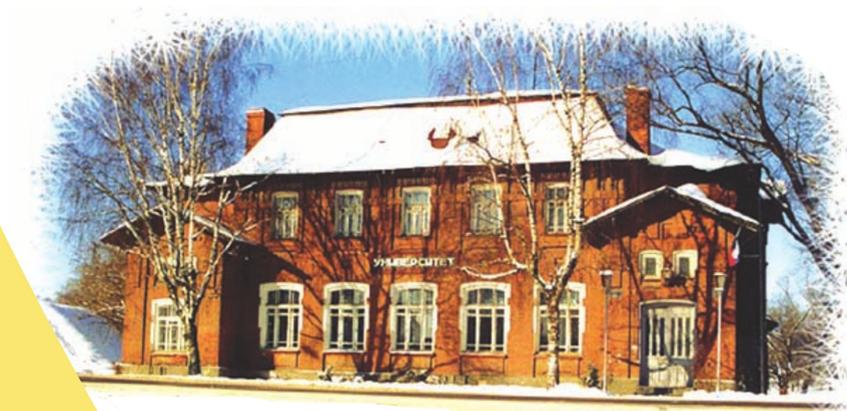


**ИНСТИТУТ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ—  
“УНИВЕРСИТЕТ ГОРОДА ПЕРЕСЛАВЛЯ”  
ИМЕНИ А.К. АЙЛАМАЗЯНА**



**НАУКОЕМКИЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**

**2009**

Институт программных систем —  
УГП имени А. К. Айламазяна

# Научёмки информационные технологии

Труды Молодежной конференции  
«Научёмки информационные технологии»,  
УГП имени А. К. Айламазяна,  
г. Переславль-Залесский, апрель 2009



Переславль-Залесский

УДК 519.71  
ББК 22.18

П78

**Научоёмкие информационные технологии** // Труды Молодежной научно-практической конференции «Научоёмкие информационные технологии», УГП им. А. К. Айламазяна, г. Переславль-Залесский, апрель 2009 / *Под редакцией С. М. Абрамова и С. В. Знаменского.* — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2009. — 372 с., ил.,  
Открытый доступ: <https://edu.botik.ru/proceedings/sit2009/pdf>.

**Science-intensive information technologies** // *Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university, April 2009 / Edited by S. Abramov and S. Znamenskij.* — Pereslavl-Zaleskij: “Pereslavl University”, 2009. — 373 p.  
Open access: <https://edu.botik.ru/proceedings/sit2009.pdf>.

В сборник включены статьи, представленные по направлениям: математические основы программирования, методы оптимизации и теория управления, математическое моделирование экономики, компьютерные сети и телекоммуникации, программное обеспечение для компьютерных и сенсорных сетей, программное и аппаратное обеспечение для суперЭВМ, обработка изображений и распознавание образов, методы разработки информационных систем, интеллектуальные системы в управлении, методы искусственного интеллекта, методы интеллектуального поиска и анализа информации, методы информатики в задачах энергосбережения, информационные системы в экономике.

Для научных работников, аспирантов и студентов, интересующихся современным состоянием фундаментальных исследований в области информатики и программирования.

*Конференция проводится при поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
и Института программных систем  
имени А.К. Айламазяна РАН*

В сборнике сохранены авторские орфография и оформление.

Институт программных систем —  
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2009

## Предисловие

В апреле 2009 г. на базе научно-образовательного комплекса Института программных систем Российской академии наук и Института программных систем — «Университета города Переславля» имени А. К. Айламазяна прошла Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Научеёмкие информационные технологии».

В сборник, который Вы держите в своих руках, включены лучшие из присланных на эту конференцию статей студентов, аспирантов и молодых научных сотрудников.

Сборник отражает последние достижения научной молодежи России в области информационных технологий по следующим научным направлениям:

- математические основы программирования;
- методы оптимизации и теория управления;
- математическое моделирование экономики;
- компьютерные сети и телекоммуникации;
- программное обеспечение для компьютерных и сенсорных сетей;
- программное и аппаратное обеспечение для суперЭВМ;
- обработка изображений и распознавание образов;
- методы разработки информационных систем;
- интеллектуальные системы в управлении;
- методы искусственного интеллекта;
- методы интеллектуального поиска и анализа информации;
- методы информатики в задачах энергосбережения;
- информационные системы в экономике.

Конференция показала, что студенты, аспиранты и молодые ученые вовлечены в серьезную научную деятельность, они проводят исследования по государственным и межгосударственным программам, по проектам фундаментальных исследований Российской академии наук, в рамках грантов отечественных и зарубежных фондов и компаний, по заказу городских предприятий.

Руками студентов и выпускников собирались суперкомпьютеры семейства «СКИФ» — «СКИФ К-500», «СКИФ К-1000», «СКИФ Siberia», «СКИФ МГУ», — нашедшие самое высокое признание в России и за рубежом.

Студенты и недавние выпускники участвовали в разработке и потом изготавливали тысячи устройств для суперкомпьютерных сервисных, сенсорных и региональных компьютерных сетей.

Студенты Университета города Переславля участвовали в создании технологии Интерин, в разработке и внедрении медицинских информационных систем в крупнейших медицинских учреждениях России: Медицинском центре Банка России, Национальном центре медицины Министерства здравоохранения Республики Саха (Якутия), Центральной клинической больнице РАО «РЖД», Центральной клинической больнице Российской академии наук, Российском кардиологическом научно-производственном комплексе Росздрава («Чазовский центр»), Клинической больнице и поликлинике Управления делами Президента Российской Федерации и др.

Все статьи, вошедшие в данный сборник, прошли многократное рецензирование, жесткий отбор и обсуждение. Процесс рецензирования и отбора был поддержан информационной системой UPIS, разработанной студентами 1–4 курсов университета под руководством профессора Знаменского Сергея Витальевича.

*Сергей Абрамов,  
д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН,  
ректор УГП имени А. К. Айламазяна,  
директор ИПС имени А. К. Айламазяна РАН*

А. О. Анпилогов

## Разработка программно-аппаратных средств беспроводных сенсорных сетей

Научный руководитель: чл.-корр. РАН С. М. Абрамов

Аннотация. Данная работа описывает разработку модуля сенсорной сети БМСС2. Этот модуль предназначен для создания беспроводной сети, в которой происходит считывание данных и управления ими для автоматизации технологических процессов. Это устройство будет использоваться в промышленной среде для обработки данных, полученных с электронных приборов.

### 1. Введение

Существует стандарт беспроводной связи IEEE 802.15.4. Он предназначен для создания надежных и недорогих беспроводных сетей с малым энергопотреблением для мониторинга и управления. Его особенностями являются возможность создания больших сетей (до 65536 узлов в сети), сравнительно небольшая скорость передачи данных (137 кбит/сек.) и низкое энергопотребление приёмопередатчиков. Данная работа посвящена проектированию и разработке модуля БМСС2, который основывается на базе ZigBee. Изделие предназначено для организации беспроводной сенсорной сети в промышленной промышленности.

### 2. Постановка задачи

Для проектирования модуля сенсорной сети БМСС2 требуется:

- (1) Произвести расчеты и подобрать компоненты для модуля БМСС2.
- (2) Разработать принципиальную схему БМСС2 в системе автоматического проектирования PCAD2002.
- (3) Развести печатную плату модуля в системе автоматического проектирования PCAD2002.
- (4) Развести различные виды антенн на печатной плате. Провести тестирование на дальность передачи.

### 3. Разработка принципиальной схемы БМСС2

Перед началом разработки принципиальной схемы БМСС2, необходимо заняться поиском подобных существующих устройств. Изучить какие компоненты были использованы при их создании. Рассмотреть технические описания микроконтроллеров и приемопередатчиков, выбрать те, чьи характеристики удовлетворяют нашим потребностям. Необходимо рассчитать электропотребление устройства в «спящем режиме».

Устройство состоит из следующих узлов:

- Интерфейс Botik Bus (BBus).
- Интерфейс RS-232 (RS232).
- Микроконтроллер AT91SAM7S64(МК).
- Приемопередатчик AT86RF230(ПП).
- Импульсный стабилизатор 3.3В(ИС1).
- Импульсный стабилизатор 1.8В(ИС2).
- Малопотребляющий PIC таймер(PIC).
- Антенный фильтр LDB212G4010C(АФ).
- Антенна.

Устройство разработано на платформе производителя Atmel. Для программирования, тестирования, внешнего управления и получения статистики от микроконтроллера предусмотрены разъемы интерфейса Botik Bus и RS-232. Микроконтроллер и приемопередатчик питается от импульсного преобразователя LM2936M 3.3В, а также от импульсного преобразователя TPS780 1.8В. Необходимость малопотребления всего устройства повлекло за собой использование двух стабилизаторов, которые в сумме потребляют около 101 мкА в «спящем режиме». Установлен малопотребляющий PIC16F627 таймер, позволяющий устройству работать в режиме «сна». Программно в регистре микроконтроллера перевели регулятор в режим low power, порты ввода и вывода переключили на вывод 0, отключили все внутренние PULL UP резисторы. Микроконтроллер взаимодействует с приемопередатчиком и является центром управления модуля БМСС2. Антенный фильтр применяют для поглощения лишних шумов и для точности радиочастоты.

#### 4. Проектирование печатной платы в PCAD2002

Двуслойная печатная плата БМСС2 была разведена с помощью утилиты РСВ. Были разведены печатные антенны для полной комплектации устройства БМСС2. Основное время было уделено тщательному расставлению компонентов и земли на плате. Земля на модуле разделена на 3 части: аналоговая, цифровая и кварцевая часть. Аналоговую и цифровую землю объединяем в одной точке «общей точке», которая располагается под микросхемой AT86RF230 и имеет вид «звезды». Земля кварцевой части отделена, для того чтобы помехи и шумы не повлияли на потерю частоты [1].

#### 5. Проведенные опыты с устройством

Опыт следующего типа: одно устройство принимает, другое передает. Условие окончания опыта: количество подтвержденных пакетов должно быть равно 2500. Передача от одного устройства выглядит следующим образом: передается пакет, если устройство не смогло по какой-либо причине передать пакет (либо не было подтверждения, либо канал занят) делает повторную попытку отправить сообщение. Количество попыток передать сообщение равно 3. Ведется статистика: количество попыток передать пакет, количество неподтвержденных попыток и количество принятых пакетов. Принимающее устройство работает по принципу, пришел фрейм увеличивает счетчик пришедших пакетов и читает фрейм.

ТАБЛИЦА 1. Проведенный опыт с антеннами

Виды антенн	кер.	1	2	3	4
Дистанция	50	50	50	50	137
Кол-во попыток	2500	2501	3945	2500	2512
Кол-во принятых пакетов	2500	2500	2647	2500	2504
Кол-во неподтвержденных	0	1	1445	0	12
Пропускная способность(КБит/с)	137	137	90	137	137

#### 6. Технические характеристики модуля БМСС2

Технические характеристики приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Технические характеристики модуля БМСС2

№	Характеристика	Параметры
1.	Компактный размер(мм)	(69 x 34.5)
2.	Низкая потребляемая мощность(Ватт)	0.05
3.	Диапазон частот(МГц)	(2400 ... 2483.5)
4.	Максимальная скорость(Кбит/сек)	(137)
5.	Выходная мощность(дБм)	(-17 ... 3)
6.	Чувствительность приемника(дБм)	(-101)
7.	Дальность передачи(м)	(70)
8.	Работает с интерфейсом	(RS-232 и Votik Bus)

## 7. Результаты

В результате выполнения работы были произведены расчеты модуля БМСС2, затем по ним были выбраны необходимые компоненты. Разработана принципиальная схема и разведена печатная плата модуля сенсорной сети БМСС2. Создано малопотребляющее устройство БМСС2. Разработаны антенны и протестированы с устройствами. Заказаны прототип печатной платы и антенн в компании «Резонит». На данный момент устройство находится на стадии тестирования.

### Список литературы

- [1] Найвельт Г.С. Источники радиоэлектронной аппаратуры. — 1-е изд. — М.: Радио и связь, 1986. ↑4
- [2] П.Хоровиц Искусство схемотехники. — 3-е изд. — М.: «МИП», 1986. ↑

A. O. Anpilogov. *Developing module of sensor net BMSS2* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 5–8. (*in Russian*).

ABSTRACT. This work describes module of sensor net BMSS2. This module is used for creating inwire net where data can be read and technological process is controlled. This construction will be used in industry for treatment of data that been received from electronic devices.

А. А. Ардентов

## Параллельные и последовательные алгоритмы и программы решения систем уравнений в задачах оптимального управления

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Ю. Л. Сачков

Аннотация. В статье описывается разработка параллельных и последовательных алгоритмов приближенного решения систем алгебраических уравнений, возникающих при решении задач оптимального управления. На основе алгоритмов созданы программы построения анимаций и вычисления оптимального синтеза в задаче Эйлера об эластиках. В дальнейшем описанные алгоритмы будут использоваться в разработке программ решения нильпотентной субримановой задачи с вектором роста (2,3,5).

### 1. Задачи оптимального управления и системы уравнений

Задачи оптимального управления относятся к теории экстремальных задач, то есть задач определения максимальных и минимальных значений. Некоторые из таких задач можно свести к решению системы уравнений. Рассмотрим задачу об эластиках, исследованию которой посвящены работы Л. Эйлера [1], М. Борна [2], а также [3]. Постановка задачи приведена далее в п. 2.1.

#### 1.1. Глобально оптимальные эластики Эйлера

В работе [3] описан алгоритм нахождения глобально оптимальной эластики. Задача была сведена к численному решению нескольких систем алгебраических уравнений вида:

$$(1) \quad q(\chi) = q_1, \quad \chi \in N, \quad q_1 \in M,$$

где трехмерное пространство  $N$  — прообраз экспоненциального отображения, а  $q(\chi)$  — параметризация эластик при фиксированном конечном времени  $t_1$  (длине эластики). Глобально оптимальной является та эластика, соответствующая данным граничным условиям, у которой величина упругой энергии будет глобально минимальной. Поиск глобально оптимальной эластики заключается в переборе конечного числа локально оптимальных эластик. Причем корни, соответствующие локально оптимальным эластикам, ищутся в заданных

ограниченных подобластях трехмерного пространства, прямоугольных параллелепипедах.

## 1.2. Локально оптимальные эластики Эйлера

Для того чтобы найти произвольную локально оптимальную эластику, необходимо ограничить область поиска таким образом, чтобы в этой подобласти была лишь одна эластика, удовлетворяющая заданным граничным условиям (1). В качестве параметра, задающего локально оптимальную эластику можно взять приближенную величину ее упругой энергии и область  $C_i$ , в которой следует искать корни системы уравнений.

## 1.3. Нильпотентная субриманова задача с вектором роста (2,3,5)

Системы алгебраических уравнений возникают также в нильпотентной субримановой задаче с вектором роста (2,3,5). Эта задача ставится следующим образом:

$$(2) \quad \begin{cases} \dot{x} = u_1(t)X_1(x) + u_2(t)X_2(x), \\ x(0) = x_0, \\ x(T) = x_1, \\ x \in \mathbf{R}^5, (u_1, u_2) \in \mathbf{R}^2, \end{cases}$$

где  $X_1, X_2$  — гладкие векторные поля, в каждой точке имеющие вектор роста (2, 3, 5). Система (2) доставляет локальную аппроксимацию пятимерных систем с двумерным линейным управлением общего вида.

