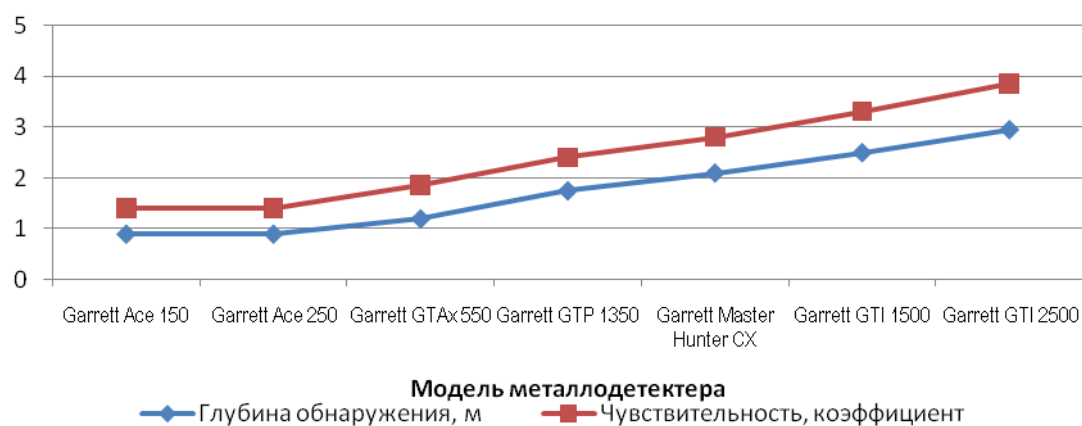


Рис. 2. График изменения технических характеристик металлоискателей фирмы Garrett

В табл. 1 представлены технические характеристики новшества (Garrett GTI 2500) и конкурентного образца (Fisher F75). Цветом выделены различающиеся характеристики.

Таблица 3

Сравнительная таблица технических характеристик новшества и конкурентного образца

Сравнительная таблица новшества и конкурента			
	Garrett GTI 2500	Fisher F75	Группа показателей качества
Рабочая частота	7,2 кГц (выбирается)	13 кГц	классификационный показатель назначения
Глубина обнаружения монеты	20—45см	20-30 см	классификационный показатель назначения
Глубина обнаружения максимальная	до 1.2 м (3 м с насадкой-увеличителем глубины)	До 2 м	классификационный показатель назначения
Дискриминатор	есть		классификационный показатель назначения
Настройка чувствительности	есть	Есть, ручная	классификационный показатель назначения
Балансировка грунта	есть	есть	классификационный показатель назначения
Отстройка от шумов	есть	есть	эргономический показатель
Регулировка громкости	есть	есть	эргономический показатель
Статический режим	есть	есть	классификационный показатель назначения
Целеуказание	есть	есть	классификационный показатель назначения
Устранения влияния соли	есть	нет	классификационный показатель назначения
Длина	1 - 1.3 м		эргономический показатель
Вес	2.1 кг	1,6 кг	эргономический показатель
Питание	8 батарей AA	4 батареи AA	функциональный показатель назначения
Вывод дополнительной информации о цели	размер, глубина	дополнительные программы поиска	классификационный показатель назначения

Отличается показатель назначения – рабочая частота. Это говорит о различиях в поведении прибора при работе.

Еще один показатель назначения – глубина обнаружения – также различна. Он больше у новшества. К тому же была разработана специальная насадка, дающая дополнительные возможности.

Новые технические знания реализуются в появлении таких опций как режим устранения влияния соли и вывод дополнительной информации о цели (эти опции можно отнести к показателям назначения).

Разные цифры у показателя эргономичности – 2,1 кг и 1,6 кг. Этот показатель играет в пользу конкурента.

Теперь непосредственно рассмотрим процесс оценки технического уровня [8].

Существует несколько методов оценки технического уровня машин:

- дифференциальный метод оценки. Основан на сравнении единичных показателей качества оцениваемого изделия с показателями базового образца;
- комплексный метод оценки. Основан на применении комплексного показателя технического уровня (функция от единичных показателей);
- экспертный метод оценки. Основан на суждениях экспертов о качестве продуктов.

Для оценки используем аналитический дифференциальный метод. Он был выбран потому, что основан на сравнении единичных показателей качества оцениваемого изделия с показателями базового образца, следовательно, есть возможность отдельно оценить каждый показатель. Также этот метод наиболее нагляден и понятен для восприятия.

Для каждого из показателей рассчитываются относительные показатели качества оцениваемой продукции по формуле 1:

$$q = \frac{p_i}{p_{iб}} \quad (1)$$

где p_i – значение показателя качества оцениваемого изделия; $p_{iб}$ – значение показателя базового изделия.

В табл. 2 представлена шкала для оценки технического уровня объекта исследования.

Таблица 2

Оценка технического уровня изделия

Значение показателя	Характеристика
$q < 1$	ТУ изделия ниже эталона
$q = 1$	ТУ изделия соответствует эталону
$q > 1$	ТУ изделия выше эталона

Результат вычислений занесен в табл. 3.

Значения показателей качества

Характеристика	Новшество	Конкурент	Эталон	q
Показатели назначения	0,3	0,3	0,3	q=1
1. Рабочая частота	0,08	0,3		
2. Глубина обнаружения	0,09	0,35		
3. Качество дискриминации	0,04	0,05		
4. Чувствительность	0,05	0,15		
5. Целеуказание	0,04	0,15		
Показатели надежности	0,1	0,1	0,1	q=1
Показатели эстетичности	0,05	0,03	0,03	q>1
Показатели эргономичности	0,1	0,12	0,07	q>1
1. Питание	0,035	0,04		
2. Вес	0,02	0,03		
3. Наличие аудио трэшхолда	0,025	0,03		
4. Регулировка громкости	0,02	0,02		
Показатели технологичности	0,15	0,15	0,15	q=1
Показатели экономичности	0,1	0,1	0,05	q=1
Показатели экологичности	0,05	0,05	0,05	q=1
Показатели стандартизации и унификации	0,05	0,05	0,05	q=1
Показатели патентной чистоты	0,1	0,1	0,1	q=1
Показатели безопасности	0,1	0,1	0,1	q=1

Для выявления промышленной применимости рассматриваемого новшества необходимо провести сравнение с установленным эталоном производственно-промышленного сектора, где планируется внедрение разработки [9].

На рис. 3 приведено сравнение технических характеристик новшества и эталона, который имеется в данной отрасли на сегодняшний день.

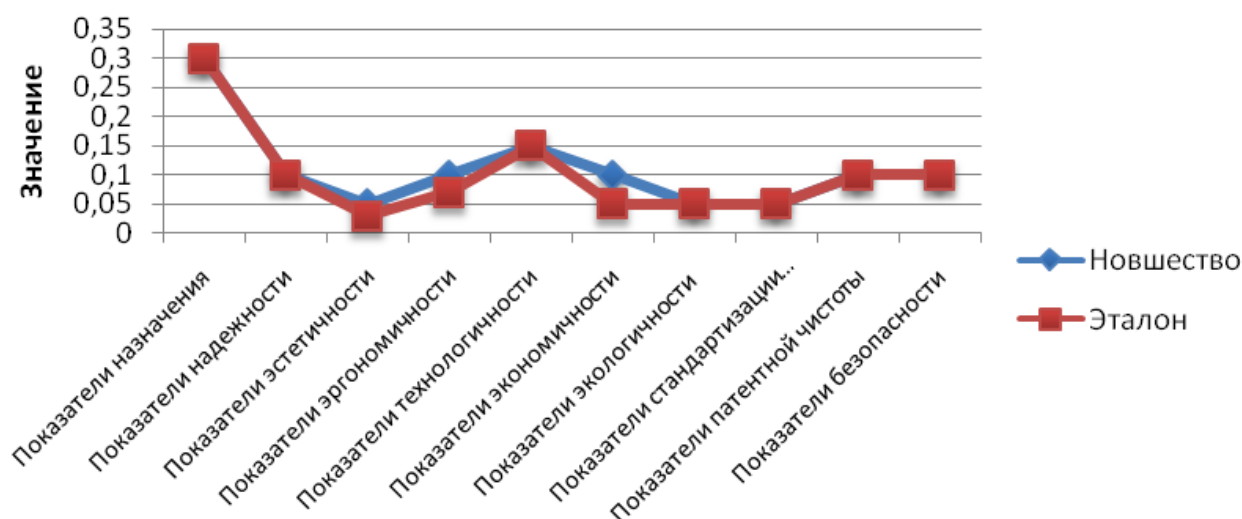


Рис. 3. Сравнение технических характеристик новшества и эталона

На рис. 4 показано сравнение технических характеристик новшества и конкурентного образца.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

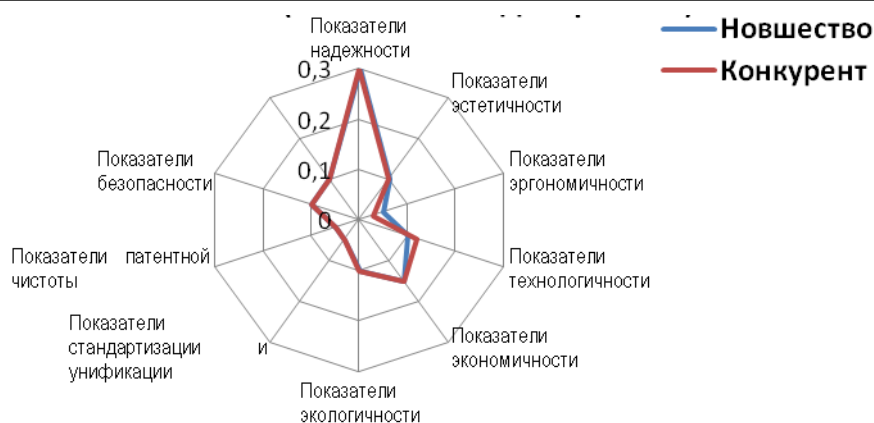


Рис. 4. Сравнение технических характеристик новшества и конкурентного образца

Отложим значения всех групп показателей на одном графике (рис. 5) и сравним их с единицей.



Рис. 5. Оценка технического уровня новшества

Можно сделать следующий вывод: т.к. все показатели дали результат больший или равный 1, то технический уровень оцениваемого изделия должен признаться выше или равным уровню базового образца.

Таким образом, методика предназначена для выявления перспективности результатов интеллектуальной деятельности авторских коллективов, изобретателей, инноваторов, рационализаторов посредством оценки технического уровня новшества.

Библиографический список

1. А. В. Крянев, С. С. Семенов, Особенности развития современной техники и метод оценки технического уровня сложных технических систем, основанных на использовании зарождающихся технологий// УБС, 2012, выпуск 39, 5–36 с.
2. Управление техническим уровнем и качеством новой продукции//Инновационное управление, <http://innovation-management.ru/upravlenie-tehnikoi/quality>.
3. ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения».
4. ГОСТ 22851-77 "Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции".
5. Шешегов С.В. Оценка инновационно-технического уровня предприятий промышленности и научно-образовательной сферы в механизме управления инновационными процессами// Сборник научных статей «Проблемы взаимодействия хозяйствующих субъектов реального сектора экономики России: финансово-экономический социально-политический, правовой и гуманитарный аспекты»//СПб.: Институт бизнеса и права, 2011

6. Управление качеством: учеб. пособ./ В.Н. Караульнов, Г.С. Драпкина, М.А. Постолова, Е.Г. Першина. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 88 с.
7. Металлоискатели Garrett// №1 для поиска в России, <http://www.rondonit-spb.ru/garrett.html>
8. Ершова И.Г. Методы оценки технического уровня машин: Метод. указания по выполнению практических заданий. – Псков: Издательство ППИ, 2010. – 24 с.: ил.
9. Назаревич С. А. Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований / С.А. Назаревич // Молодой ученый. — 2013. — №5. — С. 91-94.

УДК 520.6:520.8

О. Н. Максимова

студент кафедры вычислительных систем и сетей

Г. Л. Плехоткина

(канд. физ.-мат. наук, доц.) — научный руководитель

ВЗРЫВЫ СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД

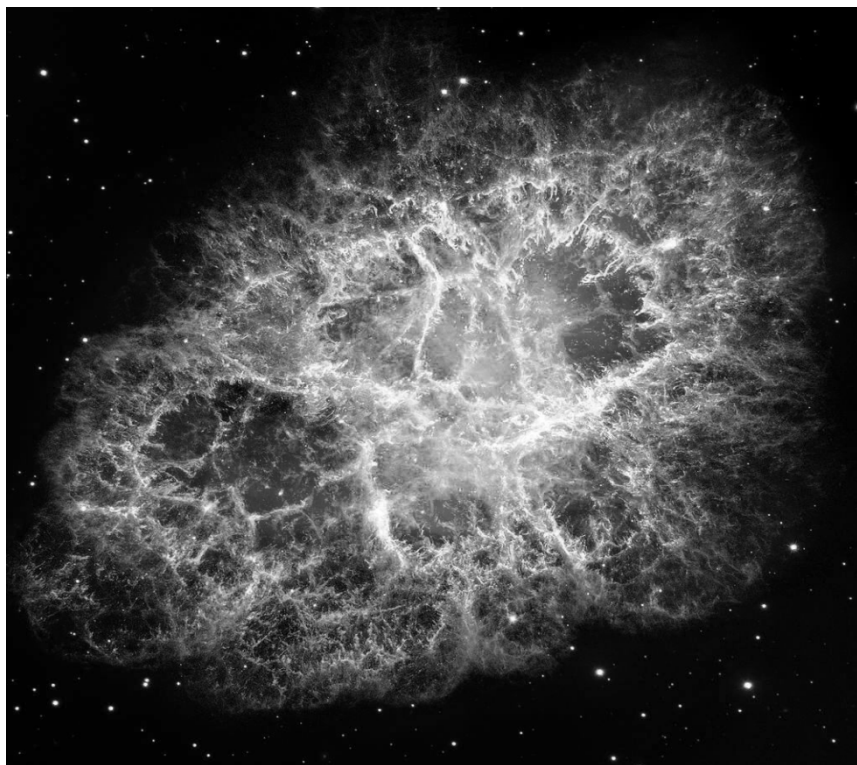
В летописях и хрониках разных стран, начиная примерно с XI в., встречаются упоминания о внезапном появлении на небе новых и невероятно ярких звезд, угасавших всего в течение нескольких месяцев. Наиболее яркими были вспышки в 1006 и 1054 г. (их наблюдали японские и китайские астрономы) [1]. В 1572 г. схожее явление наблюдал известный ученый Тихо Браге, а следующая очень яркая новая звезда была замечена осенью 1604 г. (9 октября в Европе и 10 октября – в Китае): она оставалась видной в течение года и была исследована европейскими астрономами того времени, в том числе Иоганном Кеплером [2]. В 1885 г. подобное событие было зафиксировано в туманности Андромеды, а 24 февраля 1987 г. – в Большом Магеллановом Облаке [3].