Сведение задачи (2) к решению систем уравнений было получено в [4–6]. Но если в задаче Эйлера возникала система из трех уравнений, то в данной задаче система состоит из 5 уравнений. Таким образом, решение этих задач можно обобщить, сведя его к поиску корней системы алгебраических уравнений численными методами.

## 1.4. Особенности и проблемы систем уравнений

Для каждой задачи необходимо найти ограниченную область поиска с единственным искомым корнем внутри. Также зачастую возникает потребность в решении нескольких систем. То есть производится поиск нескольких точек, после чего с помощью некоторого критерия отбирается искомое значение корня. Ограниченная область, в

которой производится поиск, может быть не связной, поэтому поиск производится либо параллельно в связных областях, либо в псевдопараллельном режиме. В псевдопараллельном режиме поиск происходит поочередно в каждой связной области, для этого необходимо создать критерий, с помощью которого программа завершает поиск в одной связной области и начинает искать корень в другой.

### 1.5. Параллельные программы в системе gridMathematica

Для решения уравнений в данной работе использовалась система gridMathematica [7] — параллельная версия системы Mathematica [8]. gridMathematica — это технико-вычислительная параллельная система для решения сложных проблем науки, инженерии, финансовой сферы и делового анализа. Она предоставляет самую большую в мире коллекцию алгоритмов в одной интегрированной системе, оптимизированной для современных многопроцессорных машин, кластеров, грид-систем и суперкомпьютеров.

gridMathematica [7] состоит из набора ядер Mathematica [8]: одно ядро менеджера и пул рабочих ядер. Ядра Mathematica работают как образующий единое целое модуль, координирующийся менеджером и общающийся через технологию Mathematica's MathLink technology.

Для пользователей, которые знакомы с системой Mathematica, чтобы освоить систему gridMathematica, необходимо изучить принцип работы пакета Parallel Computing Toolkit [9], с помощью которого происходит связь между основным ядром и остальными узлами системы. Основное ядро обрабатывает входящие и исходящие данные, а также отвечает за составление графиков заданий. Им можно управлять с любого клиентского интерфейса системы Mathematica или используя командные файлы на локальном или удаленном компьютере. Пользователи могут запускать удаленные ядра (remote kernels) из основного ядра с помощью соединений на основе протоколов RSH или SSH. Сразу после запуска удаленного ядра, оно готово принимать команды, поступающие с основного компьютера.

Рассмотрим пример программы, которая демонстрирует некоторые механизмы распараллеливания вычислений. Эта программа на основном ядре создает  $k$  задач типа  $fun(i, 100)$ , после чего помещает их в очередь и рассылает вычислять на узлы (команда *Queue*). Во время вызова функции *Wait* главное ядро ожидает результатов выполнения вычислений с удаленных узлов. Функция *chkSl* запускает *nnodes* удаленных узлов из списка *avMachines*.

```

chkSl = Function[{nnodes, avMachines},
  If[Length[$$Slaves] != nnodes,
    $AvailableMachines = {};
    For[i = 1, i <= nnodes,
      AppendTo[$AvailableMachines, RemoteMachine[avMachines[[i]]]];
      ++i;
    ];
    LaunchSlaves[LinkHost -> "192.168.0.253"];
  ];
];

For[n = 1; times = {}; n <= 8,
  times = Append[times, n <> "nodes: " <> ToString[AbsoluteTiming[
    CloseSlaves[];
    chkSl[n, avMachines];
    RemoteEvaluate[
      fun = Function[{a, n}, Factor[Expand[(x^3 - x + a)^n]]];
    ];
  ];
k = 840;
  For[i = 0; pd = {}; i < k,
    pd = Append[pd, Queue[fun[i, 100]]];
    ++i;
  ];
  res = Wait[pd];
  ++n;
  ][[1]] <> "s.";
];
Print[times];

```

Результат выполнения программы:

```

{1nodes: 904.191188s.,
 2nodes: 453.402125s.,
 3nodes: 306.684497s.,
 4nodes: 359.843528s.,
 5nodes: 288.083183s.,
 6nodes: 161.209873s.,
 7nodes: 141.560466s.,
 8nodes: 126.670936s.}

```

Таким образом, в этом примере наблюдается эффективное распараллеливание решения множества независимых задач. Данный алгоритм обладает свойством масштабируемости (возможностью ускорения вычислений пропорционально числу процессоров).

## 2. Вычисление глобально оптимальных эластик Эйлера

### 2.1. Постановка задачи

В классическом вариационном исчислении и оптимальном управлении хорошо известна задача о стационарных профилях упругого стержня. Леонард Эйлер, впервые рассмотревший эту задачу в 1744 г., описал все возможные стационарные профили; они называются эйлеровыми эластками. Известно, что эластики параметризуются эллиптическими функциями. Однако задача оптимального управления оставалась нерешенной; одной из целей данной работы является ее исследование.

Подробнее, задача состоит в следующем. На плоскости даны точки  $(x_0, y_0)$  и  $(x_1, y_1)$ , и в каждой из точек закреплен некоторый вектор  $(v_0, v_1)$  соответственно). Требуется соединить точки гладкой кривой  $\gamma$ , выходящей из  $(x_0, y_0)$  с вектором скорости  $v_0$  и попадающей в  $(x_1, y_1)$  с вектором скорости  $v_1$ . В такой постановке задача имеет очень много различных решений. Наложим на кривую  $\gamma$  условие: потребуем, чтобы вдоль искомой кривой квадрат кривизны имел наименьший интеграл:

$$(3) \quad \int_{\gamma} k^2 dt \rightarrow \min .$$

Эта задача имеет простой физический смысл: рассмотрим упругий стержень с закрепленными концами и направлениями стержня в концах (держим стержень руками за концы), функционал имеет смысл упругой энергии. Какую форму примет стержень? Возможные формы, которые может принимать упругий стержень, открыл Эйлер, они называются эйлеровыми эластками. Однако заданным граничным условиям удовлетворяет не единственная эластика. Вопрос в том, как отобрать эластики, доставляющие решение нашей задаче.

### 2.2. Вычисление одной эластики

В работе [3] предложен алгоритм поиска глобально оптимальной эластики. Напомним основные этапы этого алгоритма:

- (1) Выбор двух случайных точек  $q_b, q_e$ .
- (2) Поиск корня методом хорд на точках  $q_b, q_e$ , результат —  $q_{i_1}$ .

- (3) Поиск корня методом Ньютона на точке  $q_{i_j}$ , результат —  $q_{i_{j+1}}$ . Если  $q_{i_{j+1}}$  искомый корень, то поиск завершается, возвращается результат. Если точка  $q_{i_{j+1}}$  находится дальше от корня, чем  $q_{i_j}$ , значит переходим к пункту (1). Иначе повторяем эту процедуру с точкой  $q_{i_{j+1}}$ .

Описанный алгоритм поиска оптимальной эластики основывается на методе случайного поиска. Поэтому время работы программы, реализующей этот алгоритм, зависит от начальных точек, которые задаются с помощью функции `Random`. Чем ближе к искомому корню выбрана пара случайных точек (начальное приближение корня), тем зачастую ближе к нему будет результат поиска методом хорд. Так как для вычисления следующего шага необходим результат предыдущего, то единственным способом распараллеливания является запуск итераций на узлах с разными точками в качестве начального приближения.

Распараллеливание производится по схеме, схожей с приведенной в качестве примера в предыдущем пункте. То есть для  $n$  узлов создаются и рассылаются  $n$  задач с основного узла. После того как один из узлов завершил вычисление (нашел искомый корень), результат вычисления передается на основное ядро. Алгоритм реализован в программной среде `gridMathematica`. После тестирования выяснилось, что программа хорошо работает на 2 узлах. На большем количестве узлов эффективность резко снижается (в таблице 1 приведены результаты решения 300 независимых задач, каждые из которых решаются параллельно).

ТАБЛИЦА 1. Серия из 300 тестов

Число узлов: $n$	Время работы программы: $t$ , с	Ускорение: $t_1/t$
1	20875	1
2	8624	2.4
3	7792	2.6
4	6596	3.1
5	6428	3.2
6	7167	2.9

### 2.3. Вычисление нескольких эластик

Для тестирования алгоритма, описанного в предыдущем пункте, создавался набор случайных точек, для которых необходимо найти оптимальные эластики. Так как алгоритм не является эффективным для большого количества узлов, то есть смысл реализовать алгоритм для параллельного поиска серии оптимальных эластик. Пусть имеется  $N$  точек, которым соответствуют  $N$  задач. Задачи по очереди рассылаются на узлы для вычислений. Как только какой-то узел завершил вычисление, результат пересылается за основное ядро. Если в очереди еще есть задачи, то на простаивающий узел посылается еще задача и так далее, пока задачи не закончатся. В этом случае распараллеливание происходит эффективно при любом количестве узлов (ускорение близко к линейному).

### 2.4. Создание фильма в параллельном режиме

Описанная в предыдущем пункте программа может быть применена для создания фильма с непрерывным движением второго конца элаستي. Иными словами набор состоит из последовательности точек на некоторой кривой  $q_1(s) = (x_1(s), y_1(s), \theta_1(s))$ . Несмотря на то, что реализованный параллельный алгоритм работает довольно эффективно, поставленная задача немного отличается от изначальной. Известно, что в большинстве случаев, если близки координаты второго конца элаستي, то близки и искомые корни решения системы уравнений. Таким образом, можно в качестве начального приближения задавать корень, вычисленный на предыдущем шаге. При этом время поиска сокращается в десятки раз. Но существуют точки, для которых не годится такого рода начальное приближение. Это — точки, в которые приходят несколько оптимальных эластик (точки Максвелла). Подмножеством таких точек являются точки, задаваемые уравнением  $P(x, y, \theta) = x \sin \frac{\theta}{2} - y \cos \frac{\theta}{2} = 0$ . Общая формула, с помощью которой можно было бы определить, является ли данная точка точкой Максвелла, не известна.

Рассмотрим алгоритм, который учитывает результат, полученный в предыдущем кадре. В последовательной версии, корни вычисляются по порядку, причем корень, полученный в предыдущем шаге, является первым приближением для вычисления текущего корня. Если при таком приближении корень не был найден, то следующим

начальным приближением является случайная точка из области допустимых значений. Заметим, что время счета при этом будет выше среднего и в таких точках необязательно знать предыдущий кадр. На рис. 1 показано время счета фильма из 400 кадров. Красным цветом обозначены точки, для которых  $P < 0$ , синим -  $P > 0$ . На стыке цветов, то есть в точках  $P = 0$ , корень считается дольше обычного в десять раз.

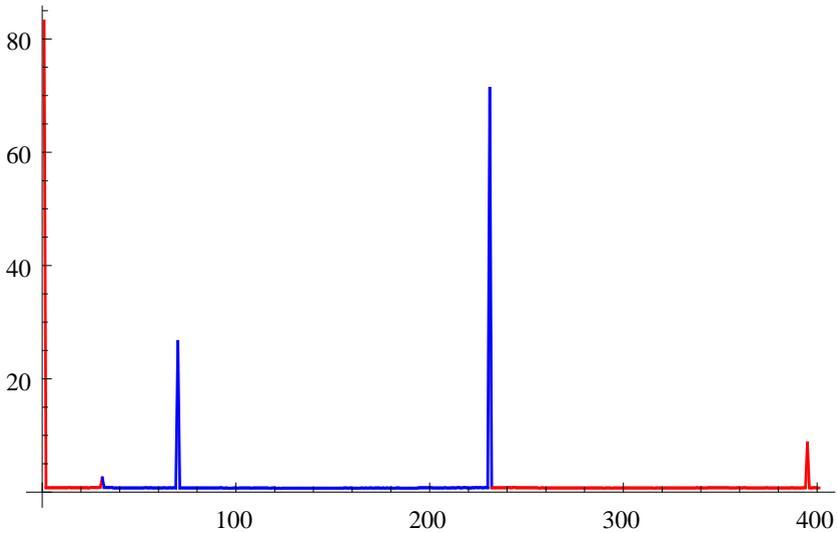


Рис. 1. Время вычисления кадров фильма

В параллельной версии программы на кривой выбирается набор точек, удовлетворяющих условию  $P = 0$ . Затем эти точки помещаются в очередь, после чего запускается параллельный счет. Причем первые точки, помещенные в очередь, вычисляются без информации о предыдущем кадре, в отличие от остальных. Поэтому после того как какой-то узел обработал точку  $q_i$  и выдал результат  $r_i$ , то в очередь помещается задача, соответствующая следующей точке  $q_{i+1}$  с начальным приближением  $r_i$ . И так далее, пока все точки не будут обработаны.

## 2.5. Результаты тестирования параллельной программы

Для описанных алгоритмов созданы программы, которые были протестированы на кластере «СКИФ Первенец-М». Кривая, на которой выбираются точки, задавалась с помощью функции с большим количеством точек типа  $P = 0$ . При таком типе входных данных количество отрезков, на которые разрезается кривая, достаточно велико. Следовательно, велико и число гранул параллелизма. Ниже приведена таблица 2, демонстрирующая эффективное распараллеливание алгоритма. В каждом испытании было измерено время работы программы  $t$ , с (см. рис. 2); по этим данным были вычислены ускорение времени работы программы  $a = t_1/t_i$  (см. рис. 3). Заметим, что в алгоритме используется метод случайного поиска, поэтому при повторных вычислениях возможны небольшие отклонения во времени выполнения алгоритма (см. ускорения для 6 и 7 узлов на рис. 3). В этом примере кривая задавалась следующей системой:

$$(4) \quad \begin{cases} x_1(s) = \frac{1}{2} \cos 2\pi s, \\ y_1(s) = \frac{1}{2} \sin 2\pi s, \\ \theta_1(s) = 50\pi s, \\ s \in [0, 1]. \end{cases}$$

Анимация глобально оптимальной эластики с граничным условием на кривой (4) содержится в файле [10].

ТАБЛИЦА 2. Серия из 1000 тестов

Число узлов: $n$	Время работы программы: $t$ , м	Ускорение: $t_1/t$
1	1374	1
2	693	1.98
3	467	2.94
4	355	3.87
5	297	4.63
6	214	6.42
7	188	7.31
8	173	7.94

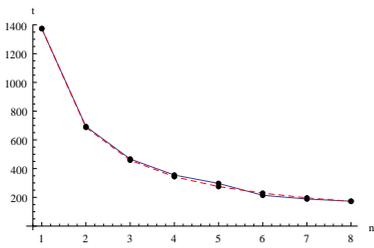


Рис. 2. Время

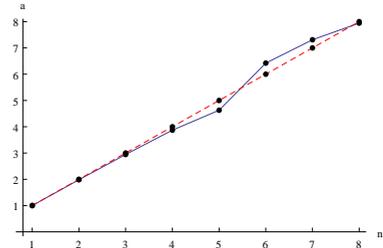


Рис. 3. Ускорение

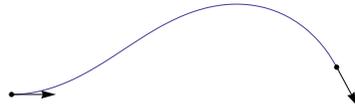
Но для произвольной кривой количество точек вида  $P = 0$  может быть не велико. Также данная кривая может содержать большое количество других точек разреза, для которых не известно аналитическое представление в виде формулы.

Отсюда возникает вероятность того, что на специальных входных данных алгоритм будет выполняться на 8 узлах примерно за такое же время, как на 1 узле. Если кривая не проходит через точки разреза, то параллельный алгоритм нет смысла использовать, так как такого типа фильм собирается за сравнительно небольшое время в последовательном режиме.

### 3. Вычисление деформации локально оптимальных эластик Эйлера

#### 3.1. Постановка задачи

Вернемся к начальной постановке задачи [3], то есть рассмотрим упругий стержень, который подвергается деформации. Для заданной деформации конечной точки  $(x_1(s), y_1(s), \theta_1(s))$  требуется вычислить деформацию всей элаستيку, оптимальной только локально (и не обязательно глобально). Именно такая деформация наблюдается при изгибе упругого стержня в руках. При непрерывном движении второго конца стержня упругая энергия меняется непрерывно. Следовательно, можно сопоставить такой деформации серию изображений с эластическими. Заметим, что у соседних эластик из этой серии величины упругой энергии будут близки, также как и формулы, которые задают функции, описывающие кривую.

Рис. 4.  $C_1$ Рис. 5.  $C_2$ 

### 3.2. Алгоритм создания фильма

Рассмотрим для начала кривые, которые не проходят через специальные точки, требующие трансформации формул для эластик. Для такого типа входных данных можно применить уже написанную программу. Но помимо кривой, которая задает движение второго конца эластике, необходимо задать начальное положение стержня, так как одним и тем же начальным условиям могут удовлетворять бесконечное количество эластик (локально оптимальных, см. рис. 4, 5).

Но если зафиксировать области поиска  $L_i$  и  $C_j$  и близкое значение упругой энергии эластике, тогда эластика находится однозначно.

### 3.3. Область успешной работы алгоритма, примеры

Но область успешной работы данного алгоритма довольно мала, так как множество точек, требующие трансформации формул для эластик, разбивает пространство входных значений на ограниченные подмножества. Фильмы, которые получаются (отдельные кадры см. на рис. 6, и полную анимацию в файлах [11], [12]), демонстрируют лишь небольшую деформацию стержня (например, поворот на угол  $\phi < \pi$ ). Возникает необходимость в обработке этих точек. Для этого необходимо понимать, как переходят друг в друга области  $L_i, C_j$ .

Помимо этого неизвестно, каким образом использовать напрямую в решении уравнений величину энергии, которая должна быть близка к искомой. Поэтому удобно передавать величины параметров из предыдущего кадра, которые являются хорошим приближением для искомым. Но при этом возникает сложность перевода параметров одной области в другую, тогда как энергия инвариантна относительно перехода между областями.

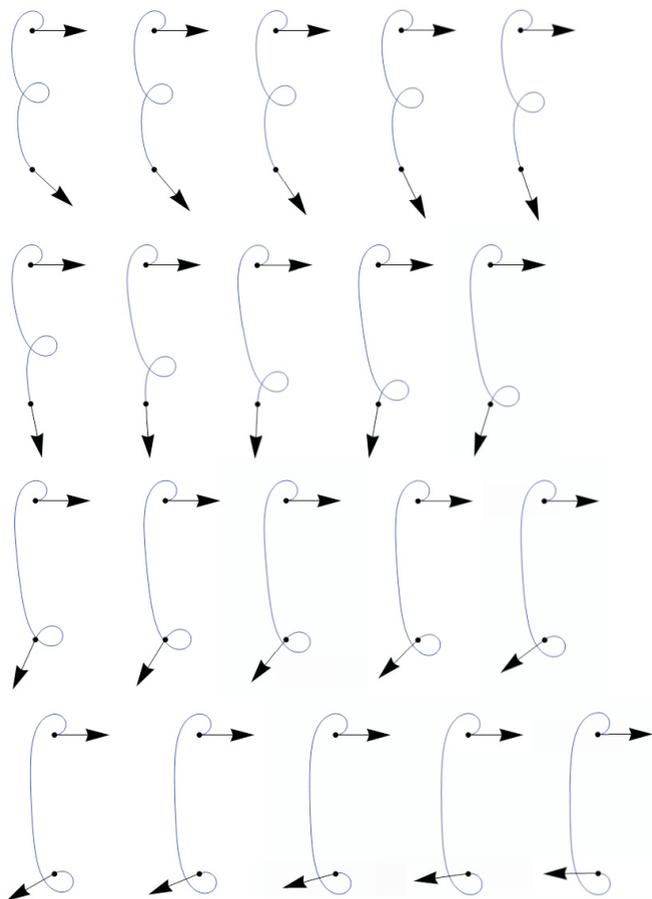


Рис. 6. Кадры фильма с локально оптимальной эластикой

### 3.4. Классификация проблемных точек

Рассмотрим точки, в которых необходимо изменить формулы, по которым вычисляется эластика. Первый тип таких точек был описан ранее, такие точки задаются уравнением  $P = 0$ , в них область  $M_+$  переходит в область  $M_-$  и наоборот. Для данной области была

создана функция, успешно обрабатывающая соответствующие переходы между областями  $M_+$  и  $M_-$  лишь для эластик с небольшой величиной упругой энергии.

Второй тип точек, в которых меняется тип формул, задается уравнением  $E = 1$ , иными словами это область  $C_3$ , граница разделяющая области  $C_1$  и  $C_2$ . Если до этого мы находились в области  $C_j$ , то следующие точки на кривой будут располагаться в области  $C_{3-j}$ . Также как и для первого типа точек изучены переходы для эластик с сравнительно небольшой упругой энергией.

В областях, где эластика заведомо не является глобально оптимальной, проблемные точки не были до конца изучены. Фильмы, описывающие прохождение через эти точки зачастую вычисляются некорректно. Также стоит отметить, что для стержня, у которого расстояние между концами близко к 1, корень уравнения ищется достаточно не устойчиво.

Этот алгоритм не представляется возможным эффективно распараллелить, так как для вычисления кадра на кривой, необходимо знать выходные данные, полученные для предыдущей точки. Зато для успешной обработки проблемных точек необходимо производить довольно большое количество тестирований, которые можно производить параллельно.

#### 4. Выводы

Получены следующие результаты:

- разработаны параллельные и последовательные алгоритмы приближенного решения систем алгебраических уравнений, возникающих при решении задач оптимального управления;
- созданы программы построения анимаций и вычисления оптимального синтеза в задаче Эйлера об эластике.

В дальнейшем описанные алгоритмы будут использоваться в разработке программ решения нильпотентной субримановой задачи с вектором роста (2,3,5).

#### Список литературы

- [1] Эйлер Л. *Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума или минимума, или решение изопериметрической задачи, взятой в самом широком смысле* // Приложение I, «Об упругих кривых». — Москва-Ленинград: ГТТИ, 1934, с. 447–572. ↑1

- [2] Born M. *Stabilität der elastischen Linie in Ebene und Raum* // Preisschrift Und Dissertation. — Т. 1. — Göttingen: Dieterichsche Universitäts-Buchdruckerei, 1906, с. 5–101. ↑1
- [3] Ардентов А. А. *Множество разреза в задаче Эйлера об эластике* // Материалы XII научной студенческой конференции университета города Переславля им. А.К. Айламазяна. — г. Переславль-Залесский: Издательство УГП, 2008. ↑1, 1.1, 2.2, 3.1
- [4] Сачков Ю. Л. *Дискретные симметрии в обобщенной задаче Дидоны* // Мат. Сборник. — Т. 197,2, 2006, с. 95–116. ↑1.3
- [5] Сачков Ю. Л. *Множество Максвелла в обобщенной задаче Дидоны* // Мат. Сборник. — Т. 197,4, 2006, с. 123–150. ↑
- [6] Сачков Ю. Л. *Полное описание стратов Максвелла в обобщенной задаче Дидоны* // Мат. Сборник. — Т. 197,6, 2006, с. 111–160. ↑1.3
- [7] <http://wolfram.com/products/gridmathematica/>. ↑1.5
- [8] <http://wolfram.com/products/mathematica>. ↑1.5
- [9] <http://documents.wolfram.com/applications/parallel/>. ↑1.5
- [10] <http://www.botik.ru/PSI/CPRC/sachkov/GROUP/rotates.avi>. ↑2.5
- [11] <http://www.botik.ru/PSI/CPRC/sachkov/GROUP/pi.avi>. ↑3.3
- [12] <http://www.botik.ru/PSI/CPRC/sachkov/GROUP/2pi.avi>. ↑3.3

A. A. Ardentov. *Sequential and parallel algorithms and programs for approximate solving systems of algebraic equations in control theory problems* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 9–22. (*in Russian*).

ABSTRACT. The article describes development of sequential and parallel algorithms to obtain an approximate solution of systems of algebraic equations. These equations appear in solving control theory problems. Programs which construct animations and compute optimal synthesis for Euler’s problem was created on basis of algorithms. The algorithms will be used to develop programs to solve nilpotent sub Riemannian problem with growth vector (2,3,5).

А. Н. Базаркин

## Основные принципы построения темпоральных реляционных моделей данных

Научный руководитель: к.т.н М. И. Хаткевич

Аннотация. Данная статья представляет собой краткое введение в проблематику теории построения темпоральных реляционных баз данных. В статье представлен небольшой экскурс в историю проблемы, сформулированы определения основных понятий, выполнен краткий обзор основных типов темпоральных баз данных. В статье предлагается общая классификация методов проектирования темпоральных реляционных моделей данных, а также на основе изученного материала формулируются основные принципы построения темпоральных реляционных моделей данных.

### 1. Введение

В настоящее время на рынке информационных технологий наблюдается уверенная тенденция роста объемов хранилищ данных при снижении их стоимости. Проблема экономии дискового пространства перестает быть актуальной, в связи с чем особый интерес приобретают так называемые темпоральные базы данных (ТБД). Весьма актуальной областью исследований становятся формальные модели данных, ориентированные на хранение темпоральных данных, а также формальные семантики, обеспечивающие взаимосвязь хранимых объектов и атрибутов времени [1].

Традиционные модели данных обеспечивают хранение мгновенного снимка объектов модели предметной области, обычно текущего. Они поддерживают операции изменения, которые приводят к последовательному переходу от одного состояния базы данных (БД) к другому. Любое изменение объекта в базе данных приводит к тому, что предыдущее состояние объекта становится недоступным. В таких моделях предполагается, что запись и извлечение данных — процессы синхронные, то есть информация, хранимая в БД, актуальна на момент выполнения запроса.

В отличие от традиционных систем, темпоральные модели данных (ТМД) позволяют сохранить информацию об эволюции объектов

предметной области: для любого объекта, который был создан в момент времени  $T_1$  и закончил свое существование в момент времени  $T_2$ , в БД будут сохранены все его состояния на временном интервале  $[T_1, T_2]$ . Таким образом, в ТБД при каждом изменении состояния объекта будет сохраняться новая запись в БД [2].

Под «темпоральностью» следует понимать явную или неявную связь объекта с определенными датами или промежутками времени. В самом широком смысле, темпоральные данные — это данные, которые могут изменяться с течением времени. Под ТМД подразумевается модель данных, ориентированная на хранение темпоральных данных. Таким образом, темпоральная база данных — это БД, построенная на основе темпоральной модели данных и содержащая темпоральные данные.

## 2. Постановка задачи и обоснование актуальности

Несмотря на то, что многие приложения успешно функционируют на основе традиционных систем управления базами данных (СУБД), существующих возможностей явно недостаточно для информационных систем, динамика изменения информации в которых является одним из ключевых моментов, например, для систем поддержки принятия решений, аналитических систем на основе OLAP технологий. Существует множество прикладных областей, где требуется не только восстановление более ранних состояний базы данных на определенную дату в прошлом, но и создание состояний базы данных на момент времени в будущем (например, задачи планирования). При этом зачастую темпоральные возможности в этих приложениях рассматриваются как некоторые специальные возможности, несмотря на то, что темпоральность должна быть интегрированной частью любой модели данных. Примерами таких типов приложений могут служить финансовые информационные системы (история изменения данных рынка), страховые информационные системы (периоды действия полиса), медицинские информационные системы (записи о пациенте) и системы поддержки принятия решений (прогнозирование будущих показателей). На практике очень трудно найти приложения, которые бы не оперировали темпоральной информацией [3].

В настоящее время на рынке баз данных практически отсутствуют коммерческие СУБД, обладающие полноценными темпоральными возможностями [8]. Для работы с темпоральными данными, как правило, требуется разработка специальных средств и расширение

существующих моделей. Таким образом, вопрос построения ТМД в настоящее время, несомненно, является достаточно актуальным. Теория проектирования ТМД является вполне самостоятельной областью исследований. Однако немногие разработчики приложений осведомлены о том, что многие актуальные проблемы разработки темпоральных приложений изучены, сформулировано множество подходов и методик реализаций различных типов темпоральности [4].

Первые идеи реализации ТМД появились в начале 80-х годов прошлого века в работе Якова Бен-Зви (Jacob Ben-Zvi) в 1982 году [5]. Позже в 80-е гг. начали появляться работы по темпоральной логике и использованию данных, зависимых от времени, их представлению внутри системы и визуализации для пользователя. С тех пор предлагались различные модели, создавались прототипы систем темпоральных баз данных [6]. Одним из ключевых периодов в области исследований темпоральных баз данных, временем ее «официального» представления, можно считать 1992-1993 гг., когда Ричардом Снодграсом (Richard Snodgrass) была предложена идея темпорального расширения стандарта языка запросов к реляционным базам данных SQL-92 [7].

Активными исследованиями в области проектирования ТБД на основе реляционных СУБД занимается интернациональный научный центр TimeCenter. Основной задачей центра является продвижение концептуальных теорий и идей ТМД на практике. В состав центра входит более 30 специалистов в этой области. К настоящему времени существует более 2000 работ, написанных по теме проектирования ТМД за последние 20 лет, однако в отечественной литературе данный вопрос освещен крайне слабо.

При подготовке данной обзорной статьи был изучен ряд работ зарубежных и отечественных авторов, отраженных в списке литературы; выделены основные понятия и методики, на базе которых были сформулированы основные принципы построения темпоральной реляционной модели данных.

### 3. Основные понятия

В процессе развития теории ТМД было выделено три группы независимых (ортогональных) понятий [9]:

- Типы темпоральных данных.
- Типы времени.

- Темпоральные запросы.

Эти понятия встречаются в любом прикладном приложении, где существует зависимость данных от времени. В свою очередь каждое из этих понятий состоит из трех ортогональных элементов.

Исследователями ТМД выделяется три фундаментальных типа темпоральных данных [9]:

- Момент времени (instant) (событие, которое произошло или произойдет в определенный момент времени, например, сейчас или 1 августа 2009 года в 13.40).
- Интервал времени (interval) (длительность временного отрезка, например, 2 года).
- Период времени (period) (конкретный отрезок времени, например, с 23 апреля 2007 года по 1 августа 2009 года).

Исследователи в области ТМД выделяют три фундаментальных типа времени [9]:

- Время, определяемое пользователем (user defined time) (не интерпретируемое время).
- Модельное время (valid time) (время, в течение которого факт в моделируемой реальности является актуальным).
- Транзакционное время (transaction time) (время физической регистрации факта в БД).