Примечательно, что все описанные выше вспышки звезд были намного сильнее вспышек так называемых «новых»: например, мощность оптического излучения звезды 1885 г. была в десятки тысяч раз больше, чем у известных «новых» [1]. Попытка объяснить природу этого удивительного явления привела к появлению в 1934 г. термина «сверхновая» (supernova, SN) [3], который начали использовать для обозначения звезд, блеск которых за очень короткое время (чаще всего – несколько суток) увеличивается на десятки звездных величин (в миллионы или даже в миллиарды раз), а затем, в течение нескольких месяцев, постепенно спадает. Обычно к «сверхновым» относят вспышки с мощностью оптического излучения более 10^{34} Вт [4].

Впоследствии изучение «сверхновых» позволило разделить их на два основных типа и объяснить причины, приводящие к возникновению настолько мощной вспышки.

К первому типу были отнесены «сверхновые», в спектрах которых отсутствует линия водорода, с последующим разделением на подтипы (a, b и c) в зависимости от наличия или отсутствия в их спектрах линий других элементов, в частности, ионизированного кремния и гелия.

Взрывы сверхновых данного типа связаны с эволюцией звезд в тесных двойных системах, то есть звезд, расстояние между которыми сопоставимо с их размерами, в результате чего становится возможным обмен веществом. Если одним из компонентов такой системы является звезда с интенсивным звездным ветром, то часть ее вещества будет постепенно «перетекать» на вторую звезду, приводя к постепенному увеличению ее массы. В том случае, если реципиентом оказывается белый карлик – потухшая звезда, термоядерные реакции внутри которой больше не происходят, – то приток вещества неизбежно приводит к росту плотности и температуры. Как только масса белого карлика приближается к пределу Чандрасекара (1,44 массы Солнца), то есть верхнему пределу, при котором звезда такого типа может существовать, термоядерные реакции в его центре возобновляются. Разница между плотностью вещества во внутренних и внешних слоях приводит к потере звездной устойчивости, и происходит термоядерный взрыв, который и принято называть взрывом «сверхновой» типа Ia [1].



Крабовидная туманность (NGC 1952), фотография космического телескопа «Хаббл»

«Сверхновыми» типов Ib и Ic становятся массивные звезды, также входящие в тесные двойные системы: это отличает их от «сверхновых» второго типа, являющихся конечным этапом эволюции одиночных звезд с достаточно большой массой.

Как известно, относительно небольшие звезды, чья масса не превышает четырех масс Солнца, на конечном этапе своей эволюции не взрываются, а превращаются в белые карлики, избавившись от лишнего вещества через истечение звездного ветра или отделение планетарной туманности [3]. Но если масса звезды значительно больше, возникают предпосылки для взрыва «сверхновой». Это происходит в тот момент, когда в центральной части звезды останавливаются процессы термоядерного синтеза: цепочка реакций, начавшаяся с самой простой – образования гелия при слиянии ядер водорода, – заканчивается образованием ядер железа и никеля, самых стабильных в природе [1]. Таким образом внутри звезды образуется железоникелевое ядро [3]: оно не может сопротивляться гравитационным силам и быстро сжимается (коллапсирует) [1]. Коллапс сопровождается нейтронизацией вещества: из-за крайне высокого давления протоны начинают поглощать электроны, в результате чего образуется пара нейтрон-нейтрино. В тот момент, когда вызванная коллапсом ударная волна, дополнительная разгоняемая нейтрино, достигает поверхности звезды, происходит вспышка [5].

В результате в космическом пространстве остается два объекта: центральная часть звезды, в зависимости от ее исходной массы, превращается или в «нейтронную звезду», или в «черную дыру» [3], а разлетевшиеся в результате взрыва внешние слои становятся так называемым «остатком сверхновой». Подобный «остаток» состоит преимущественно из очень горячей плазмы, различных газов, пыли и субатомных релятивистских частиц [6]. Расширение «остатка сверхновой» происходит с огромной скоростью и сопровождается сильным излучением в рентгеновской и ультрафиолетовой областях спектра [7]. Остывание вещества взорвавшейся звезды происходит очень медленно – даже через сотни лет после вспышки его температура может достигать порядка 20–50 тыс. К. Такие «остатки» излучают преимущественно в оптическом диапазоне, но так же «видимы» и в рентгеновском и инфракрасном диапазонах [6].

Наиболее известным примером «остатка» сверхновой является Крабовидная туманность (NGC 1952, Taurus A) – ее изображение, полученное при помощи космического телескопа «Хаббл» показано на рисунке. По современным представлениям, эта туманность образовалась после взрыва «сверхновой» 1054 г. На данный момент ее диаметр составляет порядка 11 световых лет, а скорость расширения близка к 1500 км/с.

Изучение «сверхновых» звезд осложняется несколькими важными факторами. Во-первых, взрывы «сверхновых» происходят в нашей вселенной не так уж и часто (предположительно, в галактиках, подобных нашей, в среднем происходит не более двух вспышек на столетие). Во-вторых, даже если бы взрывы случались чаще, часть из них все равно была бы недоступна для изучения с Земли: в первую очередь это касается крайне далеких «сверхновых», яркость вспышек которых приглушена расстоянием, и звезд, расположенных вблизи центра нашей Галактики. В случае с последними наблюдение возможно только в радио- и рентгеновском диапазонах, и потому чаще всего фиксируется уже не сама «сверхновая» звезда, а ее «остаток».

Между тем, исследования «сверхновых» имеют большое значение для современных астрономии и астрофизики. Например, «сверхновые» типа Ia используются учеными в качестве «стандартных свечей»: поскольку взрыв звезд этого типа происходит при достижении строго определенной массы (а именно предела Чандрасекара, о котором уже было сказано выше), то количество выделяемой при взрыве энергии всегда является примерно одинаковым. Соответственно, одинаковой должна быть и интенсивность испускаемого оптического излучения, что позволяет, сравнив светимость звезды с величиной ее наблюдаемого потока, определить расстояние до места взрыва.

Кроме того, установлено, что при помощи наблюдения за далекими «сверхновыми», красное смещение которых близко к 1, можно определить величины, зависящие от плотности вещества во Вселенной. Это, согласно общей теории относительности Эйнштейна, может помочь определить кривизну пространства, знание которой даст возможность лучше понять ход эволюции Вселенной [1]. Но на данный момент имеющихся сведений недостаточно, что делает необходимым дальнейшее изучение «сверхновых».

В заключение необходимо отметить, что «сверхновые» звезды важны не только для науки: из-за своей масштабности и катастрофичности их взрывы оказывают огромное влияние на процессы, происходящие во Вселенной. «Остатки» сверхновых, расширяясь и сталкиваясь с близлежащими молекулярными облаками, могут стимулировать их гравитационное сжатие, что приводит к формированию новых массивных звезд [6].

Кроме того, во время самих взрывов создаются условия для синтеза химических элементов тяжелее железа, которые, впоследствии, разносятся по всему космическому пространству [1].

Библиографический список

1. *Цветков Д.Ю.* Сверхновые Звезды. М.: ГАИШ, Астронет, 2001.
2. <http://www.astronet.ru/db/msg/1175009>
3. *Грин Д. А., Стивенсон Р.Ф.* Исторические сверхновые: Пер. с англ. М.: ГАИШ, Астронет, 2003.
4. <http://www.astronet.ru/db/msg/1186669/index.html>
5. *Кононович Э.В., Мороз В.И.* Общий курс астрономии: Учебное пособие. М.: Книжный дом «Либроком», 2011. С. 413-422.
6. *Сурдин В.Г.* Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. С. 335-336.
7. *Попов С.Б.* Как взрываются похудевшие сверхгиганты? М.: ГАИШ, Астронет, 2011. <http://www.astronet.ru/db/msg/1252138>
8. *Сурдин В.Г.* Астрономия: век XXI. Фрязино: Век 2, 2007. С. 308-312.
9. *Псковский Ю.П.* Новые и сверхновые звезды. Издание второе переработанное и дополненное. М.: Наука, 1985. 208 с.
10. *Засов А.В., Постнов К.А.* Общая астрофизика. 2-е изд. испр. и дополн. Фрязино: Век 2, 2011. - С. 281-303.

УДК 629.735.33

Н. Г. Махров

студент кафедры инноватики и базовой магистерской подготовки

С. А. Назаревич

научный руководитель

ПРОЕКТ СВЕРХУЗОКОВОГО ЭКРАНОЛЕТА-АМФИБИИ «СЕА-13»

Главной задачей данного проекта является разработка и внедрение в конкурирующую среду принципиально нового летательного аппарата. Инновационная топливная система «СЕА-13» позволит возродить технологии, при помощи которых можно безопасно и быстро перевозить грузы и пассажиров фактически из любой точки мира. Хотелось бы отметить, что экранолет относится к классу «экранопланов» – аппараты на динамической воздушной подушке, которая образуется как за счет аэродинамического обтекания, так и принудительного воздушного потока (поддува), создаваемого воздушными винтами, либо струями реактивных двигателей на всех режимах движения.

Разработка и эксплуатация экранопланов регламентируется документами, относящимися, в основном, к речным и морским судам, по-видимому, потому, что так предписано международной классификацией (ИМО) – экранопланы относятся к морским судам:

– Санитарные правила и нормы СанПиН 2.5.2-703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 1998 г. № 16: п. 1.2.13. Судно с динамическим принципом поддержания (СДПП) – судно на подводных крыльях, на воздушной подушке, глиссирующие, экраноплан, с критическими скоростями хода с воздушной каверной;

– Правила освидетельствования судов в эксплуатации (ПОСЭ). Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий (ПТНП), 2008 г.: Экраноплан (ЭпА) – судно, у которого вся масса в эксплуатационном режиме полета поддерживается аэродинамической подъемной силой, возникающей на несущих поверхностях (крыльях) вблизи границы опорной поверхности (воды, льда, грунта и т. п.);

– Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта, утвержденный постановлением Правительства РФ от 12 августа 2010 г. № 623. Перечень объектов технического регулирования содержит термин «Суда-экранопланы речные и озерные» (Код ОКП не присвоен).

Однако есть и нормативные документы из области авиации – это ОСТ 1.02776-2001 Эксплуатация техническая авиационной техники по состоянию. Основные положения: «настоящий стандарт распространяется на авиационную технику (АТ): разрабатываемые и эксплуатируемые самолеты, вертолеты, экранопланы и др. (далее по тексту – самолеты), их комплексы, системы, агрегаты (узлы) планера и систем, блоки и модули бортового оборудования, другие составные (сменные) части или элементы систем и конструкции самолета, обладающие индивидуальной потребностью в техническом обслуживании и ремонте (ТО и Р)».

К сожалению, на данный момент не удалось выявить определенную нормативную документацию по экранолетам. Экранолеты относятся к классу летательных аппаратов, осуществляющих полет вблизи поверхности земли или воды с использованием экранного эффекта. Данный эффект заключается в увеличении подъемной силы (образовании динамической воздушной подушки) и снижении аэродинамического сопротивления на высотах, сравнимых с длиной средней аэродинамической хорды (САХ) крыла летательного аппарата. Увеличение подъемной силы крыла вблизи ровного участка земли или водной поверхности обусловлено повышением динамического давления на нижней поверхности крыла из-за близости экрана. Снижение аэродинамического сопротивления является следствием уменьшения вихреобразований вблизи концов крыльев (уменьшением индуктивного сопротивления). Подъемная сила крыла растёт

тем больше, чем ближе крыло к земле. Воздушная масса под тяжестью экраноплана, движущегося на большой скорости, уплотняется, образуя так называемую воздушную подушку. Экранопланы, способные на длительное время отрываться от экрана и переходить в «самолетный» режим полета, называются экранопланами. То есть экраноплан – частный случай, разновидность экраноплана.

В нашем же случае, модель «СЕА-13» представляет собой не только амфибию, которая может переходить на режим экранного полета, но и прекрасно выполняет функции самолета, способного лететь на сверхзвуковых скоростях, затрачивая минимальное количество энергии. Стоит отметить, что инновационная силовая установка (рис. 1) позволяет использовать когерентные виды топлива, получаемые прямо из морской воды.

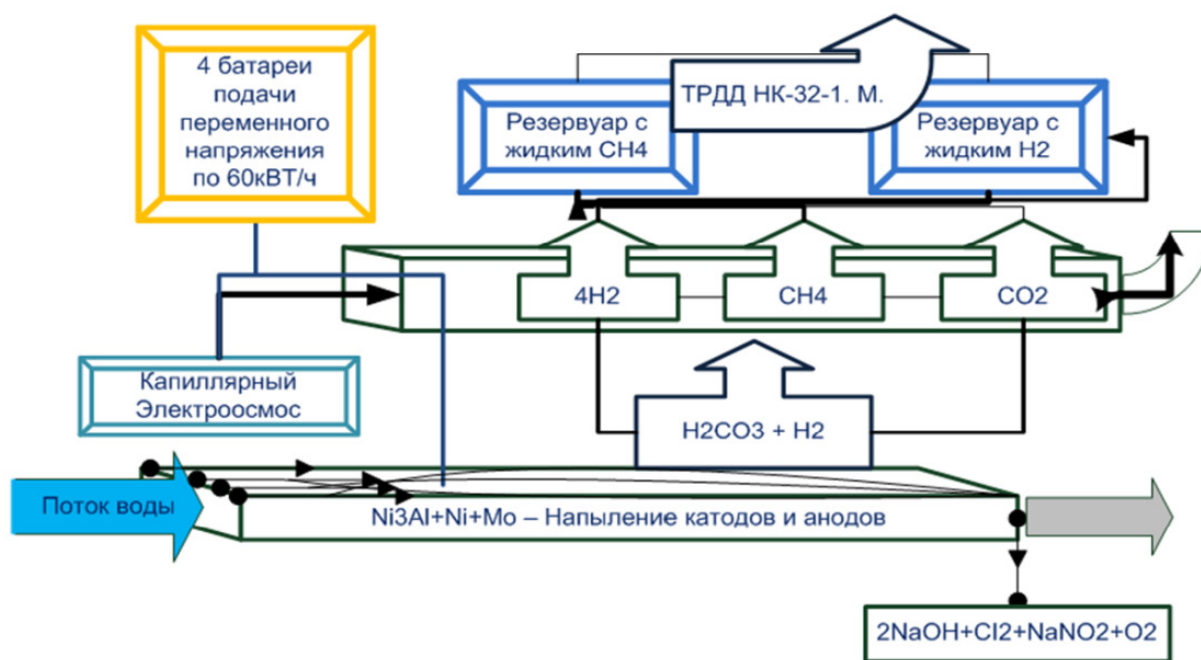


Рис. 1. Схема установки получения когерентного топлива

Подробная двухмерная схема топливной системы представлена на рис. 1. Стрелкой «Поток воды» показаны входящие потоки морской воды, которые проходят через трехмерные ячейки. Под воздействием электрохимического эффекта происходит расщепление молекул морской воды, как показано на схеме (рис. 2).