Данные, представленные в БД, можно рассматривать как некоторое отражение текущего состояния действительности в моделируемой реальности, где каждая запись может являться некоторым фактом, являющимся истинным в определенный момент времени. В случае ТБД для каждого факта указывается тот промежуток времени, когда этот факт являлся истинным в моделируемом мире, представленном в БД. Подобное представление времени, когда с данными связывается промежуток времени их актуальности (с точки зрения моделируемого мира), называется модельным или действительным (valid) временем [8].

Другим типом линии времени в теории ТБД является транзакционное время. В любой СУБД каждой записи БД можно сопоставить некоторый промежуток времени, когда данная запись была представлена в БД, то есть промежуток времени между моментами создания и удаления записи в БД [8].

Существует три базовых типа темпоральных запросов [9]:

- Текущие (current) (на текущий момент времени).
- Последовательные (sequenced) (в каждый момент времени).
- Произвольные (non sequenced).

Для каждого момента времени вычисляется реляционный подзапрос, например, «какую зарплату получает каждый из сотрудников?», после чего к общему результату добавляются результаты этих подзапросов с учетом интервалов истинности. Подобная семантика «последовательной» интерпретации реляционных запросов называется последовательной. Однако на основе этой семантики невозможно сформировать запрос, который требует сравнения нескольких последовательных моментов времени. К таким запросам можно отнести большинство запросов, включающих агрегационные функции «во времени», например, «вывести среднюю заработную плату сотрудника за все периоды времени». Поэтому была предложена конструкция запросов произвольного доступа к темпоральным данным, которые предоставляют возможность самостоятельно сформулировать необходимый запрос, накладывая ограничения на системный темпоральный столбец [8]. Как показывает практика, наиболее востребованные запросы — это последовательные, для которых абсолютно отсутствует поддержка в SQL-92. На практике написание запросов для получения последовательных выборок, как правило, является весьма сложной задачей.

Как уже было описано выше, темпоральная база данных — это база данных, построенная на основе ТМД и содержащая темпоральные данные. Однако следует отметить, что не все данные можно назвать темпоральными в полном смысле этого слова, несмотря на то, что они могут быть явным образом связаны с атрибутами времени. Так, добавления атрибута «Дата рождения» к таблице «Сотрудники» не придаст этой таблице свойства темпоральности, поскольку дата рождения является, скорее, неизменяемым во времени атрибутом. Таким образом, предполагается, что темпоральная база данных работает с данными, природа которых изменчива с течением времени. Другими словами, эти базы данных и содержащиеся в них данные могут рассматриваться как темпоральные только в том случае, если известно правило интерпретации временных меток и интервалов для конкретной системы управления базами данных [8].

Согласно определению, понятие ТМД включает в себя три основные компоненты: темпоральная структура данных, темпоральные

ограничения целостности и темпоральные запросы, реализация которых в рамках реляционных моделей данных является отдельной серьезной темой для исследований.

#### **4. Основные типы и особенности темпоральных баз данных**

Три типа времени порождают различные типы баз данных [9].

Актуальная БД (Snapshot database) не поддерживает ни действительное, ни транзакционное время. Для этого вида БД не существует возможности просмотра предыдущего состояния после того, как транзакция завершена. Также отсутствует возможность различать периоды актуальности данных в моделируемом мире и время их физического внесения или удаления в БД.

Историчная БД (Historical database) хранит историю изменений сущностей относительно линии модельного времени. Историчные БД требуют наличия более сложного языка запросов, обеспечивающего выборку данных на определенное состояние БД. Для операций изменения требуется явно указывать, к какому из состояний БД необходимо применить изменения.

Транзакционная БД (Rollback database) обеспечивает поддержку транзакционного времени, что делает возможным откат состояния БД на определенный момент времени в прошлом. Этот тип базы данных фиксирует все ошибки и обеспечивает возможность для полноценного аудита данных.

Битемпоральная БД (Bitemporal Databases) хранит как действительное, так и транзакционное время и сочетает в себе свойства обоих типов БД. Этот тип БД позволяет изменять данные в прошлом, так как доступны полные истории изменений и оригинальные значения атрибутов.

#### **5. Классификация принципиальных подходов к реализации темпоральной базы данных**

Модифицирование реляционной модели данных для поддержки темпоральных данных означает также, что изменения также производятся и в СУБД. Однако устройство большинства СУБД представляет собой «черный ящик», изменения в котором не представляются возможными. Поэтому основные способы обеспечения поддержки темпоральных данных заключаются в поддержке темпоральной

функциональности на уровне приложения, а также в развитии реляционной модели данных до темпоральной. Фактически, существует четыре различных способа реализации ТБД [10].

### **5.1. Реализация темпоральной поддержки в приложении**

Метод реализации темпоральности на уровне приложения предполагает разработку специальных средств поддержки темпоральности на уровне приложения. Однако на практике данный подход приводит к существенным проблемам, например, когда требуется изменить или заменить часть кода в приложении. Темпоральная семантика в таком случае проектируется каждым разработчиком заново. Темпоральная логика, реализованная на уровне приложения, может быть удобным сиюминутным решением, но не дальновидной стратегией проектирования ИС.

### **5.2. Использование абстрактных типов для времени**

С помощью абстрактных типов данных (АТД) могут быть определены некоторые новые структуры данных, например, набор интервалов времени и операций вычисления, объединения, пересечения в рамках этих интервалов [11]. В конечном счете, АТД могут быть использованы для построения темпоральной семантики в прикладных программах. Одним из основных недостатков этого подхода является тот факт, что СУБД не может использовать специальные семантики времени, например, для оптимизации поиска темпоральных данных. Расширение функциональности СУБД за счет использования АТД приобретает смысл в тех ИС, где дополнительная функциональность касается только части данных либо она очень специфична. Однако на практике темпоральные данные и темпоральные операции обычно не ограничиваются небольшой частью данных и не обладают особой спецификой. Фактически, в большинстве современных приложений достаточно большая часть данных является темпоральными.

### 5.3. Расширение нетемпоральной модели данных

Расширение нетемпоральной модели данных до темпоральной модели означает, что для спецификации темпоральных понятий используются основные концепции, поддерживаемые нетемпоральной моделью данных. В тех случаях, когда нет возможности выразить некоторые понятия средствами нетемпоральной модели данных, вводятся новые понятия. Язык запросов и алгебра расширяются дополнительными операциями для того, чтобы иметь возможность описывать темпоральные операции объединения или выбора данных. В результате возникает так называемая темпоральная алгебра. Этот подход расширения схемы и языка запросов подходит как для реляционной модели данных ([12]), семантической модели данных, так и для объектной модели данных [10]. На практике этот подход расширения схемы данных наиболее широко используется для определения ТМД. Его преимущество состоит в том, что требуется изменение лишь отдельных частей модели, таких как, например, язык запросов или ограничения целостности. Метод доступа к информации и структура данных остаются без изменений. Из этого преимущества, тем не менее, напрямую вытекает и основной недостаток подхода. Из-за повторного использования существующих понятий нетемпоральной модели данных, ТМД автоматически наследует ограничения нетемпорального родителя.

### 5.4. Обобщение (генерализация) нетемпоральной модели

Более перспективным способом построения ТМД является обобщение (генерализация) модели данных. Все три компоненты модели (структура данных, операции и ограничения целостности) должны быть обобщены. При неизменной структуре данных типы или схемы объектов не просто расширяются, а вводится новое, простое и ортогональное понятие, которое не зависит от каких-либо типов данных. Проще говоря, это означает, что оно должно быть удобнее в использовании и достаточно выразительным, чтобы помечать различные единицы информации темпоральными метками. Ортогональность в этом контексте означает, что понятие не ограничено особенными конструкциями модели данных, например, кортежами или атрибутами.

Два первых подхода не предполагают каких-либо изменений в СУБД. За основу берется система «как есть», и все наработки и внедрения производятся разработчиком приложения. Два других подхода могут быть реализованы только за счет изменений в СУБД. В настоящее время только два первых подхода могут быть использованы на практике. К сожалению, до сих пор не реализовано полноценной успешной темпоральной СУБД и с трудом может быть разработан прототип такой системы. Предложено множество ТМД, но очень немногие из них внедрены на практике [8].

## 6. Особенности реализации темпоральной модели данных

Предположим, что имеется таблица, для каждой записи которой необходимо определить даты начала и окончания актуальности. Например, это может быть таблица должностей сотрудников в учреждении — PERSON\_APPOINTS (PERSON\_ID, APPOINT\_ID). В таблицу добавляется два поля FROM\_DATE и TO\_DATE, которые позволяют получить больше интересных и актуальных запросов, чрезвычайно усложняя ранее безвредные конструкции, такие как первичные и внешние ключи. Добавленные поля в терминах ТБД являются модельным временем, определяющим даты актуальности записи в моделируемом нами мире.

Без атрибутов актуальности записи первичный ключ оригинальной таблицы представлял собой пару (PERSON\_ID, APPOINT\_ID), однозначно определяющей одну строку в таблице. С добавлением дат актуальности записи определение первичного ключа дополняется условием уникальности в определенный момент времени. В итоге традиционный первичный ключ в SQL перестает быть адекватным для темпоральных таблиц.

Как было отмечено выше, СУБД основаны на модели данных, определяющей конструкции и формализм, с помощью которых все данные могут быть описаны, модифицируемы и извлекаемы универсальным способом. Модель данных поддерживает набор понятий для описания структуры данных, ограничений целостности, выборки и модификации. Как известно, модель данных  $M = (DS, OP, C)$  состоит из трех компонент: структура данных  $DS$ , операции  $OP$  и ограничения целостности  $C$ . Темпоральная модель данных  $MT =$

(*DST, OPT, CT*) должна поддерживать все понятия, входящие в каждую из трех компонент, с учетом изменений данных во времени. Алгебра и операции модификации должны быть переопределены, используя темпоральную семантику [10]. Дополнительно, для каждого ограничения целостности в нетемпоральной модели данных  $M$ , темпоральная модель данных  $MT$  должна поддерживать темпоральную версию. Семантика темпоральных ограничений целостности также должна быть переопределена.

## 6.1. Модификация данных в темпоральной модели

Как и запросы, в ТБД модификации могут быть трех типов: текущие, последовательные и произвольные [9]. Модификации в ТМД осложняются тем, что могут порождать разрывы или наложения временных интервалов или периодов, что нарушает понятия об ограничениях целостности и первичных ключах. Таким образом, любые модификации должны гарантировать целостность данных, полноту и непротиворечивость.

### 6.1.1. Текущие модификации в БД

Удаление для текущего состояния БД представляет собой обновление даты актуальности записи и пометку записи как удаленной. При обновлении записи в общем случае должна быть создана новая запись в БД, периодом актуальности которой является промежуток от текущего момента, не ограниченный верхней границей. Также требуется закрытие периода актуальности текущим моментом времени у предыдущей записи и, в общем случае, обновление всех записей, период актуальности которых пересекается с периодом добавляемой записи.

### 6.1.2. Последовательные модификации в БД

Последовательные модификации предполагают обновление записи в некоторый период в прошлом, то есть границы актуальности этого периода на оси модельного времени располагаются до настоящего момента. В общем случае, перед тем как добавлять запись, необходимо убедиться, удовлетворяются ли условия уникальности и ссылочной целостности для данной записи. Должна быть выполнена проверка на существование записей-дублей для указанного периода,

проверка на наличие ссылок, актуальных с даты начала добавляемого периода, в других таблицах. Записи проверяются на наличие разрыва временной оси в результате планируемых модификаций. В общем случае, для того, чтобы выполнить удаление или обновление записи для состояния БД в прошлом или будущем, необходимо создать новую запись с соответствующими датами актуальности, обновить периоды актуальности записей таким образом, чтобы была обеспечена непрерывность линии времени, а также, если потребуется, удалить записи, который входят в период актуальности удаленной записи.

### 6.1.3. Произвольные модификации в БД

Произвольные модификации встречаются довольно редко и достаточно сложны в реализации. Например, произвольным обновлением является обновление записи в прошлом — изменение некоторого периода актуальности на некоторый период времени. Произвольные изменения оперируют темпоральными данными произвольным образом, являются достаточно редкими и должны рассматриваться отдельно в каждом конкретном случае [8].

## 6.2. Темпоральные первичные ключи

Для таблиц с темпоральной поддержкой также требуется модификация состава первичных ключей (ПК) — необходимо включить в них темпоральные атрибуты. Для таблицы PERSON\_APPOINTS значение пары атрибутов (PERSON\_ID, APPOINT\_ID) уникально в любой момент времени. После добавления темпоральных атрибутов в таблице может быть несколько записей с одинаковым значением пары атрибутов (PERSON\_ID, APPOINT\_ID). Для того, чтобы исключить такую возможность, в набор атрибутов ПК (PERSON\_ID, APPOINT\_ID, FROM\_DATE) может быть включен темпоральный атрибут FROM\_DATE. Также в состав ПК могут быть добавлены дата окончания или пара атрибутов (FROM\_DATE, TO\_DATE), однако ни один из трех вариантов не удовлетворяет требованиям ПК. Проблема возникает в том случае, когда происходит пересечение периодов для одого и того же значения PERSON\_ID. Для того, чтобы гарантировать уникальность пары (PERSON\_ID, APPOINT\_ID) в любой момент времени, необходимо использовать так называемое последовательное ограничение для каждого момента времени. Данный тип темпорального ПК реализуется стандартными средствами SQL

и представляет собой SQL-выражение, осуществляющее проверку на уникальность набора атрибутов [10].

### 6.3. Уникальность

Условия уникальности в ТМД также имеют особенности. Две записи в случае текущих модификаций называются эквивалентными, если значение их нетемпоральных атрибутов идентичны [9]. Интуитивно это означает, что одна запись в таблице PERSON\_APPOINTMENTS, относящаяся к одному работнику, не может быть продублирована позже. В случае последовательных модификаций две записи считаются дублями, если они являются дублями в некоторый момент времени. Интуитивно это следует понимать, как «работник не может иметь несколько одинаковых позиций за один и тот же период». Однако в ТМД это ограничение может быть легко нарушено добавлением очередной записи, период актуальности которой отличается, например, на один день от предыдущей. В случае последовательных модификаций в БД необходимо использовать так называемые последовательные ограничения [10], которые должны обеспечивать уникальность записей с учетом наложений и пересечений периодов актуальности. Эти ограничения реализуются средствами SQL и представляют собой SQL-выражение, осуществляющее проверку.

### 6.4. Ограничение целостности

Темпоральные ограничения ссылочной целостности в ТМД также имеют некоторые особенности. В общем случае может быть рассмотрено четыре различные ситуации в зависимости от того, для каких таблиц реализована темпоральная поддержка. В случае, если ни одна из таблиц БД не является темпоральной, а также в случае, когда темпоральной таблице является только ссылающаяся таблица, ограничения целостности реализуются традиционными нетемпоральными конструкциями SQL. Иная ситуация возникает в тех случаях, когда таблица, на которую указываются ссылки, является темпоральной, либо все таблицы БД являются темпоральными. Ситуация в

этом случае осложняется тем, что реализация темпоральности может порождать различные наложения периодов и разрывы временной оси. Таким образом, потребуются использование понятия темпоральных ключей и темпоральной уникальности записей. Также следует отметить, что для каждого из типов запросов (текущий, последовательный, произвольный) существует отдельный тип ограничения целостности, имеющий свои особенности [9].