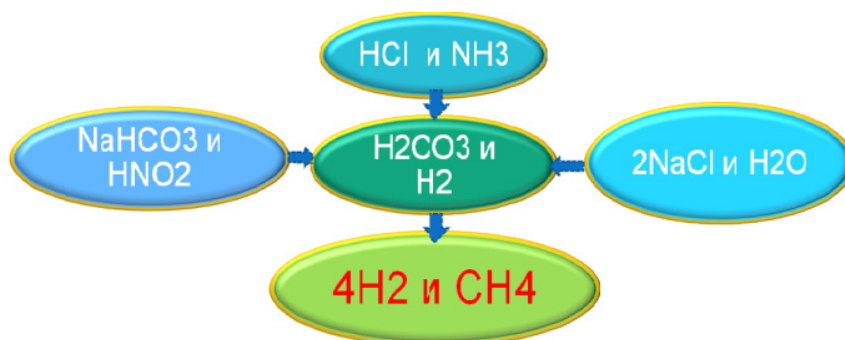


Рис. 2. Формула когерентного топлива

Общее количество ячеек составляет 424653 тыс. Предполагаемая пропускная способность одной ячейки составит 0,83 л. При помощи переменной подачи тока через электроды с напылением Аллюминида-Никеля (на каждую минуту движения по 8 кВт/ч) на воду будет действовать сила Лоренца, которая приведет к смещению ионов в сторону противоположных электродов. В итоге мы получаем 27482 тыс. кг газообразного водорода и угольную кислоту, преобразующуюся вследствие соединения с водородом в метан, масса которого составит 13867 тыс. кг в виде газа. После чего, газ проходит под давлением в 0.26 атм. (198 мм рт. ст.) через трубки преобразованного капиллярного электроосмоса¹, который находится в резервуаре с жидким азотом. Электрический импульс в совокупности с давлением и постоянной низкой температурой (при наборе высоты охлаждение поддерживается потоками воздуха) позволяет получать за 1 мин. и 8 сек. при средней скорости в 74 км/ч движения по водной глади около 15961 тыс. кг жидкого водорода (на рисунке обозначен голубым цветом). Следовательно, бак с топливом заполняется в среднем за 13 – 15 минут движения. На рис. 3 изображена трехмерная ячейка. Именно 8-ми угольная схема расположения граней позволяет отделять необходимые молекулы от вторичных и сразу же объединять их в один поток однородных элементов.

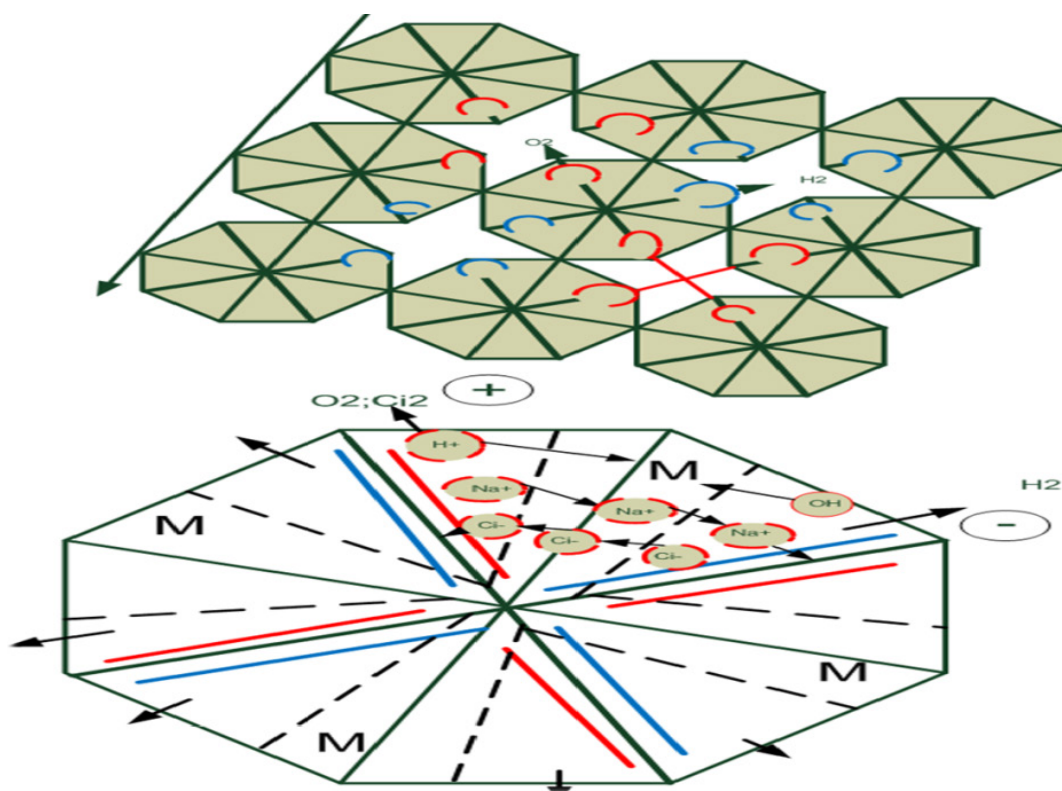


Рис. 3. Структура ячеек топливной системы

В итоге мы получаем систему, которая способна наполнять топливные баки «СЕА-13» во время начального старта и при посадке, тем самым обеспечивая экранолету достаточную автономность от различных видов систем пополнения запасов топлива. В таблице (рис. 4) приведено сравнение основных технических характеристик, по данным которых можно сказать, что «СЕА-13» выигрывает у всех существующих моделей летательных средств схожей конфигурации.

¹ Термическое получение водорода из воды "Химическая энциклопедия": В 4 т., М., 1988. 401 с.

Обозначение	Бе-2500	Ту-144Д	СЭА-13
Размах крыла, м:	125,51	28,8	76,2
Высота, м:	29,21	12,50	17,8
Длина, м:	93	87	98,4
Площадь крыла, м ² :	3184	507	1057,4
Масса пустого самолёта, т:	2500	207	470
Масса максимальная взлетная, т:	1000	203	700
Типы двигателя:	ТРДД НК-116	РД-36-51А	ТРДД НК-32-1
Тяга нефорсажная, кН:	1300	147,1	630
Масса топлива, кг:	400000	98000	270000
Максимальная скорость, км/ч:	770	2285	2200
Крейсерская скорость, км/ч:	450	2120	1960
Практическая дальность, км:	16000	5330	21000
Высота полета, м:	16000	20000	22000
Высота полета на экране, м:	10	-	16
Мореходность:	5 балла	-	6 балла

Рис. 4. Основные технические характеристики и их сравнение

Диапазон высот перемещения экранолета в воздушных потоках колеблется в интервале от 3 м до 20 км. А так же стоит отметить основные достоинства в использовании когерентных видов топлива (рис. 5).

Наименование топлива	Плотность, кг/м ³	Температура кипения, °С	Низшая теплотворная способность, ккал/кг	Температура горения, К
Керосин	780	+220	10250	2335
Жидкий водород	708	-253	28660	2508
Жидкий метан	422	-161	11500	2287

Относительные показатели самолетов с двигателями, работающими на керосине и водороде			
Показатель	Самолет с двигателями на керосине	Дозвуковой самолет с двигателями на водороде	Сверхзвуковой самолет с двигателями на водороде
Стоимость	100%	102%	71%
Крейсерское аэродинамическое качество	100%	90%	82%
Потребная тяга одного двигателя	100%	88%	51%
Масса топлива	100%	36%	25%
Взлетная масса	100%	75%	49%

Рис. 5. Сравнение когерентных и керосиновых двигателей

Конечно, чтобы воплотить этот проект, понадобится разработать маркетинговую стратегию и довести ее до бизнес проекта, который, в последствии, необходимо согласовать с компаниями для осуществления локальной сборки отдельных частей. И одно из главных – это риски. Высокая рыночная конкуренция, и огромная сумма на развитие проекта создают особую угрозу.

Но стоит отметить, что «СЭА-13» окупится в большинстве случаев, поскольку из статистически возрастающей потребности мы можем заметить возникающую тенденцию

восполнения авиатранспорта. С экономической точки зрения, данный проект принесет колоссальный доход крупнейшим авиаперевозчикам и позволит вытеснить с рынка ненадежные перевозки грузов посредством судов и кораблей. И в заключении хотелось бы сказать, что история создания подобных аппаратов насчитывает уже десятки лет, но ни один из проектов не давал столь широкий спектр возможностей. Так как на данном экранолете можно будет перемещаться на расстояния в 21 тыс. км при минимальных затратах на топливо, выбросы от которого фактически не будут воздействовать на экологию, то этот вариант транспортного средства является идеальным не только для быстрой перевозки пассажиров и груза, но и для освоения океана, проведения поисково-спасательных операций.

УДК 512.643.4

А. Морозова

студентка кафедры информационно-сетевых технологий

О. Е. Дик

(канд. физ.-мат. наук, доц.) – научный руководитель

МЕТОДЫ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Основоположником науки о сжатии информации принято считать Клода Шеннона. Его теорема об оптимальном кодировании показывает, к чему нужно стремиться при кодировании информации, и на сколько та или иная информация при этом сожмется. На основе ряда опытов он пришел к выводу, что количество информации в английском тексте колеблется в пределах 0.6 – 1.3 бита на символ.

Количество нужной человеку информации неуклонно растет. Объемы устройств для хранения данных и пропускная способность линий связи также растут. Однако количество информации растет быстрее. У этой проблемы есть три решения:

1) уменьшение разрешения, однако, для изображений это приведет к потере мелких деталей и может сделать изображения вообще бесполезными;

2) увеличение объема носителей информации и пропускной способности каналов связи. Это решение связано с материальными затратами, причем иногда весьма значительными;

3) использование сжатия информации. Это решение позволяет в несколько раз сократить требования к объему устройств хранения данных и пропускной способности каналов связи без дополнительных издержек.

Теперь следует ввести понятие энтропии. Под энтропией в теории информации понимают меру неопределенности (например, меру неопределенности состояния некоторого объекта). Для того чтобы снять эту неопределенность, необходимо сообщить некоторое количество информации. При этом энтропия численно равна минимальному количеству информации, которую необходимо сообщить для полного снятия неопределенности. Энтропия также может быть использована в качестве оценки наилучшей возможной степени сжатия для некоторого потока событий.

Наиболее простым способом оценки количества информации является комбинаторный подход. Согласно этому подходу, если переменная x может принадлежать к множеству из N элементов, то энтропия $H(x) = \log_2 N$.

Таким образом, для передачи состояния объекта достаточно $I = \log_2 N$.

Основным недостатком комбинаторного подхода является его ориентированность на системы с равновероятными состояниями. В реальном мире события, как правило, не равновероятны.

Вероятностный подход к оценке количества информации, учитывающий этот фактор, является наиболее широко используемым на сегодняшний день. Пусть переменная x может принимать N значений x_i с вероятностью $p(x_i)$. Тогда энтропия:

$$Hw(x) = -\sum_{i=1}^N p(x_i) \log_2(p(x_i)).$$

Обозначим через $p(y|x)$ условную вероятность того, что наступит событие y если событие x уже наступило. В таком случае условная энтропия для переменной Y , которая может принимать M значений y_i с условными вероятностями $p(y_i|x)$ будет:

$$Hw(x | y) = -\sum_{i=1}^M p(y_i | x) \log_2(p(y_i | x)).$$

Приведенные формулы показывают, что вне зависимости от того, как были получены вероятности наступления следующих событий, для кодирования события с вероятностью p достаточно $\log_2 p$ бит.

Основной характеристикой алгоритма сжатия является коэффициент сжатия (k) который определяется как отношение объема исходных несжатых данных к объему сжатых. Таким образом, чем выше коэффициент сжатия, тем алгоритм эффективнее. Следует отметить:

- если $k=1$, то алгоритм не производит сжатия, то есть выходное сообщение оказывается по объему равным входному;
- если $k<1$, то алгоритм порождает сообщение большего размера, нежели несжатое, то есть, совершает «вредную» работу.

Ситуация с $k<1$ вполне возможна при сжатии. Принципиально невозможно получить алгоритм сжатия без потерь, который при любых данных образовывал бы на выходе данные меньшей или равной длины. Обоснование этого факта заключается в том, что поскольку число различных сообщений длиной n бит составляет ровно 2^n , число различных сообщений с длиной меньшей или равной n (при наличии хотя бы одного сообщения меньшей длины) будет меньше 2^n . Это значит, что невозможно однозначно сопоставить все исходные сообщения сжатым: либо некоторые исходные сообщения не будут иметь сжатого представления, либо нескольким исходным сообщениям будет соответствовать одно и то же сжатое, а значит, их нельзя отличить. Однако даже когда алгоритм сжатия увеличивает размер исходных данных, легко добиться того, чтобы их объем гарантировано не мог увеличиться более чем на 1 бит.

Для примера приведем алгоритм Хаффмана.

Пусть $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ алфавит из n различных символов, $W=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ – соответствующий ему набор положительных целых весов. Тогда набор бинарных кодов $C=\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, такой, что:

- c_i является префиксом для c_j ,
- сумма $\sum_{i \in [1, n]} w_i c_i$ минимальна.
- c_i – длина кода называется кодом Хаффмана.

Алгоритм нахождения кода Хаффмана сводится к построению соответствующего бинарного дерева по следующему алгоритму (рис. 1):

- 1) составим список кодируемых символов, при этом будем рассматривать один символ как дерево, состоящее из одного элемента, весом, равным частоте появления символа в тексте;
- 2) из списка выберем два узла с наименьшим весом;
- 3) сформируем новый узел с весом, равным сумме весов выбранных узлов, и присоединим к нему два выбранных узла в качестве дочерних;
- 4) добавим к списку только что сформированный узел;
- 5) если в списке больше одного узла, то повторить пункты со второго по пятый.

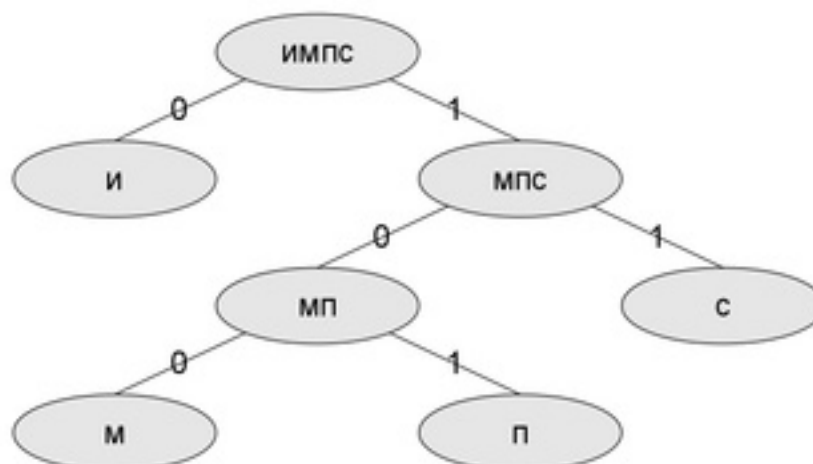


Рис. 1. Пример применения алгоритма Хаффмана

Для примера возьмем слово «*Mississippi*». Тогда алфавит будет $A=\{u,m,n,c\}$, а набор весов $W=\{4,1,1,3\}$:

Узел	u	m	n	c
Вес	4	1	1	3

По алгоритму возьмем два символа с наименьшей частотой — это m и n. Сформируем из них новый узел mp весом 2 и добавим его к списку узлов:

Узел	u	mp	c
Вес	4	2	3

Затем объединим в один узел узлы mp и c:

Узел	u	mpc
Вес	4	5

И, наконец, объединяем два узла u и mpc. Итак, мы получили дерево Хаффмана и соответствующую ему таблицу кодов:

Символ	u	m	n	c
Код	0	100	101	11

Таким образом, закодированное слово «*mississippi*» будет выглядеть как «*1000111101101010*». Длина закодированного слова 16 бит. Стоит заметить, что если бы мы использовали для кодирования каждого символа из четырех по 2 бита, длина закодированного слова составила бы 18 бит.

Будущее алгоритмов сжатия тесно связано с развитием компьютерных технологий. Современные алгоритмы уже вплотную приблизились к шенноновской оценке 1.3 бита на символ, но ученые не видят причин, по которым компьютер не может предсказывать лучше, чем человек. Таким образом, будущее за новыми алгоритмами с высокими требованиями к ресурсам и все более и более высокой степенью сжатия.

Библиографический список

1. Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. — Диалог-МИФИ, 2002б С.384.
2. Д. Сэлмон. Сжатие данных, изображения и звука.— М.: Техносфера, 2004. С.368.

УДК 512.643.4

Г. В. Мурзич, А. А. Сербин

студенты кафедры эксплуатации и управления в аэрокосмических системах

О. Е. Дик

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Для того чтобы лучше понять работу двигателя с точки зрения математики и физики, нужно знать его устройство и последовательность его работы.

Принципиальная схема пульсирующего воздушно-реактивного двигателя (ПуВРД) приведена на рис. 1.

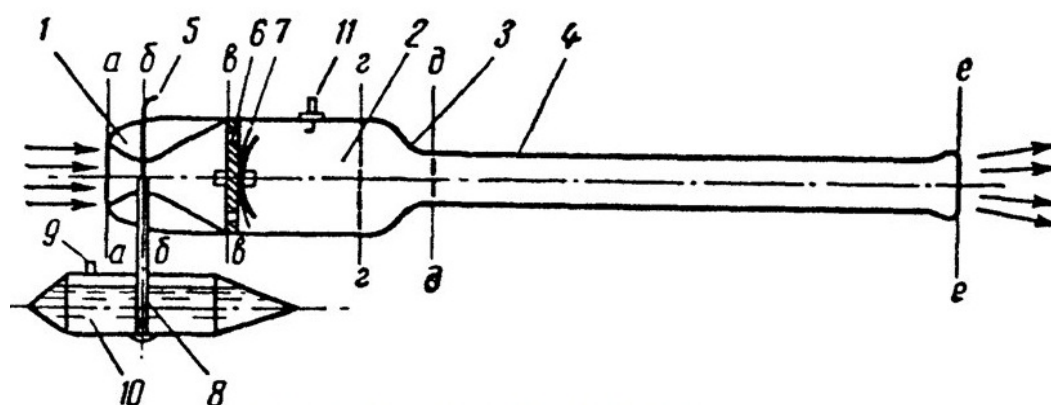


Рис. 1. Принципиальная схема ПуВРД

1 – головка; 2 – камера сгорания; 3 – реактивное сопло; 4 – выхлопная труба;
5 – регулировочная игла; 6 – диск клапанной решетки; 7 – клапан; 8 – топливная трубка;
9 – заливная горловина; 10 – топливный бачок; 11 – запальная свеча

Последовательность работы двигателя (рис. 2):

1) заполнение камеры сгорания свежей смесью при открытом клапане в период запуска (рис. 2,а);

2) момент воспламенения смеси (рис. 2,б). Образовавшиеся в результате воспламенения газы расширяются, давление в камере сгорания повышается, клапаны закрываются, и газы устремляются в выхлопную трубу через реактивное сопло;

3) продукты сгорания в своей основной массе в виде газового «поршня» двигаются к выходу и создают за собой разрежение, клапаны открываются, и происходит наполнение камеры сгорания свежей смесью (рис. 2,в);

4) в камеру сгорания продолжает поступать свежая смесь (рис. 2,г). Основная масса газов покинула выхлопную трубу, но из-за разрежения небольшая часть засасывается обратно и движется на встречу чистому воздуху из атмосферы;

5) заканчивается наполнение камеры сгорания свежей смесью (рис. 2,д). Клапаны закрываются, и со стороны выхлопной трубы по направлению к клапанной решетке движется столб остаточных газов и воздуха, поджимающих смесь;

6) в камере сгорания происходит воспламенение и сгорание смеси (рис. 2,е). Газы устремляются через реактивное сопло в выхлопную трубу, и цикл повторяется).

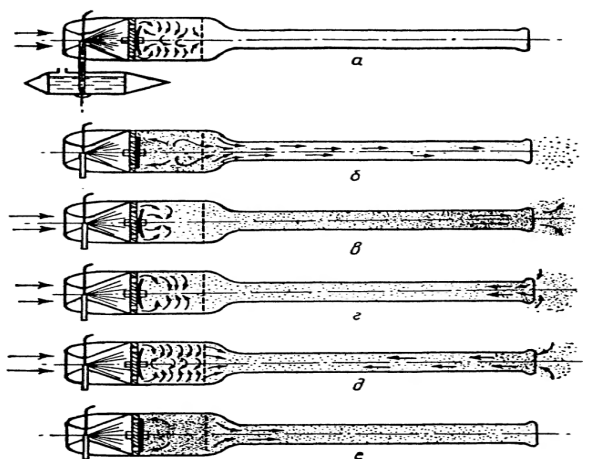


Рис. 2. Циклы работы ПуВРД

Теперь рассмотрим математическую и физическую составляющую работы данного типа двигателей. Тяга, развиваемая реактивным двигателем (в том числе и пульсирующим) определяется 2 и 3 законом механики:

$$Pt = m_{\Gamma} C_{\text{ср}} - m_B V,$$

где m_{Γ} – масса продуктов сгорания топлива; m_B – масса воздуха, поступающего в двигатель; $C_{\text{ср}}$ – средняя скорость истечения продуктов сгорания; V – скорость полета; P – сила тяги, t – время действия силы.

Удельная тяга I_m – это отношение тяги двигателя F к массовому расходу топлива m . Измеряется в м/с^2 . Данный показатель очень важен, так как он характеризует показатель эффективности реактивного двигателя.

Возьмем $F = 1000 \text{ Н}$, $m = 20 \text{ кг}$. Тогда получим $I_m = \frac{F}{m} = 50 (\text{м/с}^2)$

Удельный расход топлива $G_{\text{уд}}$ равен отношению часового расхода топлива G_{Γ} к тяге P , развиваемой двигателем на месте. Без данной формулы невозможно определить топливную эффективность двигателя и узнать, сколько топлива требуется для того, чтобы преодолеть определенную дистанцию.

Пусть $G_{\Gamma} = 1000 \text{ кг}$, а тяга $P = 500 \text{ кг}$, тогда $G_{\text{уд}} = \frac{G_{\Gamma}}{P} = 2$

Удельный вес двигателя $\gamma_{\text{дв}}$ равен отношению сухого веса двигателя к максимальной тяге P , развиваемой двигателем на месте. Чем меньше вес и чем больше тяга, тем лучше общие характеристики летательного аппарата.

Пусть $G_{\text{дв}} = 250 \text{ кг}$, тяга $P = 500 \text{ кг}$, тогда $\gamma_{\text{дв}} = \frac{G_{\text{дв}}}{P} = 0.5$

Удельная лобовая тяга $P_{\text{лоб}}$ – это отношение тяги, развиваемой двигателем P , к площади его наибольшего поперечного сечения. Чем выше лобовое сопротивление, тем меньше дальность полета летательного аппарата.

Пусть $P = 1000 \text{ кг}$, $F_{\text{лоб}} = 4 \text{ м}^2$, тогда $P_{\text{лоб}} = \frac{P}{F_{\text{лоб}}} = 250 (\text{кг/м}^2)$

В данной статье мы рассмотрели такие физико-математические параметры ПуВРД как удельная тяга, удельный расход топлива, удельный вес двигателя, удельная лобовая тяга, определение расхода воздуха, а так же рассмотрели его устройство. Все эти данные очень важны при проектировании таких двигателей, а так же при выборе типа силовой установки для летательных аппаратов.

Библиографический список

1. Бородин В.А. Пульсирующие воздушно-реактивные двигатели летающих моделей самолетов. Издательство ДОСААФ, Москва 1968 год.
2. Рольф Вилле "Постройка летающих моделей-копий", перевод с немецкого В.Н. Пальянова, Издательство ДОСААФ СССР, Москва 1986 (*Rolf Wille "Flufahige, vordbildgetreue Nachbauten"*, Transpress VEB Verlag fur Verkehrswessen)

УДК 520.6:520.8

И. А. Осьмаков

студент кафедры лазерной техники и лазерной технологии

Г. Л. Плехоткина

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ

Черная дыра (далее – ЧД) – физический объект, гравитационное притяжение которого настолько велико, что покинуть его не могут даже тела, движущиеся со скоростью света, в том числе и кванты самого света, следовательно, ЧД имеет большую массу и маленький объем. Первое упоминание о ЧД было обнаружено в книге «На кончике пера», написанной в 1783 г. английским священником, но в то время оно не вызвало особого интереса. Позже, уже в XX в., данным вопросом стал заниматься Шварцшильд. Само название было популяризовано в 1915 г., ранее же подобные астрофизические объекты называли «сколлапсировавшими звездами» или «коллпсарами», а также «застывшими звездами» [2].

В классической теории всемирного тяготения Ньютона, ЧД образуется тогда, когда плотность и масса космического объекта достигнут таких значений, что его вторая космическая скорость превысит скорость света, что и является условной внешней границей дыры. Условная поверхность сферы (ЧД) называется горизонтом событий [3], а область пространства-времени вблизи вращающейся ЧД, расположенная между горизонтом событий и пределом статичности — эргосферой. Объекты, находящиеся в пределах эргосферы, вращаются вместе с ЧД за счет эффекта Лензе–Тирринга (рис. 1). Такое тело будет представляться наблюдателю абсолютно черным, т.к. свет не может покинуть этот объект.

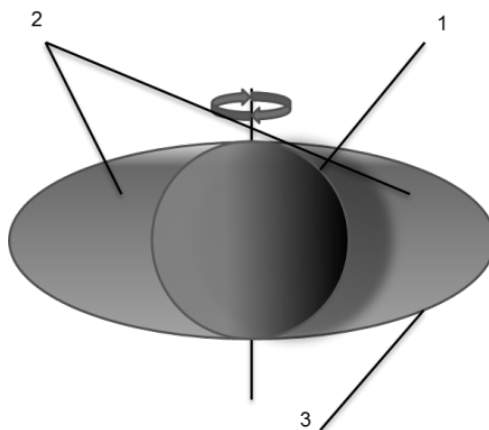


Рис. 1. Черная дыра
1 – горизонт событий; 2 – эргосфера; 3 – предел статичности

В рамках общей теории относительности и модели Шварцшильда: для любого физического тела существует гравитационный радиус, такой, что если это тело сжать в сферу с этим радиусом, то оно породит сферу с кривизной, стремящейся к бесконечности. В таблице представлены грави-

тационные радиусы некоторых объектов. Как правило, вещество до такого состояния доводят коллапсы умирающих звезд и столкновения частиц со сверхвысокими энергиями.

Таблица

Гравитационные радиусы тел Солнечной системы

Название объекта	Масса, кг	Гравитационный радиус
Солнце	$1,9891 \cdot 10^{30}$	2,954 км
Меркурий	$3,3302 \cdot 10^{23}$	0,495 мм
Венера	$4,8685 \cdot 10^{24}$	7,23 мм
Земля	$5,9726 \cdot 10^{24}$	8,87 мм
Марс	$0,6418 \cdot 10^{24}$	0,953 мм
Юпитер	$1,8986 \cdot 10^{27}$	2,82 м
Сатурн	$5,6846 \cdot 10^{26}$	84,429 см
Уран	$8,6832 \cdot 10^{25}$	12,896 см
Нептун	$1,0243 \cdot 10^{26}$	15,213 см
Плутон	$1,3085 \cdot 10^{22}$	0,0194 мм

Образуются ЧД естественным путем при смерти массивной (более 3 солнечных масс) звезды; когда иссякает энергия термоядерного синтеза, а масса остается, звезда превращается в ЧД. Считается, что Солнце не превратится в ЧД, т.к. у него не хватает массы. Гравитационное сжатие звезды уравнивается газовым давлением и давлением света, излучаемого ее внутренними слоями. После прекращения горения водорода ядро звезды остывает, что приводит к его сжатию и разогреву; это позволяет включить реакции трансмутации гелия в бериллий, бериллия в углерод и так далее до железа. После прекращения энергетически выгодных реакций ядро звезды вновь остывает и, теряя устойчивость, коллапсирует под давлением внешних и внутренних слоев газа.