### 6.5. Темпоральная алгебра и логика

Темпоральная алгебра может быть получена из реляционной алгебры путем расширения ее пяти базовых операций и добавлением отдельных темпоральных операторов. Темпоральная алгебра основана на темпоральной логике [9].

### 6.6. Нормальные формы

Актуальным направлением в теории ТМД является исследование вопроса соответствия темпоральных моделей нормальным формам. В результате реализации темпоральной поддержки в существующей модели данных встает вопрос наследования свойств при переходе от нетемпоральной модели к темпоральной. Данный вопрос является достаточно важным, поскольку во многом определяет такие свойства как целостность, избыточность и полноту, а также быстрдействие запросов к БД [9].

## 7. Выводы

Время является одним из главных аспектов, характеризующих многие явления реального мира. Способность моделирования этого темпорального измерения в реальном мире имеет большое значение. Темпоральными базами данных являются базы данных, включающие в себя особую поддержку временного фактора, а также возможности для хранения, извлечения и обновления темпоральных данных. Темпоральная модель данных — это модель данных, ориентированная на хранение темпоральных данных, все аспекты которой также должны быть темпоральными.

Для реализации темпоральных возможностей в рамках ИС программистам, как правило, приходится разрабатывать специальные средства, расширяющие и дополняющие существующие реляционные

модели. Весьма распространенной проблемой разработки таких приложений является отсутствие полного понимания того, каким образом и на каком уровне должна быть осуществлена поддержка темпоральности в БД. Многими разработчиками, реализующими темпоральность в ИС, не учитывается тот факт, что за несколько десятилетий существования данной области исследований накоплено множество различных подходов и методик, изучение которых помогло бы избежать многих традиционных ошибок и заблуждений.

В настоящее время на рынке коммерческих баз данных практически отсутствуют СУБД, обладающие полноценными темпоральными возможностями [8]. Единственным наиболее перспективным решением в сложившейся ситуации может быть построение ТМД в рамках расширения реляционной модели. Понятие ТМД включает в себя темпоральные структуры данных, темпоральные ключи и ограничения целостности, а также темпоральные запросы [9].

В данной работе представлено краткое введение в проблематику темпоральных баз данных, раскрыты основные понятия и подходы к построению ТМД. Исследования в области ТМД являются достаточно перспективными и востребованными. Сообщество по изучению данной проблемы включает в себя несколько сотен исследователей, которыми было написано порядка 2000 работ за последние десятилетия. Некоторые из этих работ представлены в списке используемой литературы и были использованы при подготовке данной обзорной статьи.

## Список литературы

- [1] Clifford J. A model for historical databases. — New York University: Center for Research on Information Systems, 1982. ↑1
- [2] Сергеев Г. Методы индексирования исторических данных, Эл. ресурс: <http://www.chair36.msiu.ru/science/science/articles/3/html/node54.html>. ↑1
- [3] Snodgrass R. The TSQL2 Temporal Query Language. — USA: Kluwer Academic Publishers, 1995. ↑2
- [4] Jensen C. S., Soo M. D., Snodgrass R. T. Unifying Temporal Data Models Via a Conceptual Model: Information Systems Vol 19, No. 7, 1994. — 513-547 с. ↑2
- [5] Ben-Zvi J. The Time Relational Model. — PhD thesis. — UCLA: Computer Science Dept., 1982. ↑2
- [6] Bohlen M. H. Temporal Database System Implementations: ACM SIGMOD Record, 1995. ↑2
- [7] Segev, Arie J. S. (Snodgrass, Richard T.) Report on The 1995 International Workshop on Temporal Databases: ACM SIGMOD Record, 1995. ↑2

- [8] Костенко Б. Б. История и актуальные проблемы темпоральных баз данных. — МГУ, 2007, Эл. ресурс: <http://www.citforum.ru/database/articles/temporal>. ↑2, 3, 5.4, 6.1.3, 7
- [9] Snodgrass R. Developing Time-Oriented Database Applications in SQL: Morgan Kaufmann Publishers, 1999. ↑3, 4, 6.1, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 7
- [10] Steiner A. A Generalisation Approach to Temporal Data Models and their Implementations. — Doctoral Thesis. — Switzerland: Department of Computer Science, 1998. ↑5, 5.3, 6, 6.2, 6.3
- [11] Steiner, A. N. M. C. Implementing Temporal Databases in Object-Oriented Systems: Database Systems for Advanced Applications (DASFAA), 1997. — 381-390 с. ↑5.2
- [12] Sarda N. HSQL: A Historical Query Language: Benjamin/Cummings Publishing Company, 1993. — 110-138 с. ↑5.3

A. N. Bazarkin. *Main principles of temporal relational data models construction* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 23–37. (*in Russian*).

ABSTRACT. In paper short introduction in the temporal relational databases construction theory is represented. In paper small digression to problem history is descibed, definitions of the basic concepts are formulated, the short review of the temporal databases basic types is executed. In paper the general classification of methods of designing temporal relational models of the data is offered, and also on the basis of the studied material main principles of temporal relational data models construction are formulated.

Э. Н. Вясилева

## Термодинамическая эффективность простых систем теплообмена с учетом гидродинамики потоков

Научный руководитель: д. т. н. А. М. Цирлин

Аннотация. Исследовано влияние гидродинамики потоков на коэффициент термодинамического совершенства для двух и трехпоточных теплообменников.

### 1. Введение

Теплообменная система — это система, в которой осуществляется теплообмен между двумя или несколькими теплоносителями либо между теплоносителем и поверхностью твердого тела. Теплообменные системы характеризуются гидродинамикой потоков (смешением, вытеснением, перекрестным током и пр.), внешними параметрами (расходами, температурами на входе и выходе и пр.). Назовем поток, температура которого снижается, *теплоносителем (горячим потоком)*, а поток, температура которого повышается — *хладагентом (холодным потоком)*. Кинетику теплообмена будем предполагать линейной (ньютоновский закон теплопереноса). Степень термодинамического совершенства теплообменной системы при заданной суммарной тепловой нагрузке и суммарной поверхности (коэффициенте теплопередачи  $\bar{\alpha}$ ) характеризуют необратимостью теплообмена — производством энтропии в системе [1]

$$(1) \quad \sigma = \sum_{i=1}^n W_{0i} \ln \frac{\bar{T}_{0i}}{T_{0i}} + \sum_{j=1}^m W_j \ln \frac{\bar{T}_j}{T_j}.$$

В работах [2, 3] показано, что величина  $\sigma$  ограничена снизу значением

$$(2) \quad \sigma_{min} = \bar{\alpha} \frac{(1 - m)^2}{m},$$

где

$$(3) \quad m = 1 - \frac{1}{\bar{\alpha}} W_{01} \ln \frac{T_{01}}{\bar{T}}$$

для двухпоточных систем. Для трехпоточных систем

$$(4) \quad m = 1 - \frac{1}{\bar{\alpha}} \left( W_{01} \ln \frac{T_{01}}{\bar{T}} + W_{02} \ln \frac{T_{02}}{\bar{T}} \right).$$

Эта оценка может быть достигнута при выполнении дополнительных требований (условий минимальной диссипации):

- (1) В каждой точке контакта отношение абсолютных температур холодного и горячего потоков одинаково и равно  $m$ .
- (2) Температура горячих потоков на выходе из системы одинакова и равна

$$(5) \quad \bar{T} = \frac{\sum_i T_{0i} W_{0i} - \bar{q}}{\sum_i W_{0i}}.$$

- (3) Для тех греющих потоков, у которых  $T_{0i} > \bar{T}$ , коэффициенты теплопередачи распределены в соответствии с выражением

$$(6) \quad \alpha_i = \frac{\bar{\alpha} W_{0i} (\ln T_{0i} - \ln \bar{T})}{\sum_i W_{0i} (\ln T_{0i} - \ln \bar{T})},$$

а для потоков, у которых  $T_{0i} \leq \bar{T}$ ,  $\alpha_i = 0$ .

Теплообменную систему, в которой достигнута минимально - возможная диссипация (выполнены условия 1, 2, 3), назовем «идеальной теплообменной системой». В реальных системах условия 1, 2, 3 не выполнены, одной из причин этого является гидродинамика потоков. Как показано в [4], условия 2 могут быть реализованы в противоточном трубчатом теплообменнике, когда отношение водяных эквивалентов контактирующих потоков обратно отношению их абсолютных температур. Последнее одинаково в любом сечении теплообменника.

Значение  $\sigma_{min}$  позволяет оценить степень термодинамического совершенства реальных теплообменников как

$$(7) \quad \eta = \frac{\sigma_{min}}{\sigma} \leq 1$$

в зависимости от гидродинамики и взаимной направленности потоков, а значит, выяснить возможности для совершенствования системы. Повышать этот показатель можно за счет перераспределения потоков и поверхностей теплообмена таким образом, чтобы выполнялись точно или приближенно условия минимальной диссипации 1, 2, 3.

В работе исследованы различные типы трехпоточных систем теплообмена рис. 1, вычислено производство энтропии в зависимости от гидродинамики потоков. Модель идеального смешения соответствует гидродинамике аппарата, в котором в каждой точке и на выходе из него температура потока одинакова. В основе модели идеального вытеснения лежит допущение о поршневом течении потока без перемешивания [5].

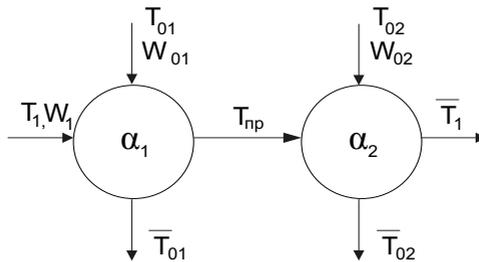


Рис. 1. Схема трехпоточного теплообменника

Теплообменные системы являются важной частью основных производственных процессов в химической технологии. На химических предприятиях доля теплообменного оборудования значительна. Это объясняется широким использованием теплообменных, массообменных процессов (ректификации, выпаривания и др.), связанных с необходимостью отвода и подвода теплоты. Поэтому правильный выбор типа и размера теплообменников, правильная их установка существенно сказываются на капитальных и эксплуатационных затратах, энергосбережении, а значит, на эффективности производства. Одной из основных характеристик конструкции теплообменника является тип относительного движения потоков. Далее рассмотрены наиболее общие типы конфигураций течений.

## 2. Двухпоточный теплообмен

Производство энтропии при теплообмене между двумя жидкостями при постоянном давлении [6] может быть выражено через водяные эквиваленты потоков (произведения их расходов на теплоемкость)  $W_{01}$  и  $W_1$  и температуры потоков на входе и выходе

$$(8) \quad \sigma = W_{01} \ln \frac{\bar{T}_{01}}{T_{01}} + W_1 \ln \frac{\bar{T}_1}{T_1}.$$

Первое слагаемое в правой части формулы (8) отрицательно, а второе — положительно, причем  $\sigma > 0$ . Однако в этом выражении отсутствует связь между производством энтропии и коэффициентами теплопередачи  $\bar{\alpha}$ , между тем сравнение термодинамического совершенства двух типов теплообменников правомерно лишь при одинаковых величинах  $\bar{q}$  и  $\bar{\alpha}$ . Для получения такой связи необходимо подсчитать  $\sigma$  через внутренний механизм теплопереноса. Вычислив производство энтропии для разных схем, можем оценить степень термодинамического совершенства и показать ее зависимость от водяных эквивалентов потоков.

## 2.1. Термодинамическое совершенство двухпоточных теплообменников

В работе [7] исследовано влияние гидродинамики потоков на необратимость двухпоточного теплообмена. Полученные там результаты позволяют найти пределы термодинамического совершенства двухпоточных теплообменников разного типа. Будем считать заданными значения водяных эквивалентов горячих  $W_{01}$  и холодных  $W_1$  потоков, входную температуру горячего потока  $T_{01}$ , общую тепловую нагрузку  $\bar{q}$  и коэффициент теплообмена  $\bar{\alpha}$ . Введем обозначения:

$$\begin{aligned}\bar{W} &= \frac{W_1 W_{01}}{W_1 + W_{01}}, \\ \widetilde{W} &= \frac{W_{01} - W_1}{W_{01} W_1}, \\ M &= \frac{\bar{q}}{W_{01} \left( -\exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{W_{01}}\right) + 1 \right)}, \\ a &= W_{01} \ln \left( 1 + \frac{\bar{q} \left( \exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{\bar{W}}\right) - 1 \right)}{W_{01} T_{01} \left( 1 - \exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{\bar{W}}\right) \right)} \right), \\ b &= W_1 \ln \left( T_{01} - \frac{W_1 \bar{q} - \bar{q} W_{01} \exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{\bar{W}}\right)}{W_{01} W_1 \left( 1 - \exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{\bar{W}}\right) \right)} \right), \\ c &= W_1 \ln \left( T_{01} - \frac{\bar{q}}{\bar{W} \left( 1 - \exp\left(-\frac{\bar{\alpha}}{\bar{W}}\right) \right)} \right),\end{aligned}$$

$$a_1 = W_{01} \ln \left( 1 - \frac{\bar{q}}{T_{01} W_{01}} \right),$$

$$b_1 = W_1 \ln \left( T_{01} + \frac{\bar{q} \widetilde{W}}{\left( 1 - \exp \left( \bar{\alpha} \widetilde{W} \right) \right)} \right),$$

$$c_1 = W_1 \ln \left( T_{01} + \frac{\bar{q} \left( \exp \left( \bar{\alpha} \widetilde{W} \right) W_{01} - W_1 \right)}{\left( 1 - \exp \left( \bar{\alpha} \widetilde{W} \right) \right) W_1 W_{01}} \right),$$

$$R = T_{01} - \frac{\bar{q}}{\widetilde{W}} - \frac{\bar{q}}{\bar{\alpha}}.$$

Тогда коэффициент термодинамического совершенства для каждого типа двухпоточного теплообменника имеет вид

(1) смешение – смешение

$$\eta = \frac{W_{01}^2 \ln^2 \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}}}{\left( \bar{\alpha} - W_{01} \ln \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}} \right) \left( W_{01} \ln \frac{T_{01} - \frac{\bar{q}}{W_{01}}}{T_{01}} + W_1 \ln \frac{R + \frac{\bar{q}}{W_1}}{R} \right)};$$

(2) смешение – вытеснение

$$\eta = \frac{W_{01}^2 \ln^2 \frac{T_{01}^0}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}}}{\left( \bar{\alpha} - W_{01} \ln \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}} \right) \left( W_{01} \ln \frac{T_{01} - \frac{\bar{q}}{W_{01}}}{T_{01}} + W_1 \ln \frac{T_{01} - M \frac{\bar{q}}{W_1}}{T_{01} - M - \frac{\bar{q}}{W_1}} \right)};$$

(3) вытеснение – вытеснение (прямоток)

$$\eta = \frac{W_{01}^2 \ln^2 \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}}}{\left( \bar{\alpha} - W_{01} \ln \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}} \right) (a + b - c)};$$

(4) вытеснение – вытеснение (противоток)

$$\eta = \frac{\left( W_{01}^2 \ln^2 \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}} \right)}{\left( \bar{\alpha} - W_{01} \ln \frac{T_{01}}{T_{01} - \bar{q}/W_{01}} \right) (a_1 + b_1 - c_1)}.$$

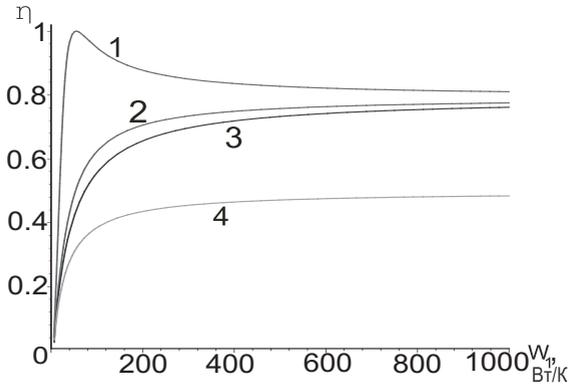


Рис. 2. Зависимость  $\eta$  от водяного эквивалента нагреваемого потока для разных типов гидродинамики: 1 — «вытеснение – вытеснение (противоток)», 2 — «вытеснение – вытеснение (прямоток)», 3 — «смешение – вытеснение», 4 — «смешение – смешение»

На рис. 2 показана зависимость коэффициента термодинамического совершенства от водяного эквивалента холодного потока  $W_1$  для каждого типа теплообменника при следующих значениях остальных параметров:  $T_{01} = 450 \text{ K}$ ,  $\bar{q} = 2565 \text{ Вт}$ ,  $W_{01} = 51.3 \text{ Вт/К}$ ,  $\bar{\alpha} = 92.6 \text{ Вт/К}$ . Максимальное значение  $\eta$  принимает на кривой, которая соответствует схеме «вытеснение – вытеснение (противоток)» при выполнении условий термодинамической согласованности. Минимальное значение  $\eta$  имеет на кривой, характеризующая коэффициент термодинамического совершенства для теплообменника типа «смешение – смешение». Тем самым наихудшей организацией теплообмена является та, в которой гидродинамика обоих потоков соответствует идеальному смешению.

### 3. Трехпоточный теплообмен

Для трехпоточной теплообменной системы фактическое производство энтропии имеет вид (см. (1))

$$(9) \quad \sigma = \sum_{i=1}^2 W_{0i} \ln \frac{\bar{T}_{0i}}{T_{0i}} + W_1 \ln \frac{\bar{T}_1}{T_1}.$$

Оптимизация системы заключается в том, чтобы минимизировать  $\sigma$  по переменным, подлежащим выбору, таким как водяные эквиваленты, поверхности теплообмена, тепловые потоки и пр. При этом нужно учесть ограничения на общий коэффициент теплопереноса и тепловую нагрузку. Если число этих переменных значительно, то задача становится весьма трудоемкой. Ее можно упростить, используя условия 1, 2, 3, полученные для «идеального» теплообмена, как приближенные и уменьшив за счет этого число искомым переменных. Далее мы покажем, что результаты прямой оптимизации и приближенной оптимизации с использованием условий 1, 2, 3 приводят к близким значениям  $\sigma$ , а значит к близкому значению коэффициента  $\eta$ .

### 3.1. Гидродинамика всех потоков соответствует идеальному смешению

Схема трехпоточного теплообмена представлена на рис. 3.

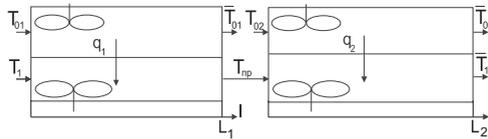


Рис. 3. Схема трехпоточного теплообмена для гидродинамики «смешение – смешение»

Температуры нагреваемых потоков на выходе из теплообменников связаны с температурами на входе и тепловой нагрузкой  $q_1$  и  $q_2$  как

$$(10) \quad T_{1p} = T_1 + \frac{q_1}{W_1},$$

$$(11) \quad \bar{T}_1 = T_1 + \frac{\bar{q}}{W_1}.$$

Тепловые нагрузки  $q_1$  и  $q_2$  определяют из уравнений тепловых балансов

$$(12) \quad \bar{T}_{01} = T_{01} - \frac{q_1}{W_{01}}, \quad \bar{T}_{02} = T_{02} - \frac{q_2}{W_{02}}.$$

Для ньютоновского закона теплообмена тепловые нагрузки имеют вид

$$(13) \quad q_1 = \alpha_1(\bar{T}_{01} - T_{\text{нр}}), \quad q_2 = \alpha_2(\bar{T}_{02} - \bar{T}_1).$$

Выразим входные температуры потоков  $T_{02}$ ,  $T_1$  через входную температуру первого горячего потока, водяные эквиваленты потоков, коэффициенты теплообмена, тепловые нагрузки теплообменников, используя соотношения (10), (11), (12), (13), получим

$$(14) \quad T_{02} = \frac{((ZW_{02} + q_2W_1)W_{01} - W_{02}W_1q_1)\alpha_1 - Xq_1)\alpha_2 + X_2\alpha_1q_2}{X\alpha_1\alpha_2},$$

$$(15) \quad T_1 = \frac{\alpha_1W_1T_{01}W_{01} - \alpha_1q_1W_1 - W_{01}W_1q_1 - W_{01}\alpha_1q_1}{W_{01}W_1\alpha_1},$$

где

$$X = W_{01}W_{02}W_1,$$

$$Z = W_1T_{01} - q_1 + \bar{q}.$$

Производство энтропии для схемы «смешение – смешение» примет вид

$$(16) \quad \sigma = W_{01} \ln\left(\frac{T_{01} - \frac{q_1}{W_{01}}}{T_{01}}\right) + W_{02} \ln\left(\frac{T_{02} - \frac{q_2}{W_{02}}}{T_{02}}\right) + W_1 \ln\left(\frac{T_1 + \frac{\bar{q}}{W_1}}{T_1}\right),$$

где  $T_{02}, T_1$  определяют из соотношений (14), (15).

### 3.1.1. Пример расчета термодинамического совершенства теплообменной системы типа «смешение – смешение»

Рассмотрим трехпоточную теплообменную систему со следующими параметрами горячих и холодных потоков:  $T_{01} = 450 [K]$ ,  $W_1 = 75 [кВт/К]$ ,  $W_{01} = 88 [кВт/К]$ ,  $W_{02} = 31 [кВт/К]$ ,  $\bar{q} = 995 [кВт]$ ,  $\bar{\alpha} = 100 [кВт/К]$ . Найдем тепловые нагрузки и коэффициенты теплообмена каждого из теплообменников при минимизации производства энтропии (16)

$$(17) \quad \sigma \rightarrow \min_{\alpha_1, \alpha_2, q_1, q_2}.$$

Для решения запишем функцию Лагранжа

$$L = \sigma(\alpha_1, \alpha_2, q_1, q_2) + \lambda_1(\alpha_1 + \alpha_2) + \lambda_2(q_1 + q_2)$$

при ограничениях:  $\bar{\alpha} = \alpha_1 + \alpha_2$ ,  $\bar{q} = q_1 + q_2$ ,  $\alpha_1 > 0$ ,  $\alpha_2 > 0$ ,  $q_1 > 0$ ,  $q_2 > 0$ . Продифференцировав функцию Лагранжа, получим систему

уравнений для нахождения оптимального перераспределения коэффициентов теплообмена и тепловых нагрузок

$$(18) \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} &= \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_2}, \\ \frac{\partial \sigma}{\partial q_1} &= \frac{\partial \sigma}{\partial q_2}, \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= \bar{\alpha}, \\ q_1 + q_2 &= \bar{q}. \end{aligned} \right\}$$

Решая систему (18) относительно  $\alpha_1, \alpha_2, q_1, q_2$ , вычислим значения коэффициентов теплообмена:  $\alpha_1 \approx 63.2$  [кВт/К],  $\alpha_2 \approx 26.8$  [кВт/К]. Тепловые нагрузки, производство энтропии в системе с учетом найденных коэффициентов теплообмена  $q_1 \approx 609.1$  [кВт],  $q_2 \approx 385.9$  [кВт],  $\sigma \approx 0.09197$  [кВт/К].

Решим ту же задачу приближенно с использованием условий термодинамической согласованности. Для этого запишем систему уравнений

$$(19) \quad \left. \begin{aligned} T_{\text{пр}} &= T_1 + \frac{q_1}{W_1}, \\ \bar{T}_1 &= T_1 + \frac{\bar{q}}{W_1}, \\ q_1 &= \alpha_1(\bar{T}_{01} - T_{\text{пр}}), \\ q_2 &= \alpha_2(\bar{T}_{02} - \bar{T}_1), \\ \bar{T}_{01} &= T_{01} - \frac{q_1}{W_{01}}, \\ \bar{T}_{02} &= T_{02} - \frac{q_2}{W_{02}}, \\ \frac{T_{\text{пр}}}{\bar{T}_{01}} &= \frac{\bar{T}_1}{\bar{T}_{02}}, \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= \bar{\alpha}. \end{aligned} \right\}$$

Неизвестные переменные  $T_{02}, \bar{T}_{01}, \bar{T}_{02}, T_{\text{пр}}, T_1, \alpha_1, \alpha_2, \bar{T}_1$  выразим через известные данные и тепловые нагрузки теплообменников. Найдем

$$(20) \quad \sigma \rightarrow \min_{q_1, q_2}.$$

Для данной задачи запишем функцию Лагранжа

$$(21) \quad L = \sigma(q_1, q_2) + \lambda(q_1 + q_2)$$

при ограничениях  $\bar{q} = q_1 + q_2$ ,  $q_1 > 0$ ,  $q_2 > 0$ . Продифференцировав функцию Лагранжа, получим систему уравнений для оптимального перераспределения тепловых нагрузок

$$(22) \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma}{\partial q_1} &= \frac{\partial \sigma}{\partial q_2}, \\ q_1 + q_2 &= \bar{q}. \end{aligned} \right\}$$

Решая систему (22) относительно  $q_1$ ,  $q_2$ , получим значения тепловых нагрузок:  $q_1 \approx 610$  [кВт],  $q_2 \approx 385$  [кВт]. Коэффициенты теплообмена согласно уравнениям (19) равны:  $\alpha_1 \approx 61.6$  [кВт/К],  $\alpha_2 \approx 38.4$  [кВт/К]. Производство энтропии в системе  $\sigma \approx 0.09203$  [кВт/К].

Сравнивая результаты, полученные при точной и приближенной оптимизации, можно сделать вывод, что ухудшение термодинамики сравнительно мало.

### 3.2. Теплообменники типа «труба в кожухе»

Один из самых распространенных типов теплообменников приближенно характеризуется гидродинамикой типа вытеснения по одному и гидродинамикой типа смешение по другому потоку. Схема трехпоточного теплообмена представлена на рис. 4.

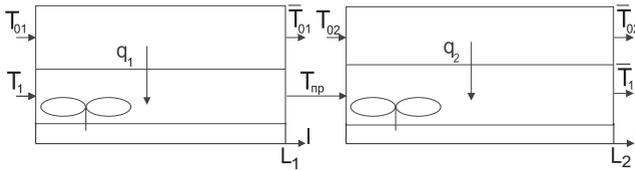


Рис. 4. Схема трехпоточного теплообмена для гидродинамики типа «смешение - вытеснение»

Будем для определенности считать, что режим смешения характеризует холодный поток. Тогда изменения температур горячих потоков определены системой дифференциальных уравнений

$$(23) \quad \left. \begin{aligned} \frac{dT_{01}(l)}{dl} &= -\frac{\alpha_1}{W_{01}L_1}(T_{01}(l) - T_{np}), \\ \frac{dT_{02}(l)}{dl} &= -\frac{\alpha_2}{W_{02}L_2}(T_{02}(l) - \bar{T}_1), \\ T_{01}(0) &= T_{01}, \\ T_{02}(0) &= T_{02}. \end{aligned} \right\}$$

Решение системы (23) примет вид

$$(24) \quad \left. \begin{aligned} T_{01}(l) &= T_{np} + \exp\left(-\frac{\alpha_1 l}{W_{01}L_1}\right)(T_{01} - T_{np}), \\ T_{02}(l) &= \bar{T}_1 + \exp\left(-\frac{\alpha_2 l}{W_{02}L_2}\right)(T_{02} - \bar{T}_1). \end{aligned} \right\}$$

Температуры холодных потоков на выходе из теплообменников связаны с температурами на входе и тепловой нагрузкой  $q_1$  и  $q_2$  соотношениями (10), (11). Общее количество переданного тепла (тепловая нагрузка) для каждого теплообменника определяется следующим образом

$$(25) \quad \left. \begin{aligned} q_1 &= \int_0^{L_1} \frac{\alpha_1}{L_1} [T_{01}(l) - T_{\text{Ир}}] dl, \\ q_2 &= \int_0^{L_2} \frac{\alpha_2}{L_2} [T_{02}(l) - \bar{T}_1] dl. \end{aligned} \right\}$$

Вычислив интегралы (25), найдем

$$(26) \quad \left. \begin{aligned} q_1 &= W_{01} (T_{01} - T_1 - \frac{q_1}{W_1}) (1 - \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}})), \\ q_2 &= W_{02} (T_{02} - T_1 - \frac{q}{W_1}) (1 - \exp(-\frac{\alpha_2}{W_{02}})). \end{aligned} \right\}$$

Выразим входные температуры  $T_{02}$ ,  $T_1$  потоков. Введем следующее обозначение

$$P = (ZW_{02} + q_2 W_1) W_{01} \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) + (W_{01} Z - q_1 W_1) W_{02} + q_2 W_1 W_{01}.$$

Учитывая введенное обозначение,

$$(27) \quad T_{02} = \frac{(W_{01} Z \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) - ZW_{01} + q_1 W_1) W_{02} \exp(-\frac{\alpha_2}{W_{02}}) - P}{X(\exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) - 1)(\exp(-\frac{\alpha_2}{W_{02}}) - 1)},$$

$$(28) \quad T_1 = \frac{W_{01}(T_{01} W_1 - q_1) \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) + (q_1 - T_{01} W_1) W_{01} + q_1 W_1}{W_{01} W_1 (\exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) - 1)}.$$

Выходные температуры горячих потоков, учитывая (10), (11), (24), имеют вид

$$(29) \quad \left. \begin{aligned} \bar{T}_{01} &= T_1 + \frac{q_1}{W_1} + \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}})(T_{01} - T_1 - \frac{q_1}{W_1}), \\ \bar{T}_{02} &= T_1 + \frac{q}{W_1} + \exp(-\frac{\alpha_2}{W_{02}})(T_{02} - T_1 - \frac{q}{W_1}), \end{aligned} \right\}$$

где  $T_{02}$ ,  $T_1$  определяются равенствами (27), (28).

Подставив соотношения (27), (28), (29) в формулу (9), получим производство энтропии для схемы «смешение – вытеснение», которое будет зависеть от входной температуры  $T_{01}$  горячего потока, водяных эквивалентов потоков, коэффициентов теплообмена, тепловых нагрузок теплообменников.

### 3.2.1. Пример расчета термодинамического совершенства теплообменной системы типа «смешение – вытеснение»

Для тех же исходных данных, что и в предыдущем примере при рассмотрении схемы «смешение – смешение», найдем  $\sigma$  при точном и приближенном за счет использования условий минимальной диссипации минимизации производства энтропии.