Коллапс продолжается до тех, пока на некотором радиусе (радиусе Шварцшильда), кривизна пространства не приближается к бесконечности. Происходит классическое деление на ноль: большой звездной массы на объем равный нулю – и звезда превращается в ЧД.

Альтернативный способ получения ЧД – накачать заметную, хотя и вполне разумного размера энергию, в крайне малый объем, например, как при столкновении атомных частиц. Специально для экспериментальной проверки подобной методики был сооружен Большой Адронный Коллайдер (далее – БАК). Существуют мнения, что созданная при проведении данного эксперимента ЧД может уничтожить нашу планету. Однако, подобные суждения неверны. Во-первых, ЧД размером с атом водорода будет поглощать Землю очень большое количество времени. Во-вторых, атмосфера планеты регулярно обстреливается космическими лучами с энергиями, которые выше, чем может выдать БАК. В-третьих, маленькие ЧД быстро выкипают вследствие потери массы из-за излучения Хокинга.

Теоретически, присутствуют такие понятия, как «белая дыра» и «серая дыра». Существует теория, что все вещество, попадающее в ЧД в нашей вселенной, должно попасть в другое место (например, в параллельную вселенную или опять в нашу). Объект, из которого выбрасываются все ранее поглощенные вещества, является белой дырой (т.е. название «черная дыра» дано потому что в теории даже свет не может оттуда выбраться, и его не видно, а «белой дырой» может называться тело, из которого свет выпадает, то есть появляется как бы из ниоткуда). Однако в нашей Вселенной белых дыр еще не регистрировали. Серая дыра – это фактически нейтронная звезда, которая вот-вот превратится в ЧД, поэтому и наблюдается астрономами как ЧД, хотя таковой и не является.

Попавший в ЧД объект обратно уже не вернется. В системе отсчета, связанной с самим телом, время падения будет конечно, но с точки зрения внешнего наблюдателя объекту наоборот гарантирована вечная жизнь, так как парадокс времени из общей теории относительности обеспечивает бесконечное время наблюдаемого ухода под радиус Шварцшильда (если этот радиус не растет со временем). В реальности дело обстоит иначе: средняя шварцшильдовская ЧД разорвет дан-

ное тело задолго до достижения горизонта событий.

Следует сказать, что радиус ЧД прямо пропорционален ее массе, а так как объем пропорционален кубу радиуса, то с ростом массы средняя ее плотность будет быстро падать. У сверхмассивных ЧД с массой в сотни миллионов солнечных масс средняя плотность может быть даже меньше плотности воздуха. Или по-другому: радиус ЧД пропорционален массе, которая сосредоточена в центре, а напряженность гравитационного поля снижается как квадрат расстояния. Итого: чем больше масса дыры, тем меньше гравитационное поле на ее границе. Поэтому при пересечении границы ЧД достаточно большой массы наблюдатель ничего не заметит. Со временем такой наблюдатель будет неизбежно затянут в сингулярность.

Важно отметить следующее: все вышесказанные суждения верны для модели Шварцшильда со сферическим распределением массы, то есть для ЧД, которая не вращается. Но, так как большинство космических объектов (звезд, скоплений, галактик) вращаются, то по закону сохранения момента импульса умирающая звезда будет вращаться с внушительной для нее частотой. Вполне возможно, что ее разорвет на куски еще на фазе сжатия, если частота превысит 40 оборотов в секунду. Но если звезда не погибнет на этапе сжатия, то произойдет следующее: дело в том, что если не вращающаяся ЧД похожа на колодец, то вращающаяся – на червоточину, и теоретическая физика не отрицает возможности существования безопасных траекторий внутри нее.

Также, благодаря незыблемым законам термодинамики Хоккинга [5], ЧД имеют свойство «испаряться» сами по себе, и чем меньше масса, тем сильнее. Высокие перепады сил гравитации обеспечивают вероятность создания в малой окрестности пар частица-античастица (рис. 2), одна из которых проваливается в дыру, а другая улетает наружу, тем самым унося с собой часть массы дыры. Постепенно такая утечка массы и испаряет ЧД, но, согласно квантовой теории гравитации, до планковской дыры с планковской массой и радиусом. Потому что полное исчезновение горизонта ведет к нарушению принципа причинности, так как невозможно определить, в каком времени должно оказаться тело, когда вернется из дыры, если рассматривать его в собственной системе отсчета.



Рис. 2. Схема рождения пары «частица-античастица» вблизи горизонта событий

В теоретической физике ЧД являются самыми простыми объектами, описать которые можно с помощью трех чисел: массы, заряда и момента импульса. Это, разумеется, не означает, что сложной метрикой, пульсациями, схлопываниями сингулярности можно пренебречь. Но для стороннего наблюдателя все представители ЧД, у которых одинаковы эти три параметра, будут абсолютно идентичны.

Биографический список

1. Черная дыра. Энциклопедия Кругосвет.
2. Черные дыры: Мембранный подход, 1988
3. Левин А. История черных дыр // Популярная механика. — ООО «Фэшн Пресс», 2005.
4. Wald, 1984, с. 124—125
5. Hawking, S. W. (1974). «Black hole explosions?». Nature 248 (5443): 30–31. DOI:10.1038/248030a0. Bibcode:1974Natur.248...30
6. Новиков И.Д., Фролов В.П. Физика черных дыр, 1986, § 13.3. Что остается при квантовом распаде черной дыры?

УДК 621.31

Е. Э. Петрашкевич

студент кафедры инноватики и управления качеством

А. В. Чабаненко

научный руководитель

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РФ ЗА СЧЕТ БЫТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТЕПЛА

В настоящее время выявлено противоречие между состоянием современной энергетики и потребностями общественного развития в России. Все способы решения проблемы рассчитываются на долгие годы вперед (2025 – 2050 гг.) [1]. Энергетическая безопасность не может быть достигнута только увеличением стоимости электроэнергии и повышением энергосбережения населением. Поэтому уже сейчас необходимо вводить улучшения в существующую систему энергопроизводства и предлагать инновационные методы выработки ресурса, что становится возможным в связи с постоянным развитием и совершенствованием науки и образования.

Во многих странах мира альтернативные электростанции (табл. 1) уже соседствуют с классическими станциями выработки электроэнергии. Они оказываются не менее производительными и практичными, чем обычные электростанции. Ожидается, что к 20-м годам объем альтернативной энергетики возрастет, а наибольшая доля будет принадлежать энергетике, построенной на основе с нанометровыми характерными размерами [2]. В связи с этим в дальнейшем разумным шагом станет разработка, развитие и использование востребованных и актуальных на сегодняшний момент альтернативных источников энергии, которые будут доступны населению, не обладающему высокими материальными накоплениями и дополнительной территорией для размещения устройства. При этом пользователь сможет получать электроэнергию вне зависимости от сетей общего пользования и в домашних условиях.

Таблица 1

Характеристики альтернативных источников энергии

	Начальная стоимость	Стоимость обслуживания, эксплуатации (без замены компонентов)	Необходимые условия	Надежность энергоснабжения	Прочность оборудования	Доступность	Мощность (средняя)
Солнечные панели с батареями (1,5×0,8 м)	Очень высокая	Очень низкая, около 1% от первоначальной стоимости в год	Солнце (безоблачная погода, дневное время суток), большая территория	Высокая при хорошем обслуживании	20-30 лет (солнечные панели); 2-5 лет (батареи)	Высокая	120 Вт
Ветряная система с батареями (18 м)	высокая	Очень низкая, около 2% от первоначальной стоимости в год	Ветер (зависит от погодных условий), большая территория в отдаленности от людей	Высокая при хорошем обслуживании	15-20 лет (турбины); 5-10 лет (лопасти); 2-5 лет (батареи)	Умеренная	50 кВт
Генераторная установка (1,2×0,7 м)	Умеренная - высокая	Очень высокая	Наличие топлива, дополнительная территория	Умеренная	25 000 рабочих часов	Очень высокая	4 кВт

Наблюдается устойчивая тенденция к увеличению затрат на электричество. Так как запасы энергоресурсов ограничены, стоимость электроэнергии (табл. 2) ежегодно повышается примерно на 7% [3]. Таким образом, по приблизительным подсчетам семья из четырех человек тратит на электроэнергию в среднем от 15 до 30 тыс. р. в год [4].

Таблица 2

Тарифы на электроэнергию

Однотарифный тариф на электроэнергию	
Год	Стоимость, руб. за 1 кВт·ч
2011	2,80
2012	2,97
2013	3,14
2014	3,39

Почти вся электроэнергия в мире, около 10 трлн ватт, произведена тепловыми двигателями, преобразующими высокую температуру в механическую энергию, которая затем преобразуется в электричество. Большая часть этой высокой температуры не преобразуется, а поступает в окружающую среду в виде тепла (приблизительно 15 трлн ватт). Если хотя бы малую часть существующих потерь удастся избежать, то эффект будет значительным. Бытовой преобразователь тепла в электричество может стать ступенью к скорейшему развитию и улучшению энергетической ситуации в стране [5].

После изучения диаграммы структуры расхода электроэнергии для семьи из четырех человек (рис. 1), можно сделать вывод, что целесообразнее использовать потери энергии при приготовлении пищи [3].



Рис. 1. Структура расхода электроэнергии для семьи из четырех человек

Бытовой преобразователь тепла в электричество (рис. 2) захватывает и преобразует второстепенный продукт деятельности кухонной плиты при приготовлении пищи, то есть тепло, в элек-

трическую энергию, которая в дальнейшем может быть направлена на освещение разделочного пространства кухни или подзарядку гаджетов через встроенные USB-порты. Использование энергии возможно в любое время после готовки благодаря встроенному аккумулятору.

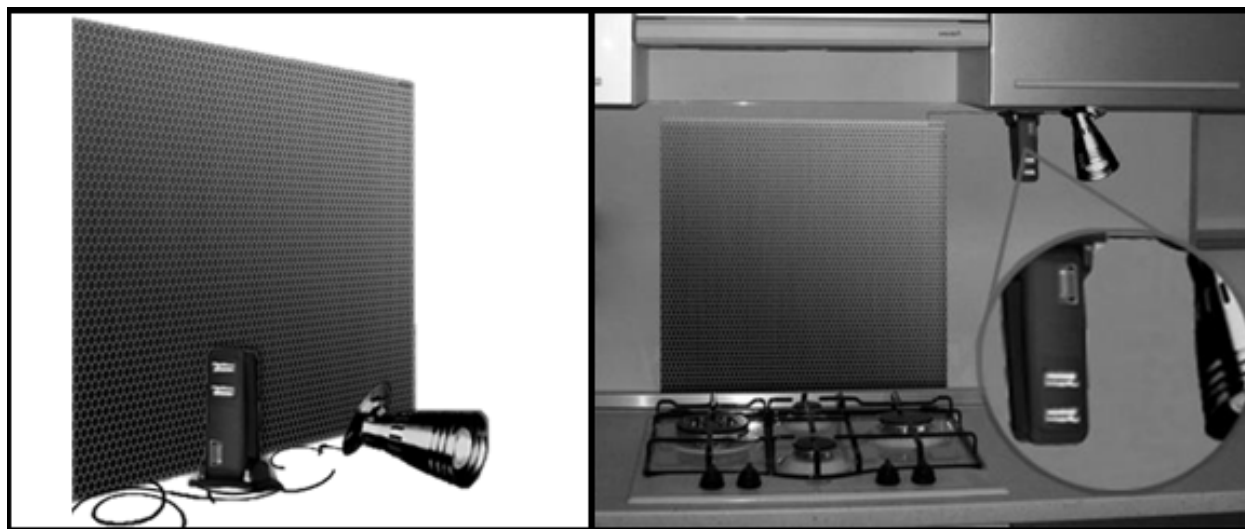


Рис. 2. Внешний вид бытового преобразователя тепла в электричество

Как элементы пластины, преобразующие тепло в электричество, подобраны кремниевые нанопровода (рис. 3). Они обладают замечательными термоэлектрическими свойствами даже при комнатной температуре. Привлекательность разработки, использующей термоэлектрические свойства кремния, заключается в том, что этот материал широко используется в полупроводниковом производстве, в мире создана значительная инфраструктура его производства и обработки. В свою очередь, это обуславливает легкую коммерциализацию применительно к РФ [5].

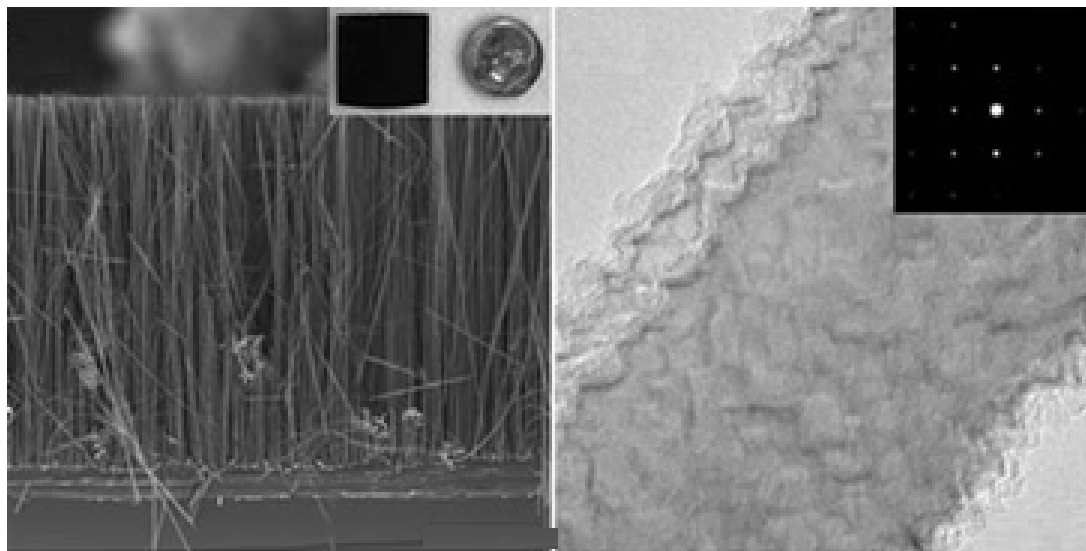


Рис. 3. Сечение массива кремниевых нанопроводов и фрагмент такого провода

В отличие от привычных альтернативных источников энергии бытовой преобразователь тепла в электричество не зависит от погодных условий и прост в управлении. Устройство не требует дополнительных территориальных ресурсов, так как направлено на использование в квартирных условиях. Ожидается, что данная инновация будет в несколько раз дешевле большинства альтер-

нативных источников энергии и займет средний ценовой сегмент в районе 5 – 7 тыс. р. в зависимости от региона РФ.