В первом случае находим тепловые нагрузки и коэффициенты теплообмена каждого из теплообменников при минимизации производства энтропии (9), учитывая соотношения (27), (28), (29). Решая систему уравнений (18), учитывая (27), (28), (29), относительно  $\alpha_1, \alpha_2, q_1, q_2$ , получим, что  $\alpha_1 \approx 59.5$  [кВт/К],  $\alpha_2 \approx 40.5$  [кВт/К]. Тепловые нагрузки, производство энтропии с учетом полученных выше значений равны:  $q_1 \approx 561.9$  [кВт],  $q_2 \approx 433.1$  [кВт],  $\sigma \approx 0.0719$  [кВт/К].

Найдем значение производства энтропии с использованием условий минимальной диссипации. В схеме «смешение – вытеснение» режим смешения характеризует холодный поток, тогда выходная температура хладагента для первого теплообменника имеет вид (10), для второго теплообменника она определяется соотношением (11). Температуры горячих потоков на выходе из системы имеют вид (29). Воспользуемся условием термодинамической согласованности, в котором выходные температуры горячих потоков одинаковы и равны

$$(30) \quad \bar{T}_{01} = \bar{T}_{02} = \bar{T} = \frac{T_{01}W_{01} + T_{02}W_{02} - \bar{q}}{W_{01} + W_{02}}.$$

Выразим неизвестные параметры теплообменников через исходные данные и коэффициенты теплообмена из следующей системы уравнений

$$(31) \quad \left. \begin{aligned} q_1 &= \frac{W_{01}W_1(T_1 - T_{01})(\exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) - 1)}{W_1 - W_{01}(\exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}}) - 1)}, \\ q_2 &= W_{02}(\bar{T}_1 - T_{02})(\exp(\frac{\alpha_2}{W_{02}}) - 1), \\ \bar{q} &= q_1 + q_2, \\ T_{\text{ПР}} &= T_1 + \frac{q_1}{W_1}, \\ \bar{T}_1 &= T_1 + \frac{\bar{q}}{W_1}, \\ T_{\text{ПР}} + \exp(-\frac{\alpha_1}{W_{01}})(T_{01} - T_{\text{ПР}}) &= \bar{T}_1 + \exp(-\frac{\alpha_2}{W_{02}})(T_{02} - \bar{T}_1), \end{aligned} \right\}$$

в которой последнее соотношение соответствует требованию равенства выходных температур горячих потоков. Найдем коэффициенты  $\alpha_1, \alpha_2$ , минимизирующие производство энтропии, соответствующее схеме «смешение – вытеснение», при ограничениях  $\bar{\alpha} = \alpha_1 + \alpha_2$ ,

$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0$$

$$\sigma \rightarrow \min_{\alpha_1, \alpha_2}.$$

Для данной задачи запишем функцию Лагранжа

$$L = \sigma(\alpha_1, \alpha_2) + \lambda(\alpha_1 + \alpha_2).$$

Продифференцировав функцию Лагранжа, получим систему уравнений для оптимального перераспределения коэффициентов теплообмена

$$(32) \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_1} &= \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha_2}, \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= \bar{\alpha}. \end{aligned} \right\}$$

Решая систему (32) относительно  $\alpha_1, \alpha_2$ , получим следующие значения:  $\alpha_1 \approx 50.02$  [кВт],  $\alpha_2 \approx 49.98$  [кВт]. Тепловые нагрузки согласно уравнениям (31) равны:  $q_1 \approx 587.1$  [кВт/К],  $q_2 \approx 407.9$  [кВт/К]. Производство энтропии в системе  $\sigma \approx 0.0748$  [кВт/К]. Погрешность вычислений невелика.

#### 4. Заключение

Рассмотрены двух и трехпоточные системы теплообмена и найдены значения  $\sigma$  для таких систем с различной гидродинамикой потоков. Показано, что для трехпоточных систем можно упростить процедуру оптимизации за счет использования условий минимальной диссипации, обеспечивающих минимальную необратимость процесса, но не всегда точно реализуемых. Результаты расчетов позволяют надеяться, что для более сложных систем теплообмена, прямая оптимизация которых представляет огромные вычислительные трудности, можно с использованием условий минимальной диссипации построить простые алгоритмы приближенной оптимизации.

#### Обозначения

- $T_{0i} (i = 1, \dots, n)$  — входные температуры горячих потоков, К;
- $\bar{T}_{0i} (i = 1, \dots, n)$  — выходные температуры горячих потоков, К;
- $T_j (j = 1, \dots, m)$  — входные температуры холодных потоков, К;
- $\bar{T}_j (j = 1, \dots, m)$  — выходные температуры холодных потоков, К;
- $W_{0i} (i = 1, \dots, n)$  — водяные эквиваленты горячих потоков, Вт/К;
- $W_j (j = 1, \dots, m)$  — водяные эквиваленты хладагентов, Вт/К;
- $\sigma_{min}$  — минимально - возможное производство энтропии в системе, Вт/К;
- $T_{Пр}$  — промежуточная температура холодного потока, К;

- $q_1$  — тепловая нагрузка первого теплообменника, Вт;  
 $q_2$  — тепловая нагрузка второго теплообменника, Вт;  
 $\alpha_1$  — коэффициент теплообмена первого теплообменника, Вт/К;  
 $\alpha_2$  — коэффициент теплообмена второго теплообменника, Вт/К;  
 $\bar{q}$  — суммарная тепловая нагрузка, Вт;  
 $\bar{\alpha}$  — суммарный коэффициент теплообмена Вт/К;  
 $\lambda$  — коэффициент функции Лагранжа;  
 $L_1$  — длина первого теплообменника;  
 $L_2$  — длина второго теплообменника.

### Список литературы

- [1] Петухова Б. С. Справочник по теплообменникам. — М.: Энергоатомиздат, 1987. ↑1
- [2] Линецкий С. Б., Цирлин А. М. Оценка термодинамического совершенства и оптимизация теплообменников. — М.: Теплоэнергетика, 1988. ↑1
- [3] Беляева Н. А., Цирлин А. М. Предельные возможности процессов теплообмена. — М.: Теплоэнергетика, 1998. ↑1
- [4] Цирлин А. М. Оптимальное управление процессами необратимого тепло и массопереноса. — М.: Техническая кибернетика, 1991. ↑1
- [5] Дворецкий С. И., Егоров А. Ф., Дворецкий Д. С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. — Тамбов: ТГТУ, 2003. ↑1
- [6] Миронова В. А., Амелькин С. А., Цирлин А. М. Математические методы термодинамики при конечном времени. — М.: Химия, 2000. ↑2
- [7] Вясилева Э. Н. Оценка термодинамического совершенства двухпоточных теплообменников. — Переславль-Залесский: Сборник трудов Международная конференция «Программные системы: теория и приложения», 2008. ↑2.1

I. N. Wjasileva. *Degree of thermodynamic perfection of simple systems of heat exchange depending on hydrodynamics of flows* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 38–51. (in Russian).

ABSTRACT. Hydrodynamics influence of flows has been investigated on factor of thermodynamic perfection for two and three-line heat exchangers.

А. С. Глуховцев

## **Создание пакета протоколов диагностических исследований в технологии Свободный документ медицинской информационной системы семейства Интерин PROMIS для информатизации деятельности диагностических отделений**

Научный руководитель: н.с. Д. В. Алимов

Аннотация. Данная работа описывает процесс информатизации деятельности диагностических отделений параклиник с использованием технологии Свободный документ МИС семейства Интерин PROMIS. В частности, создание пакета документов для оформления врачебных протоколов исследований.

### **1. Введение**

Данная работа посвящена созданию пакета форм документов для оформления врачебных протоколов исследований с использованием технологии Свободный документ МИС семейства Интерин PROMIS.

Медицинская информация становится все более сложной и все более важной. По данным [1] около 15% ресурсов лечебного медицинского учреждения расходуется на сбор данных. Врачи и медсестры затрачивают 25% своего рабочего времени на поиск нужной им информации. Реализованная в МИС Интерин PROMIS технология Свободный документ позволяет решить проблемы, стоящие перед разработчиками современных медицинских информационных систем:

- Необходимость вводить и анализировать все больший объем медицинской информации для оказания качественной медицинской помощи.
- Необходимость и актуальность поддержки единого информационного пространства (полные данные по каждому пациенту независимо от места оказания медицинской помощи).
- Постоянно расширяющаяся понятийная и концептуальная база предметной области (медицины).

- Необходимость сокращения времени на поиск нужной информации.

## 2. Средства разработки

В процессе работы были использованы следующие технологии и средства разработки:

- Архитектура HL-X, лежащая в основе технологии Свободный документ [2], описывает медицинские документы с помощью разработанных в рамках МИС Интерин PROMIS xml-моделей, которые служат как для описания структуры данных в документе, так и для его визуального представления для пользователя.
- XSLT [3] — часть спецификации XSL, задающая язык преобразования XML-документов.
- SQL Navigator, программа для разработки и управления кодом PL/SQL, фактический стандарт для организации сложного процесса разработки, тестирования и управления приложениями, взаимодействующими с базами данных Oracle.
- Другие технологические средства, разработанные и используемые в МИС Интерин PROMIS.

## 3. Направления деятельности

Поскольку документ, заполняемый врачом, является источником информации для других систем, при разработке общей модели документа были обозначены следующие цели:

- (1) Электронный документооборот.
- (2) Автоматизация сбора медицинской статистики.
- (3) Автоматизация сбора данных об экономической деятельности.

### 3.1. Электронный документооборот

Технология Свободного документа позволяет почти полностью отказаться от бумажных носителей информации и перейти исключительно на электронные документы.

Опишем некоторые преимущества, которые дает электронный документооборот.

Все осмотры, протоколы диагностических исследований, эпикризы, анамнезы прикрепляются к медицинской карте пациента и доступны из рабочего стола каждого пользователя системы.

Для любого исследования имеется возможность сформировать как некий общий документ, например, стандартная форма протокола диагностического исследования, так и конкретизировать документ для оформления протокола исследования. В документе возможно предусмотреть наличие полей как для словесного описания исследования, жалоб пациента, формулировки заключения, так и поля для ввода параметризованных данных, где пользователь может осуществлять выбор из списка значений и поля заданного типа и т.д.

В связи с ростом объема информации неограниченный размер полей для ввода данных и последующая генерация печатного варианта документа дают возможность врачу ввести столько информации, сколько он посчитает нужным для оказания качественной медицинской помощи.

Опыт показывает, что необязательно формировать электронный документ таким, какой он есть в бумажном варианте (если нет жестких требований вышестоящих инстанций). Зачастую самих врачей могут не устраивать уже устаревшие бумажные протоколы. Это объясняется постоянно расширяющейся понятийной и концептуальной базой предметной области (медицины).

Данные, внесенные в один электронный документ, могут быть заимствованы для формирования других документов. Так, в МИС семейства Интерин PROMIS в протокол исследования могут подчитываться данные из направления на исследование, которые были внесены в систему лечащим врачом, а данные из подписанных документов, сформированных в процессе лечения пациента в стационаре, подбираются в выписной эпикриз, который формируется лечащим врачом при окончании лечения пациента.

### **3.2. Автоматизация сбора медицинской статистики**

Для оценки эффективности работы подразделения в частности и учреждения в целом анализируются медицинские данные об исследованиях. Для этого в протоколах предусмотрен раздел, в котором врач вносит структурированную информацию о выполненном исследовании. Широко используются такие методики как справочники,

выбор значения справочника, кодирование информации. Для кодирования информации используются как международные классификаторы (например, Международный классификатор болезней версии 10), так и внутриведомственные классификаторы.

Например, предусмотрены поля для ввода оценки результатов исследования, информации о выявленном заболевании, кодируется динамика заболевания и т.д.

### **3.3. Экономический сектор**

Одной из важных сторон деятельности учреждения является его экономическая работа. В настоящее время эта сторона деятельности приобретает все большее значение. Большая часть доходов лечебного учреждения составляет из оказанных пациентам медицинских услуг. Сбор информации об оказанных услугах для хранения и последующего анализа осуществляется на этапе ввода протоколов исследований. Врач-диагност регистрирует данные об услугах, оказанных в рамках проводимого диагностического исследования.

## **4. Заключение**

В результате выполнения данной работы был сформирован пакет форм протоколов диагностических исследований по различным направлениям деятельности отделения функциональной диагностики:

- ультразвуковая диагностика,
- определение функций внешнего дыхания,
- ЭКГ и т.п.

При работе врачей с разработанными формами происходит автоматическое накопление информации для дальнейшего анализа работы подразделений как со стороны медицинской информации, так и для оценки эффективности экономической работы отделения.

Информация, полученная из протоколов, позволяет администрации лечебно-профилактического учреждения оперативно в режиме реального времени оценивать работу подразделений, что повышает конкурентоспособность данного ЛПУ на рынке медицинских услуг.

В качестве развития функционала протоколов исследований нам видится развитие функций редактирования данных, осуществление проверки орфографии, и реализации просьб пользователей, направленных на повышение удобства работы врачей в Медицинской информационной системе.

## Список литературы

- [1] Гулиев Я. И., Малых В. Л. Архитектура HL-X Программные системы: Теория и приложения. Т. II. — М.: Физматлит, 2004. — 147 с. ↑**1**
- [2] Исследование механизмов представления медицинской информации на основе понятий и моделей документов (Технология HL-X): Отчет по НИР//ИПС РАН. -Переславль-Залесский, 2003. ↑**2**
- [3] <http://www.w3.org/TR/xslt>. ↑**2**
- [4] Назаренко Г.И, Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. — М.: Физматлит, 2005. — 320 с. ↑
- [5] Юрченко С.Г., Малых В.Л., Гулиев Я.И. Концептуальные модели представления информации в медицинских информационных системах.: Сборник трудов международной конференции «Современные информационные и телемедицинские технологии для здравоохранения», 2005. ↑

A. S. Glukhovtsev. *Creation of a package of reports of diagnostic researches in technology the Free document of medical information system of family Interin PROMIS for information of activity of diagnostic branches // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 52–56. (in Russian).*

ABSTRACT. This research work describes process of information of activity of diagnostic branches of paraclinics with technology use Free document MIS of family Interin PROMIS. In particular, creation of a package of documents for registration of medical reports of researches.

А. В. Елистратов

## Разработка программно–аппаратных средств узлов коммутации региональных сетей

Научные руководители: д.ф.-м.н. чл.-корр. РАН С. М. Абрамов  
глав. инж. СТ «Ботик» А. Ю. Пономарев

Аннотация. Работа описывает проектирование программно–аппаратных средств для узлов коммутации. Изделие должно обеспечивать связь между узлами региональных сетей. Устройство осуществляет передачу данных через 3 порта SFP (стандарт) 1000 BASE-X, 16 портов RJ-45 10 BASE-T/100 BASE-TX и имеет возможность удаленного управления — „EtherBox32“.

### 1. Введение

Данная работа посвящена проектированию коммутатора для региональных сетей. Активное сетевое оборудование предназначено для использования в качестве узлов коммутации сетей. Он будет обеспечивать связь по 3x1 Gbit плюс 16x10/100 Mbit портам с возможностью удаленного управления посредством встроенного микроконтроллера и иметь встроенную грозозащиту.