Развитие альтернативных источников энергии в России имеет большие перспективы, поэтому РФ выгодно осуществлять и увеличивать инвестирование в ВИЭ (возобновляемые источники энергии). В дальнейшем необходимо продолжать исследования устройств, использующих в виде сырья тепловые отходы, то есть вторичный продукт деятельности бытовых приборов таких, как кухонная плита, а так же введение единого государственного стандарта для подобного типа оборудования.

Библиографический список

1. Институт глобализации и социальных движений: URI: http://www.igso.ru/articles.php?article_id=400
2. РБК Исследования рынков: URI: http://marketing.rbc.ru/news_research/19/02/2010/562949977216636.shtml
3. Тарифы на электроэнергию на 2010 год в Санкт-Петербурге. Население: URI: <http://energyfuture.ru/tarifspsbnas2010>
4. Как экономить электричество. Экономсоветы: URI: <http://economsovet.ru/kak-ekonomit-elektrichestvo-poleznye-sovety.html>
5. Ученые создали наноматериал, преобразующий тепло в электричество: URI: <http://www.ixbt.com/news/hard/index.shtml?09/92/26>

УДК 651.012.12

Ю. Д. Платонова

студентка кафедры инноватики и управления качеством

М. С. Смирнова

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ИННОВАЦИИ

Одним из принципов системы менеджмента качества является принцип «постоянное улучшение», который предусматривает непрерывный мониторинг всех несоответствий работы системы с последующим устранением этих несоответствий путем улучшения качества работы системы.

Организация должна развиваться посредством улучшения как качества продукции или услуги, так и качества организации рабочего процесса и принятия управленческих решений.

Для кардинального изменения ситуации в организационно-управленческом аппарате компании необходимо проводить внедрение организационно-управленческие инноваций. Такие инновации включают в себя:

- введение значительно измененных организационных структур;
- применение передовых управленческих технологий;
- применение новых или значительно измененных стратегических ориентиров компании.

На сегодняшний день в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития страны до 2020 г. [1], государство заинтересовано во внедрении организационно-управленческих инноваций в российские компании и учреждения для повышения их конкурентоспособности как в России, так и зарубежом. Однако, большинство государственных учреждений, в связи с консерватизмом кадрового состава, довольно негативно относятся к нововведениям. Они боятся кардинальных изменений в организационном и управленческом аппаратах, которые будут вызваны при внедрении организационно-управленческой инновации. Узкое применение инноваций данного типа связано с отсутствием опыта их внедрения. Кроме того, присутствует риск формального внедрения, которое лишь увеличивает возможность неудач, приводящих к резкому ухудшению положения дел в организации.

В основу разработки модели бизнес-процесса внедрения организационно-управленческой инновации были положены традиционные процессы менеджмента, правила построения документированных процедур в соответствии с ИСО ТР 10013 «Рекомендации по документированию систем менеджмента качества», методология IDEF0 и процессный подход Ф. Янсена к инновационной дея-

тельности, цикл Деминга «Plan – Do – Check – Act» (PDCA), а также механизм активного развития предприятий [2].

Модель внедрения организационно-управленческой инновации в рамках бизнес-процесса состоит из следующих бизнес-функций:

- генерирование идей и управление знанием;
- планово-подготовительный этап; информирование;
- частичная реализация; полная реализация;
- выполнение функций контроля и анализа.

На первом этапе, названном «Генерирование идей и управление знаниями», необходимо рассмотреть проблемную область и провести мероприятия, благодаря которым будут сформулированы возможные инновационные идеи решения проблемы.

Планово-подготовительный этап начинается с выбора внедряемой инновации, ее содержания и краткого описания процесса реализации. Затем необходимо исследовать состояние инновационного потенциала организации для определения ее преимуществ и недостатков для эффективного внедрения выбранной инновации. После анализа предприятия на планово-подготовительном этапе описывается результат, который должен быть получен после проведения выбранной организационно-управленческой инновации, разрабатывается план ее реализации. Создается команда с учетом специфики внедряемой инновации.

Третий этап «Информационное обеспечение» необходим для качественного внедрения организационно-управленческой инновации. Важно при внедрении задействовать всех работников организации. Данный этап подразумевает информационную подготовку коллектива и начинается с определения цели информирования согласно содержанию и специфике организационно-управленческих инноваций. Далее разрабатывается план, методы и сроки распространения информации, проводится подготовка носителей информации. После реализации информационного сообщения необходимо осуществлять мониторинг изменения настроений и отношения к проводимым организационно-управленческим инновациям в коллективе.

На этапе частичной реализации происходит внедрение разработанной инновации в несколько выбранных отделов с целью выявления узких мест и соответствующей корректировки.

Полная реализация организационно-управленческих инноваций подразумевает проведение необходимых изменений в организационной структуре, профессионально-квалификационном составе, должностных инструкциях, в технических и технологических особенностях трудовой деятельности, внедрение адаптированной к проводимым изменениям системы мотивации и стимулирования труда, а также и других аспектов, которые затрагивает данная инновация. Полная реализация начинается с подготовки всего персонала, вовлеченного в реализацию выбранной организационно-управленческой инновации, или же работников, трудовая деятельность которых изменится по результату ее внедрения.

После этого осуществляется реализация организационно-управленческой инновации на всем предприятии с соответствующими изменениями в профильных направлениях. Следует производить информирование работников о результатах внедрения и независимо от характера результатов объективно освещать происходящее. В заключение вырабатываются рекомендации по поддержанию полученных результатов, т. е. закреплению инновационных достижений, фиксации в инструкциях, методических указаниях.

Завершающим этапом является бизнес-функция контроля и анализа, включающая подведение итогов реализации инновации, контроль и осуществление обратной связи с руководящим составом, принявшим решение о ее реализации. Определяется результативность внедрения инновации: экономическая, социальная и управленческая эффективность. Один из наиболее важных этапов – награждение отличившихся работников. Следующей частью данной бизнес-функции является документационное оформление инновации и в дальнейшем фиксация в основных документах предприятия. На заключительном этапе составляется комплексный отчет по ходу и результатам реализации организационно-управленческой инновации.

Как видно из представленного описания бизнес-процесса осуществления организационно-управленческой инновации, существует шесть последовательных этапов внедрения, включающих три этапа непосредственной реализации инновации. Очень важно уделять большое внимание работникам организации при осуществлении ОУИ. На начальных этапах – необходимо учитывать мнение работников при анализе организации по выбранной проблеме, при самой реализации – информировать о ходе работы по внедрению. На последнем этапе контролировать выполнение внедренной инновации, анализировать полученные результаты с учетом мнения работников организации.

Для примера рассмотрено внедрение системы электронного документооборота как организационно-управленческой инновации.

В связи с тем, что в качестве организационно-управленческой инновации представлена система электронного документооборота, описание ее внедрения будет адаптировано под внедрение ОУИ. Но для начала в следующем пункте представлены основные общие этапы внедрения СЭД.

Проанализировав информацию о внедрении систем электронного документооборота представленных на российском рынке компаний, были выявлены основные 12 этапов внедрения СЭД.

Первый этап – подготовительный, называется предпроектное обследование.

Он включает в себя:

- описание предприятия: общая информация о деятельности предприятия, организационная структура предприятия, функционал подразделений;
- анкетирование сотрудников по темам: описание документооборота в организации по подразделениям, существующие проблемы, необходимость внедрения СЭД, предполагаемый результат от внедрения СЭД;
- постановка и анализ проблем в организации, связанных с документооборотом;
- определение целей, которые должны быть достигнуты после внедрения СЭД;
- описание задач для достижения целей.

После того, как сформировалось некое понимание происходящей ситуации, связанной с документооборотом в организации, следует перейти ко второму этапу внедрения СЭД, включающему в себя более детальное обследование всего документооборота, связей между подразделениями организации.

Целями обследования являются:

- изучение и точно описание бизнес-процессов предприятия;
- описание схемы документооборота (маршруты документов, правила регистрации, засекречивание информации, связи между подразделениями);
- разработка рекомендаций по совершенствованию документопотоков и организации документооборота и делопроизводства.

В обследование также входит аудит технической инфраструктуры организации, определение и описание модификаций системы, интерфейсов, в т.ч. интерфейсов с внешними системами и средств переноса данных из существующих программ, которые должны быть разработаны и внедрены в ходе проекта [3].

После утверждения целей, анализа и обследования предприятия, описания слабых и сильных сторон организации, необходимо подготовить техническое задание для внедрения СЭД в соответствии с ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы». Данный вид деятельности является третьим этапом на пути полного внедрения системы [4].

После подготовки технического задания необходимо утвердить с заказчиком и заключить договор на выполнение работ. Это является четвертым этапом.

Когда вся информация собрана, по ней создано и утверждено техническое задание и заключен договор между исполнителем и заказчиком, наступает этап разработки системы электронного документооборота.

Целями физической реализации СЭД являются:

- разработка структуры БД СЭД,

- разработка экранных форм,
- разработка механизмов: визирования, регистрации, исполнения и др.,
- разработка технической документации на Систему.

Параллельно идет этап подготовки инфраструктуры организации к внедрению системы электронного документооборота. Происходит приведение всей технической инфраструктуры в соответствие с требованиями технического задания. При необходимости закупается и устанавливается новое оборудование.

Когда техническое оснащение организации подготовлено к внедрению СЭД происходит шестой этап, включающий в себя инсталляцию систем, которая, в свою очередь, состоит из установки серверного ПО, установки пользовательских рабочих мест, тестирования работоспособности системы, настройка системы в соответствии с организационной структурой организации.

Перед переходом к опытной эксплуатации СЭД необходимо провести обучение технических специалистов и работников организации сопровождению и использованию внедренной СЭД.

Обучение технического специалиста включает полный курс обучения администратора системы, групповое обучение пользователей можно проводить в режиме презентации: обзор возможностей программного продукта, интересные особенности.

Этап опытной эксплуатации, пожалуй, самый сложный при внедрении СЭД. Происходит адаптация программного продукта, его апробирование, тестирование в реальных условиях работы. Выбирают несколько отделов, в которые внедряется система, и по их работе судят о необходимых корректировочных действиях, а также о самой системе в целом.

После проведения этапа опытной эксплуатации важно провести корректировки, устранение ошибок в работе системы; доработку СЭД по замечаниям и предложениям пользователей.

Если все недочеты устранены, и внедренная система хорошо функционировала на этапе опытной эксплуатации, то разработку вводят в промышленную эксплуатацию на всем предприятии. В дальнейшем компания, внедряющая СЭД, предоставляет техническое сопровождение системы.

Необходимо провести сравнение этапов внедрения организационно-управленческой инновации и системы электронного документооборота, которое представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Сравнение этапов внедрения ОУИ и СЭД

Этапы внедрения		Сходства
Организационно-управленческая инновация	Система электронного документооборота	
Генерирование идей и управление знаниями»	Предпроектное обследование	Этапы имеют сходство между собой, так как и в том и в другом случаях необходимо проводить мероприятия по информированию сотрудников для выявления проблем в организации, а также целей и задач внедрения, в том числе связанных с документооборотом ГУАП. После проведенного анализа результатом этапов будет предложение по решению проблем (например, предложения по совершенствованию документооборота)
	Обследование документооборота	
Планово-подготовительные работы	Предложения по совершенствованию документооборота	Планово-подготовительный этап включается в себя план реализации, определение масштабов и сроков внедрения, состав рабочей группы. В случае с СЭД всё вышеперечисленное включено в техническое задание.
	Подготовка и утверждение технического задания	
	Разработка СЭД	
	Подготовка инфраструктуры	
Информационно обеспечение	Инсталляция СЭД	Сходство состоит в том, что вначале обучении все сотрудники будут информировании внедрения СЭД.
	Обучение персонала работе в СЭД	

ИННОВАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Этапы внедрения		Сходства
Организационно-управленческая инновация	Система электронного документооборота	
		Также при этапе информационного обеспечения необходимо осуществлять мониторинг изменения настроений и отношения в проводимой ОУИ. В случае с СЭД ответственный за обучение должен следить за настроением коллектива и вести запись мнений сотрудников на наличие, как недостатков, так и достоинство новой системы.
Частичная реализация ОУИ	Опытная эксплуатация СЭД	Выбираются несколько отделов, куда вводится для постоянного пользования система электронного документооборота. Необходимо учитывать мнение сотрудников об использовании СЭД.
	Корректировка СЭД	
Полная реализация ОУИ	Промышленная эксплуатация СЭД	Если этап частичной реализации (опытной эксплуатации) прошел успешно и проведены все необходимые корректировки, наступает этап полной реализации - промышленной эксплуатации. Все сотрудники, преподаватели и обучающиеся ГУАП смогут воспользоваться системой. Вводятся изменения в рабочем и учебном процессе.
Контроль и анализ	Техническое сопровождение	В случае с ОУИ необходимо провести контроль и анализ на получение заданного результата. В отношении к внедрению СЭД последний этап является техническое сопровождение.

Как видно из табл. 1, не все этапы внедрения СЭД адаптированы под этапы внедрения ОУИ.

Если речь идет о системе электронного документооборота как организационно-управленческой инновации, то необходимо при внедрении СЭД проводить больше работы по информационному обеспечению сотрудников, а также последний этап обязательно должен в себя включать подведение итогов и оценку эффективности от внедрения с учетом мнения сотрудников.

Библиографический список

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года // Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 08.08.2009), издание "Собрание законодательства РФ", 24.11.2008, N 47, ст. 5489,
2. Горева Е.С. Организационно-управленческие аспекты инновационной деятельности промышленных предприятий // Вестник НГУ: серия социально-экономические науки. – 2012. - с. 116-127,
3. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы» [Электронный ресурс] // <http://devmin.ru/wp-content/uploads/2012/02/GOST-34.602-89-Texnitceskoe-zadanie.pdf>,
4. Ходак Е.Е. Внедрение системы электронного документооборота: как это происходит на практике [Электронный ресурс] // <http://www.sekretariat.ru/discuss/91382>.

УДК 520.6:520.8

А. С. Топчий

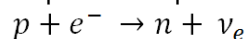
студент кафедры вычислительных систем и сетей

Г. Л. Плехоткина

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Нейтронная звезда – это один из самых странных и малоизученных объектов в космосе. Она состоит из как бы жидкой нейтронной сердцевины, которая покрыта тонкой оболочкой из тяжёлых атомных ядер и электронов. При радиусе всего лишь в 10–20 км, нейтронные звезды могут иметь массу, как 2 Солнца (далее - \odot) [1]. Нейтронная звезда образуется, когда взрывается сверхновая, при этом ее масса должна быть от $1,44\odot$ до примерно $2,5\odot$. Верхняя граница зависит от численного значения предела Оппенгеймера-Волкова, которое сейчас известно лишь приблизительно [2, 3]. В результате огромных давления и температуры электроны и протоны «вдавливаются» друг в друга, образуя нейтрон и нейтрино:



Взаимодействие нейтронов препятствует дальнейшему сжатию звезды и превращению ее в черную дыру, а разлетающиеся нейтрино довольно быстро ее охлаждают, от 10^{11} до 10^9 К за 100 с. После выброса нейтрино темп охлаждения уменьшается, хотя все еще остается высоким по астрономическим меркам [4].

Первооткрывателями нейтронной звезды являются аспирантка Кэмбриджского университета Джоселин Белл Бернелл и ее научный руководитель Энтони Хьюиш. Летом 1967 г. они обнаружили очень странные пульсирующие сигналы в радиодиапазоне. Их длительность составляла 50 мкс, а период – 715 мс. Это было настолько необычно, что сначала их списали на сбой аппаратуры, а когда оказалось, что с ней все в порядке, решили, что импульсы имеют внеземное происхождение. Поэтому первая нейтронная звезда получила название LGM-1 от английского «Little Green Men» — «Маленькие Зеленые Человечки». После этого открытия было обнаружено еще несколько звезд, испускающих пульсирующие сигналы. Их стали называть пульсарами [5–7].

Нейтронные звезды могут излучать в разном диапазоне, и зависит это от скорости вращения звезды и величины ее магнитного поля.

У нейтронной звезды, называемой эжектором, сильное магнитное поле и большая скорость вращения. Это не позволяет заряженным частицам, вращающимся вокруг звезды, падать на ее поверхность. При этом магнитное поле эжектора вращается с такой же угловой скоростью, что и он сам, и на определенном радиусе линейная скорость вращения поля приближается к скорости света. За этим радиусом поле существовать не может, и заряженные частицы, двигаясь вдоль линий магнитного поля, могут покинуть нейтронную звезду. Эти частицы излучают в радиодиапазоне, и для стороннего наблюдателя эжекторы выглядят как радиопульсары.

У звезды-аккретора скорость вращения снижается до такой степени, что вещество может падать на нейтронную звезду. Эти частицы двигаются по линиям магнитного поля и падают в область полюса нейтронной звезды, из-за скорости разогревая поверхность до десятков миллионов градусов. Эта область довольно мала – около 100 метров в диаметре, и способна излучать в рентгеновском диапазоне. Поэтому такие звезды называют еще и рентгеновскими пульсарами [8].

Некоторые нейтронные звезды испускают мощные всплески гамма-лучей через нерегулярные интервалы. Количество энергии, выбрасываемое ими при обычной вспышке, длящейся несколько десятых секунды, Солнце может излучить только за целый год. Например, в 2004 г. магнетар SGR 1806-20 в гамма-диапазоне светился ярче, чем полная луна в видимом диапазоне. И это при расстоянии в 50 000 световых лет [9]!

Для объяснения этих вспышек была предложена модель магнетара – нейтронной звезды со сверхсильным магнитным полем. Если нейтронная звезда в процессе своего формирования вра-

чается очень быстро, она становится магнетаром. Это длится всего 10 – 20 с, после чего звезда замедляет скорость вращения, но магнитное поле сохраняется. Оно очень неустойчивое, и перестройка его структуры вызывает колоссальные всплески энергии. Таким же образом образуются солнечные вспышки, которые, впрочем, гораздо слабее вспышек магнетаров [10].

В заключение необходимо сказать, что нейтронные звезды – относительно молодая, развивающаяся область астрономии и астрофизики, в которой по сей день происходят удивительные открытия. Совсем недавно была найдена нейтронная звезда, имеющая массу, предположительно, больше $2\odot$ [11]. Кроме того, были обнаружены нейтронные звезды с планетарной системой, двойные звезды и даже система из двух двойных нейтронных звезд! В этой области стоит ожидать еще много открытий и исследований.

Библиографический список

1. Википедия: Нейтронная звезда – http://ru.wikipedia.org/wiki/Нейтронная_звезда
2. Викизнание: Нейтронная звезда – http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php?title=Нейтронная_звезда
3. Википедия: Предел Оппенгеймера-Волкова – http://ru.wikipedia.org/wiki/Предел_Оппенгеймера_—_Волкова
4. *Ишханов Б.С.* и др. Нуклеосинтез во Вселенной. М.: Либроком, 2009 г. 208 с.
5. Википедия: Радиопульсар – <http://ru.wikipedia.org/wiki/Радиопульсар>
6. Путешествие в космос: Радиопульсар PRS B0329+54 – <http://www.walkinspace.ru/index/0-1038>
7. Википедия: PSR B1919+21 – http://ru.wikipedia.org/wiki/PSR_B1919+21
8. *Липунов В. М.* Астрофизика нейтронных звезд. М.: Наука, 1987. 90 с.
9. Википедия: SGR 1806-20 – http://ru.wikipedia.org/wiki/SGR_1806-20
10. *Андреев Н.* Нейтронные оригиналы // Вокруг Света 2003 №7 (2754)
11. Kosmosx.ru - все о космосе и астрономии: Учеными найдена самая крупная нейтронная звезда – http://kosmosx.ru/news/uchenymi_najdena_samaya_kрупnaya_nejtronnaya_zvezda/
12. *Малов И. Ф.* Радиопульсары. М.: Наука, 2004. 191 с.
13. *Шапиро С. Л., Тьюколски С. А.* Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды / Под ред. Я. А. Смородинского. М.: Мир, 1985. 656 с.
14. *Попов С. Б., Прохоров М. Е.* Астрофизика одиночных нейтронных звезд: радиотихие нейтронные звезды и магнетары. М.: ГАИШ МГУ, 2002. 46 с.
15. *Кононович Э.В., Мороз В.И.* Общий курс астрономии: Учебное пособие. М.: Книжный дом «Либроком», 2011. С. 422-436

УДК 658.562.012.7

А. В. Чабаненко

магистрант кафедры инноватики и управления качеством

Е. Г. Семёнова

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ

Вследствие роста потребительского сектора энергетических ресурсов, современная энергетическая отрасль Российской Федерации находится в стадии активного развития и начинает включать в себя все большее количество перспективных направлений альтернативной энергетики, которые в последнее время получили, активный толчок в лице новых федеральных законов.

На данный момент наиболее активно развивается сфера биоэнергетики. Появляются новые виды теплоэнергетических носителей, для которых необходима оценка качества, а также выявление наиболее актуального вида топлива с целью повышения результативности использования.

В 2011 г. было принято Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8.12.2011 г. № 2227-р «Об утверждении стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года», в котором значительное внимание уделялось энергетической отрасли для обеспечения регулирования и контроля за новыми источниками энергетических ресурсов.

И в виду такого активного развития отрасли оценка качества топлива энергетических носителей является важной задачей и для успешного функционирования должна осуществляться по различным характеристикам.

Для этого надо необходимо применить методику расчета интегрального относительного показателя, который поможет, базируясь на разных параметрах, определять наиболее удачный вид топлива применительно для конкретной ситуации.

Главные показатели качества биотоплива на древесной основе:

- теплотворная способность (калорийность, теплота сгорания);
- влажность;
- зольность (массовая доля золы);
- насыпная плотность (объемный вес);
- истираемость (массовая доля мелкой фракции пыли и опилок);
- размеры (диаметр, длина).

Данное исследование будет актуально для производителей и потребителей теплоэнергетических носителей возобновляемые источники энергии (ВИЭ) на древесной основе в первую очередь, а также обширному кругу потребителей, который использует данные виды топлива.

На основе понятия «качество», определенного международным стандартом ISO 9000:2000, можно сформулировать следующие необходимые параметры, которые помогут наиболее полно оценить и дать оценку результативной применимости того или иного теплоэнергетического носителя.

Требование к качеству определяются международными стандартами ISO 9000.

По стандарту ISO 8402 «Качество – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности потребителей».

По стандарту ISO 9000:2000 «Качество – это степень соответствия присущих характеристик, установленным требованиям».

На данный момент методы оценки качества делятся на два типа, которые представлены на рис. 1.

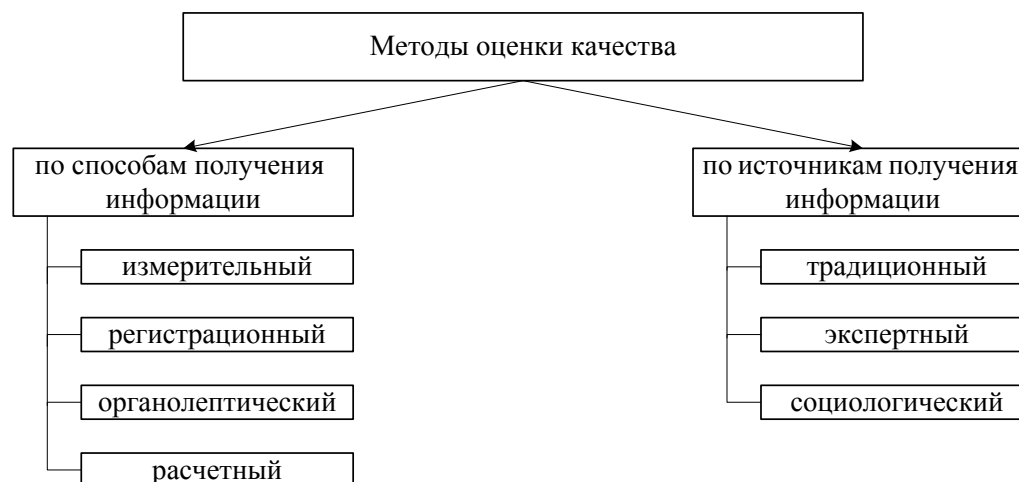


Рис. 1. Методы оценки качества

Для оценки качества теплоэнергетического носителя применяется регистрационный метод, а сбор информации происходит экспертным путем.

Система показателей качества включает дифференцированные и обобщающие показатели.

Для точной и полной оценки качества инновационного биоэнергетического топлива необходимо провести оценку инновационного потенциала по разнообразным критериям, что в конечном

итоге позволит определить тип инновации. Определив правильно тип инновации топлива, можно оперировать им в качестве еще одного показателя для сравнения, а также иметь возможность оценивать только инновационные виды топлива. Следует подчеркнуть, что в ходе оценки инновационного потенциала оцениваются такие характеристики, как количество усовершенствованных эксплуатационных показателей объекта, степень прогрессивности новшества, создаваемый социальный эффект и др., что наиболее точно позволяет дать верный тип инновации [2].

Для оценки важности параметров была произведена оценка значимости в процессной матрице. Данная матрица связывает технологический процесс по производству компонентов с соответствующими параметрами [3].

При построении матрицы оценки значимости в процессной матрице в качестве оптимизируемых рассматриваются физико-механические характеристики топлива, представленные в табл. 1.

Процессная матрица позволяет, таким образом, сформулировать повышенные требования к ряду параметров, которые наиболее необходимы для ВИЭ на древесной основе и снизить требования к остальным параметрам топлива, которые являются второстепенными и не несут функциональную нагрузку. Применительно к рассматриваемому примеру можно сделать вывод о возможности (и необходимости) корректировки свойств топлива [1].

Далее из внесенных показателей автоматически строится таблица по группам в процентном соотношении, а также минимальные и максимальные показатели.

90% видов теплоэнергетических носителей имеют характеристики, необходимые для выхода из группы «аутсайдеры».

75% видов теплоэнергетических носителей имеют характеристики, необходимые для выхода из группы «отстающие».

50% – «средние».

25% видов находятся в зоне «выдающиеся».

10% – наиболее перспективные виды теплоэнергетических носителей (ТЭН).

Таблица 1

Процессная матрица оценки значимости показателей

Характеристика	Ранжированная значимость по запросу					Мультипликант	Накопленный вес%
	Удельное тепловыделение	Зольность%	Безопасность	Решение социальных проблем	Цена руб. кг.		
Плотность	10	10	10	4	3	12000	7,97321001
Срок хранения	6	7	4	8	4	5376	3,57199809
Влажность	9	10	5	6	9	24300	16,1457503
Продолжительность горения	10	10	9	10	8	72000	47,8392601
Экологичность	2	5	8	6	10	4800	3,18928401
Эстетичность	3	8	9	7	10	15120	10,0462446
Схожесть горения	5	8	9	4	7	10080	6,69749641
Звуковые показатели	1	2	10	6	8	960	0,6378568
Механическая стойкость	9	7	9	1	4	2268	1,50693669
Тип древесного биосырья	10	6	10	2	3	3600	2,391963
Суммарное значение						150504	100

После проведения всех исследований строится наглядная гистограмма, из которой можно сделать вывод о качестве ТЭН. Чем энергоэффективнее топливо, тем выше оценка, сводный график представлен на рис. 2.

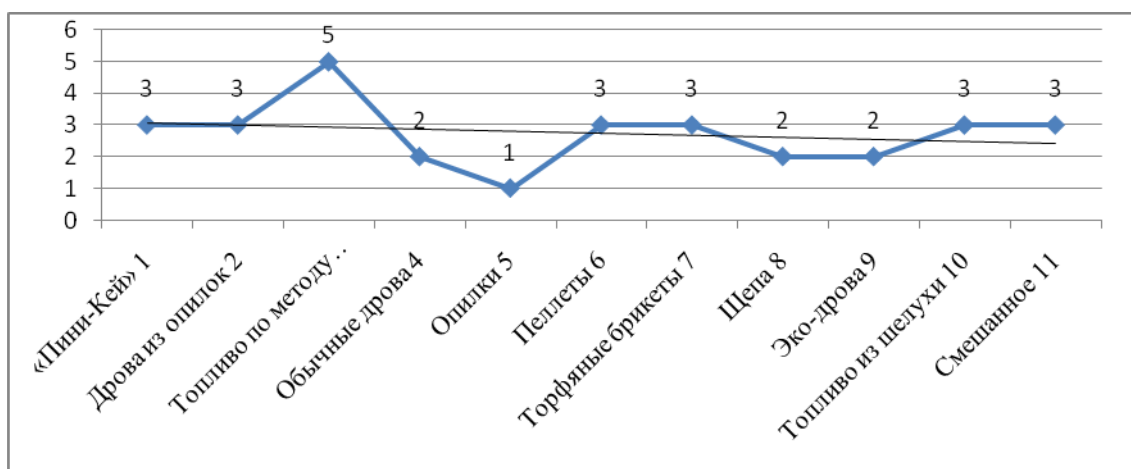


Рис. 2. График оценок ТЭН

В связи с этим интегрированный показатель качества в абсолютном выражении может быть рассчитан по формуле:

$$G_j = 1/m \sum_{i=1}^m q_{ij} , \quad (1)$$

где G_j – показатель качества;
 m – количество оценочных признаков;
 q – количество систем.

Таблица 2

Результат оценки качества видов биотоплива на древесной основе

Вид топлива	Вывод
1. «Пини-Кей»	норма
2. Дрова из опилок	норма
3. Топливо по методу ВПЛ	идеал
4. Обычные дрова	норма
5. Опилки	устарел
6. Пеллеты	норма
7. Торфяные брикеты	норма
8. Щепа	требуется модернизация
9. Эко-дрова	требуется модернизация
10. Топливо из шелухи	норма
11. Смешанное	норма

После проведения расчётов выводится оценочная таблица с итоговым результатом. Из данной таблицы можно наблюдать, что топливо по методу высокотемпературного прессования листвы (ВПЛ) попало в зону идеал, а большинство видов топлива находится в зоне норма. Это говорит о том, что существование этих двух типов норм наблюдается во всех системах, в то время как понятие идеала зачастую отделено от понятия нормы, и это представляется оправданным, т.к. понятие идеала в принципе не нуждается в синонимах. Основное атрибутивное свойство всякой нормы – это ее системность. Существуют нормы для каждой рассматриваемой системы, определяемые за-

конами развития системы, ее системным качеством. Из логики системного анализа вытекает связь норм с целостностью системы (или, при телеологическом рассмотрении систем – с целью их функционирования и с ожидаемым результатом). При этом получаем следующие определения: нормы-идеалы – это характеристики идеального состояния системы и поведения ее элементов. Норма для топлива – ограничения и правила, описывающие, как должны вести себя виды топлива в различных условиях, чтобы система сохраняла свою структуру и целостность (давала необходимый результат).

Библиографический список

1. Курлов В.В., Курлов В.Ф. Концепция и технология измерения качества образования. Анализ объекта оценки качества. Признаки качества, измерительные шкалы, инструментарий. Научно-методический журнал «Управление качеством образования». С-Пб, 2008. № 4.
2. Семенова Е.Г. Основы моделирования и диагностики антенных устройств бортовых комплексов. Монография, С-Пб, 2012г.
3. Чабаненко А.В., Морозов А.С. Оценка качества инновационных биоэнергетических материалов // "Вопросы радиоэлектроники", серия Общетеchnическая, Издательство: ЦНИИ "Электроника" (Москва), Вып. 2, с. 169-176., 2014г.

СОДЕРЖАНИЕ

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

<i>Барбашова Л. И.</i> Исследование сингулярно-спектрального алгоритма фильтрации сигналов.....	3
<i>Белозерова А. А., Шамшин А. К.</i> TLM 2.0 в технологии виртуального прототипирования OVP.....	6
<i>Бондарева А. Г.</i> Разработка учебно-исследовательского лабораторного практикума по курсу «Системы автоматического управления летательными аппаратами» в среде пакета MATLAB....	9
<i>Галенза А. И.</i> Методика расчета параметров системы подкачки и перекачки топлива на самолете	11
<i>Гашков С. Э., Григорьев А. П.</i> Адаптивное тестирование на базе нечеткой логики при контроле авиационных специалистов.....	15
<i>Гашков С. Э., Орлов А. А.</i> Компетентностный подход при подготовке специалистов аэрокосмического профиля.....	20
<i>Голубев В. В., Егоров В. С.</i> Современные информационные технологии в подготовке авиационных специалистов.....	24
<i>Голубев В. В.</i> Нейросетевой симулятор с автоматическим подбором перцептронной топологии сети.....	27
<i>Егоров В. С., Григорьев А. П.</i> Система дистанционного адаптивного тестового контроля навигационных знаний	30
<i>Ермаков Б. С.</i> Вопросы принятия решения на основе нечеткой логики.....	33
<i>Зайченко В. С.</i> Моделирование синхронного детектора в программе LABVIEW.....	35
<i>Ивахива Т. А., Писаренко Е. С.</i> Разработка и графосемантическое моделирование содержания учебного материала в автоматизированных обучающих системах.....	36
<i>Ивахива Т. А.</i> Разработка и исследование адаптивных моделей тестирования в навигационных автоматизированных обучающих системах.....	40
<i>Ишкинина Е. Н., Майоров Н. Н.</i> Вопросы расчета и анализа уровня автомобилизации.....	43
<i>Ищенко А. А.</i> Комплексирование системы стереозрения и времяпролетной камеры.....	46
<i>Логинова Е. О.</i> Исследование методов и средств калибровки времяпролетных камер.....	50
<i>Лытвак А. П.</i> Топологическое 3D-проектирование СБИС.....	53
<i>Медина Падрон А. Э.</i> Исследование адаптивного финитно-спектрального алгоритма обработки навигационной информации	56
<i>Морозкин П. П.</i> Обработка программного кода SDL-моделей стеков протоколов для построения сетевых моделей.....	63
<i>Новицкий Е. А.</i> Вопросы определения рациональных маршрутов и транспортных средств при организации междугородних перевозок	66
<i>Пахарев С. М.</i> Автоматизированный расчет систем подчиненного регулирования.....	68
<i>Пахарев С. М.</i> Построение коммуникационной бортовой локальной вычислительной сети на основе стандарта SpaceWire.....	71
<i>Рагинис Д. М.</i> Системы управления. История появления и проблемы развития.....	75
<i>Синёв Н. И.</i> Программная визуализация диагностической информации для анализа функционирования моделей бортовых сетей.....	78
<i>Сульдин А. Н.</i> Система параметрической идентификации математической модели микромеханического акселерометра.....	83
<i>Фортыхев Е. Ю.</i> Различные типы конфигурирования и администрирования сети SpaceWire.....	87

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

<i>Агафонов Л. И.</i> Обеспечение электромагнитной совместимости и помехозащищенности при конструировании печатных плат.....	92
<i>Батталов Р. Р.</i> Информационное обеспечение и поддержка крупносерийного многономенклатурного производства кварцевых генераторов.....	94
<i>Ваврушко Е. В.</i> Пороговая дальность обнаружения объектов наблюдения по бликам, отраженным от оптических средств.....	98

<i>Дмитриев Д. В., Богачик Ю. Е.</i> Совмещение разноспектральных изображений в многоканальных оптико-электронных системах	99
<i>Карпиков С. Р.</i> Особенности проектирования оптических датчиков положения для автоколебательных микромеханических акселерометров	101
<i>Клементьев А. А.</i> Моделирование конструкции средствами САПР	103
<i>Макарова А. В.</i> Применение программного комплекса T-FLEXDOCs для создания единой конструкторско-технологической базы данных предприятия	105
<i>Марьяненко В. С.</i> Выбор типа шагового двигателя для осветительной системы железнодорожного транспорта	109
<i>Пилосян А. В.</i> Обзор методов автоматической сегментации речевых сигналов	111
<i>Раковский В. В.</i> Синтез маршрутного технологического процесса на производстве с использованием экспертной системы, основанной на модели	115
<i>Свирид М. С.</i> Применение адаптивного кодирования для подавления паттерн-эффекта в общем случае	117
<i>Торопов Д. А.</i> Формирование аэродисперсной системы на основе термоокислительной деструкции материалов	119
<i>Тютина Т. Г.</i> Предварительная обработка изображений в прикладных телевизионных системах медицинского назначения	124
<i>Шварцман А. И.</i> Применение современных технологических решений сбора информации в системе конструкционной безопасности промышленных зданий и сооружений	127
<i>Шилов К. В.</i> Методы замены испытаний аппаратуры в целом испытаниями ее составных частей или образца	131
<i>Яндо Д. Д.</i> Контроль параметров электромагнитных реле	133

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

<i>Алексеев В. А.</i> Модели регрессионного анализа в задачах контроля функционирования технических средств	135
<i>Баранов Я. В.</i> Эффективная организация и управление фрагментами исходного кода	138
<i>Богданов В. В.</i> Система предварительной обработки данных гидроэкологического мониторинга	140
<i>Дубровская В. А.</i> Сравнительный анализ российских систем защиты информации	142
<i>Жукова С. А.</i> Моделирование и анализ временных рядов	147
<i>Иванова О. С.</i> Методы и алгоритмы обработки данных дистанционного зондирования Земли	151
<i>Колосова И. С.</i> Разработка и анализ критерия вращения в древовидной структуре данных с приоритетами элементов	156
<i>Кривец Н. В., Смолиенко Д. А.</i> Программный комплекс поддержки принятия решений в лабораторной диагностике энтеробактерий	159
<i>Михеева А. О.</i> Преобразование равномерного распределения в распределения других видов	161
<i>Михеева А. О.</i> Применение диаграмм рассеяния для анализа выборок значений котировок на рынке Forex за разные интервалы времени	165
<i>Петрин Н. А.</i> Обзор системы статического тестирования исходного кода SonarQube	169
<i>Петрин Н. А.</i> Система поиска дефектов в исходном коде: хранение правил	170
<i>Филиппова Е. В.</i> Автоматизация учета и распределения педагогической нагрузки на кафедре	172
<i>Шелест М. Н.</i> Программное средство для сравнения эффективности оценок смещения случайной величины	177
<i>Шкуратова А. В.</i> Исследование случайных потоков событий на основе диаграмм рассеивания	179
<i>Щепетин С. В.</i> Обзор методов функционального диагностирования на примере механической системы	182

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И БИОПОДОБНЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Баян А. А.</i> Преобразование сжатого цветного изображения в сжатое изображение с градацией серого без полноценного декодирования	185
<i>Мазайхина Д. В.</i> Основные технические параметры сигнала в многоканальном электромиостимуляторе	188
<i>Радченко О. Ю.</i> Разработка системы для оценки скорости распространения пульсовой волны методом сфигмографии	194

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>Выговский Д. Р.</i> Оценка влияния ОАО «Адмиралтейские верфи» на загрязнение атмосферного воздуха.....	199
<i>Контупенко Е. В.</i> Влияние центральной станции аэрации ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на окружающую среду.....	203
<i>Лебедь С. С.</i> Пластик. Экологическая проблема.....	206
<i>Мельников К. А., Шумикова Я. С.</i> Экологические аспекты освоения регионов Крайнего Севера	209
<i>Преснухина В. А.</i> Анализ деятельности локальных очистных сооружений ОАО «Адмиралтейские верфи»	212
<i>Устюжанин Н. В.</i> Анализ методов оценки движения в задаче интерполяции видеок кадров	216
<i>Ушаков В. А.</i> Программно-аппаратное автоматизированное рабочее место декана	220
<i>Черечукина В. С.</i> Современные технологии переработки и захоронения ТБО	224

ИННОВАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

<i>Абрамов П. В.</i> Суммирующий синтез, аналоговые синтезаторы	227
<i>Асенчик А. Ю.</i> Построение численного примера матричного уравнения второго порядка с совпадающими собственными значениями характеристического многочлена	229
<i>Афонькин Д. А.</i> Космология. Галактические нити: Великая стена «Геркулес – Северная Корона»	232
<i>Гайнуллин Р. А.</i> Последовательность Фибоначчи и Золотое сечение	235
<i>Геллер Ф. Д.</i> Методика внедрения установки синтеза водорода на автомобильном транспорте.....	238
<i>Дамизова Г. И.</i> Управление несоответствующей продукцией при производстве газоанализаторов	247
<i>Клюев М. А., Бормоткин И. В.</i> Математические методы в алгоритме шифрования RSA.....	250
<i>Кошелева А. С.</i> Преимущества применения видеосистемы с биометрической идентификацией личности в процессах контроля доступа на охраняемых объектах	252
<i>Куликов Д. А.</i> Многопараметрический статистический контроль технологического процесса контактной сварки	259
<i>Кургузилов Р. О.</i> Инструменты качества – источник организационного знания.....	264
<i>Курлов А. В.</i> Концепция внедрения инновации на предприятии	270
<i>Макеева А. А.</i> Анализ технического уровня новшества на основании показателей качества продукции.....	273
<i>Макимова О. Н.</i> Взрывы сверхновых звезд.....	279
<i>Махров Н. Г.</i> Проект сверхзвукового экранолета-амфибии «СЕА-13»	282
<i>Морозова А.</i> Методы сжатия информации: математическая постановка задачи	286
<i>Мурзич Г. В., Сербин А. А.</i> Расчет параметров пульсирующего воздушно-реактивного двигателя.....	289
<i>Осьмаков И. А.</i> Черные дыры. Механизм образования	291
<i>Петрашкевич Е. Э.</i> Повышение энергетической безопасности РФ за счет бытового преобразователя тепла	294
<i>Платонова Ю. Д.</i> Этапы внедрения организационной инновации	297
<i>Топчий А. С.</i> Нейтронные звезды	302
<i>Чабаненко А. В.</i> Система оценки показателей качества инновационных теплоэнергетических носителей.....	303

Научное издание

ШЕСТИДЕСЯТ СЕДЬМАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГУАП

Часть I
Технические науки

Сборник докладов

Ответственные за выпуск:
А. В. Бобович, В. Н. Соколова

Материалы публикуются в авторской редакции
Подготовка к печати *А. Н. Колешко*

Подписано к печати 10.10.14. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,07. Тираж 150 экз. Заказ № 509.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67