В настоящее время приборы и устройства коммутации сетей, разрабатываемые для профессионального применения, активно оптимизируют по таким критериям, как возможность удаленного контроля и управления, масса, габариты, надежность и стоимость. Эти требования неуклонно ужесточаются с развитием компьютерных сетей, то есть необходимо иметь прибор с минимальными габаритами, массой и при этом с высокой надежностью, низкой стоимостью и, самое главное, возможностью удаленного контроля и управления. Появившиеся в последнее время на российском рынке отечественные и зарубежные компоненты позволяют улучшать эти характеристики, создавая новые схемотехнические решения.

### 2. Постановка задачи

Для реализации данного проекта требуется:

- (1) найти и подобрать в соответствии с поставленными задачами контроллер коммутатора Ethernet;

- (2) разработать принципиальную электрическую схему „Botik Switch“ в САПР P-CAD (САПР — Система автоматизированного проектирования);
- (3) в соответствии с документацией на контроллер его необходимо сконфигурировать в аппаратной части;
- (4) трассировать печатную плату коммутатора в программном комплексе P-CAD;
- (5) собрать экспериментальный образец проектируемого устройства;
- (6) написать код программы для управления устройством средствами встроенного „EtherBox32“.

## 2.1. Выбор микроконтроллера

Marvell 88E6095 [1] является однокиповым контроллером коммутатора Ethernet с 8 входами 10/100 Mbit, 3 1Gbit входа с поддержкой по QoS (англ. Quality of Service — качество обслуживания), 802.1Q и счетчиком RMON (RMON — протокол мониторинга компьютерных сетей). Он имеет восемь интерфейсов 10BASE-T/100BASE-TX приемопередатчика PHY (PHY — интерфейс связи аналоговой и цифровой сред) и три интерфейса SerDes (SerDes является парой функциональных блоков, обычно используемых в передаче данных на высокой скорости. Эти блоки преобразовывают данные между последовательными и параллельными интерфейсами), которые могут использоваться как соединение с внешними приемопередатчиками Ethernet, работающими на 10/100/1000 Mbit скоростях (PHY).

## 2.2. Разработка принципиальной электрической схемы „BotikSwitch“

В последнее время появилось много интегральных схем, которые обеспечивают необходимый набор возможностей, хорошо решают проблемы надежности и умеренной стоимости. Для построения схемы используются два контроллера Marvell Link Street 88E6095.

Структура:

- 2x88E6095, объединены через интерфейс SerDes;
- 3 SerDes используются для организации портов SFP;
- 1 порт SerDes сконфигурирован в режиме MII (англ. Media Independent Interface — независящий от среды передачи интерфейс, представляет собой стандартизованный интерфейс



- интерфейс „BotikBus“ разновидность стандартной шины i2c (BotikBus);
- микроконтроллер семейства ARM (ARM);
- блок питания (БП);
- разъем стандарта SFP: трансиверы (SFP);
- контроллер коммутатора Ethernet (88E6095);
- разъемы fast ethernet (RJ-45).

### **2.3. Проектирование печатной платы коммутатора „BotikSwitch“ в САПР P-CAD**

P-CAD — система автоматизированного проектирования электроники (EDA — Electronic Design Automation) производства компании Altium. Система предназначена для проектирования многослойных печатных плат (ПП) вычислительных и радиоэлектронных устройств. В настоящее время в России P-CAD является наиболее популярной EDA [3]. С помощью утилиты P-CAD Schematic была спроектирована принципиальная схема „BotikSwitch“. Графический редактор P-CAD Schematic предназначен для разработки электрических принципиальных схем с использованием условных графических обозначений элементов. Используя P-CAD PCB, произвел трассировку платы будущего Ethernet коммутатора. Графический редактор P-CAD PCB предназначен для выполнения работ, связанных с технологией разработки и конструирования узлов печатных плат.

### **2.4. Программная часть**

Реализация программной части проекта имеет несколько основных задач:

- (1) Spanning Tree Protocol — сетевой протокол, работающий на втором уровне OSI (англ. Open Systems Interconnection Basic Reference Model). Основной задачей STP является приведение сети Ethernet с множественными связями к древовидной топологии, исключающей циклы пакетов. Происходит это путем автоматического блокирования ненужных в данный момент для полной связности портов. Протокол описан в стандарте IEEE 802.1D;
- (2) инициализация двух центральных контроллеров, проверка и настройка коммутатора;
- (3) управление портами;
- (4) удаленная перепрошивка;

ТАБЛИЦА 1. Технические характеристики управляемого Ethernet коммутатора

№	Параметр	Значение
1.	Порты RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX, шт.	16
2.	Порты SFP 1000BASE-X, шт.	3
3.	Расчетное потребление, Вт	6,7
4.	Удаленный контроль/управление	Да
5.	Грозозащита (встроенная)	Да

- (5) VLAN (англ. Virtual Local Area Network) — виртуальная локальная вычислительная сеть. VLAN могут являться частью большой LAN, имея определенные правила взаимодействия с другими VLAN, либо быть полностью изолированными от них. Простейший механизм изоляции различных подсетей, работающих через общие коммутаторы и маршрутизаторы, известен как 802.1Q;
- (6) привязка абонента к порту.

### 3. Основные технические характеристики

Технические характеристики коммутатора „BotikSwitch“ указаны в таблице 1.

### 4. Вывод

Разрабатываемый управляемый коммутатор Ethernet предназначен для обеспечения связи в региональных компьютерных сетях. Используется для коммутации по оптоволоконному кабелю на скорости 1000 Mbit и витой паре на скоростях 10/100 Mbit. Внедрение Ethernet коммутатора „BotikSwitch“ дает ряд преимуществ:

- возможность удаленного контроля и управления по портам;
- снижение затрат на обслуживание;
- защиту сетевого оборудования от гроз;
- объединяет в себе порты для оптоволоконного кабеля и витой пары;
- возможность использования как на магистральных, так и для обеспечения сети конечным пользователям.

## Список литературы

- [1] *Описание микроконтроллера Marvell 88E6095-95F*: Marvell Semiconductor Inc., 2005, Эл. ресурс [https://www.marvell.com/files/products/switching/linkstreet/SMB\\_88E6092\\_95\\_95F.pdf](https://www.marvell.com/files/products/switching/linkstreet/SMB_88E6092_95_95F.pdf). ↑2.1
- [2] *Описание микроконтроллера AT91SAM7X128-AU*: Atmel Corporation, 2009, Эл. ресурс: [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/6120s.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/6120s.pdf). ↑2.2
- [3] Иванова Н. Ю., Романова Е. Б. Проектирование печатных плат в САПР P-CAD 2002. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2007. — 118 с. ↑2.3

A. V. Elistratov. *Development of a hardware–software means of assemblies of switching of regional networks* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 57–62. (*in Russian*).

ABSTRACT. Work describes designing of hardware–software means for switching of networks. The product should provide communication between sites of regional networks. The device carries out data transmission through 3 ports SFP 1000 BASE-X, has 16 ports RJ-45 10 BASE-T/100 BASE-TX and possibility of remote management — "EtherBox32".

Ю. Г. Емельянова

## **Контроль системы управления ориентацией космического аппарата с применением когнитивной графики**

Научный руководитель: проф. В. М. Хачумов

Аннотация. Рассматривается задача обработки и визуализации показаний датчиков положения космического аппарата с целью выявления сбоев и неисправностей. В основе предлагаемого подхода лежит гипотеза о наличии корреляционной зависимости между показаниями датчиков. Проведены необходимые эксперименты с данными телеметрии.

### **1. Введение**

Работа различных систем управления, функционирующих в реальном времени существенным образом зависит от количества и качества используемых в системах измерительных преобразователей информации — датчиков [1]. Датчики космического аппарата (КА) предназначены для определения положения корпуса относительно земного поля и скорости его вращения вокруг собственных осей. Эти данные позволяют создать надежную и экономичную систему ориентации КА [2]. Наиболее чувствительными элементами систем управления, стабилизации и навигации КА являются датчики угловых скоростей (ДУС) [3]. К характеристикам ДУС предъявляются жесткие требования по точности и надежности в условиях высокого уровня помех.

### **2. Постановка задачи**

Для того чтобы космический аппарат не превратился в свободно летящее тело, произвольно вращающееся относительно своего центра масс, его следует ориентировать, причем вид ориентации определяется назначением КА. Угловую ориентацию КА осуществляют с помощью системы управления движением [4].

Известно несколько методов описания конечного поворота твердого тела. Например, при рассмотрении задачи построения ориентации упругого космического аппарата в работе [3] применяют систему уравнений Эйлера, описывающую динамику вращения КА вокруг центра масс, и систему кинематических уравнений для последовательности поворотов. В системе уравнений Эйлера учитываются проекции главного момента управления на оси связанной системы координат. Взаимодействие КА с внешней средой является источником внешнего возмущающего момента, приводящего к появлению действующих на корпус внешних сил — гравитационного, аэродинамического, светового, магнитного [3].

В данной статье рассматривается случай, когда имеется набор показаний датчиков ориентации космического аппарата, содержащий:

- $D$  — дальность, км;
- $V$  — скорость, м/сек;
- УКР — курсовой угол по первой линии связи;
- УТР — тангажный угол по первой линии связи;
- УКА — курсовой угол по второй линии связи;
- УТА — тангажный угол по второй линии связи;
- $B1$  — угол крена — угол поворота вокруг оси  $X$  корабля;
- $INTV$  — интеграл от скорости, м.

Требуется выявить ситуации отказов и сбоев в работе датчиков, визуализировать состояние космического аппарата средствами компьютерной графики. Из-за отсутствия информации об управляющих и внешних воздействиях использование общепринятых способов контроля ориентации КА применительно к поставленной задаче становится невозможным. В связи с этим, следует искать метод определения отказов и сбоев датчиков, который бы основывался исключительно на имеющихся данных телеметрии.

### 3. Выдвижение гипотез

Сложность решения задачи определяется отсутствием телеметрических данных с прецедентами различных поломок и возможности проведения натурного эксперимента. Единственный выход в сложившейся ситуации — строить и проверять гипотезы, основанные на эвристических предположениях.



В таблице 2 содержатся коэффициенты множественной корреляции для трех параметров.

Таблица 2. Тройная корреляция

	D	V	УКР	УТР	УКА	УТА	B1	INTV
D, V	1	1	0.5797	0.3514	0.2776	0.6209	0.0956	0.6302
D, УКР	1	0.8128	1	0.3375	0.4739	0.5681	0.1622	0.9706
D, УТР	1	0.7471	0.3553	1	0.8409	0.2264	0.0337	0.4159
D, УКА	1	0.743	0.4918	0.8423	1	0.2878	0.0707	0.5126
D, УТА	1	0.8305	0.5752	0.2224	0.2705	1	0.1231	0.5562
D, B1	1	0.7101	0.2168	0.0926	0.0622	0.156	1	0.2742
D, INTV	1	0.8317	0.9706	0.4015	0.4958	0.5485	0.2345	1
V, УКР	0.7985	1	1	0.3443	0.4728	0.6037	0.1621	0.9717
V, УТР	0.7404	1	0.4094	1	0.8388	0.4439	0.0396	0.4778
V, УКА	0.7213	1	0.5104	0.8373	1	0.5003	0.0681	0.5436
V, УТА	0.8043	1	0.5752	0.3238	0.4138	1	0.1213	0.5653
V, B1	0.7099	1	0.3271	0.1743	0.2037	0.3764	1	0.3949
V, INTV	0.814	1	0.971	0.4028	0.4916	0.5809	0.2377	1
УКР, УТР	0.1561	0.3016	1	1	0.8608	0.6976	0.1702	0.9738
УКР, УКА	0.1692	0.2982	1	0.8398	1	0.8302	0.1627	0.9714
УКР, УТА	0.1509	0.3755	1	0.572	0.8013	1	0.1658	0.9706
УКР, B1	0.1498	0.2904	1	0.3385	0.4688	0.5686	1	0.9737
УКР, INTV	0.1508	0.3451	1	0.4578	0.491	0.568	0.3591	1
УТР, УКА	0.1692	0.1971	0.4802	1	1	0.2759	0.1062	0.4905
УТР, УТА	0.1532	0.4378	0.7257	1	0.8445	1	0.1246	0.7519
УТР, B1	0.0983	0.1785	0.3711	1	0.8393	0.2274	1	0.4628
УТР, INTV	0.1541	0.3302	0.9723	1	0.8542	0.7082	0.2537	1
УКА, УТА	0.1061	0.4722	0.8594	0.838	1	1	0.1561	0.8595
УКА, B1	0.0337	0.1981	0.4871	0.8386	1	0.3025	1	0.531
УКА, INTV	0.172	0.3294	0.9706	0.8373	1	0.8252	0.2421	1
УТА, B1	0.1044	0.3609	0.5755	0.1938	0.2855	1	1	0.5737
УТА, INTV	0.1518	0.3924	0.9715	0.6337	0.8084	1	0.2346	1
B1, INTV	0.15	0.329	0.9729	0.4105	0.4931	0.5482	1	1

Обратим внимание на коэффициент корреляции между скоростью и дальностью КА. Он равен 0.7072. Такая высокая корреляция

объясняется тем, что дальность и скорость полета КА связаны соотношением  $V = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$ , где  $V$  — скорость КА,  $G$  — гравитационная постоянная,  $M$  — масса Земли,  $R$  — радиус Земли,  $h$  — высота КА над поверхностью Земли. Значит, есть первое подтверждение выдвинутой гипотезы.

Проверялась модель отказа датчика, при которой его показания составляли некоторую постоянную величину. В результате было установлено отсутствие как парной, так и тройной корреляции между показаниями данного датчика и всех остальных, что явилось вторым подтверждением гипотезы.

Далее была проверена такая модель отказа, при которой каждому четному значению показания датчика соответствовало минимальное значение из всей выборки, а нечетному — максимальное. Парные корреляции датчиков, полученные для вышеуказанной модели, сведены в табл. 3. В каждой строке таблицы содержатся результаты имитации поломки для данного устройства.

ТАБЛИЦА 3. Результаты имитации сбоев в работе датчиков

	D	V	UKP	UTP	UKA	UTA	B1	INTV
D	1	0.5	0.0132	0.0218	0.0981	0.0722	0.008	0.0089
V	0.4083	1	0.0077	0.0126	0.0567	0.0417	0.0183	0
UKP	0.0119	0.0084	1	0.0048	-0.0016	-0.0012	0.0201	0
UTP	0.014	0.0099	0.004	1	-0.0019	0	0.0201	-0.0001
UKA	0.0623	0.0441	-0.0034	-0.0057	1	0.0064	0.0193	-0.0062
UTA	0.0624	0.0442	-0.0023	-0.0038	0.0174	1	0.0196	-0.0054
B1	0	0.0041	-0.0011	-0.0032	0.0053	-0.0002	1	-0.0043
INTV	0.0075	0.0053	0.0038	0.0042	-0.002	-0.0015	0.02	1

Сравнивая данные на таблице 1 и таблице 3, можно заметить снижение модуля корреляции при внесении помех в показания датчиков. Значения тройной корреляции реагируют на имитацию поломки устройства так же, как и парной. Таким образом, на основании результатов экспериментов можно сделать вывод, что предложенная гипотеза верна.

## 5. Визуализация ориентации КА

Одной из актуальных задач пилотирования КА является контроль достоверности поступающей с датчиков информации. Предлагаемый в настоящей работе подход ориентирован на использование средств машинной графики для измерения, обработки и визуализации контролируемых параметров в удобной для оператора форме (рис. 1).

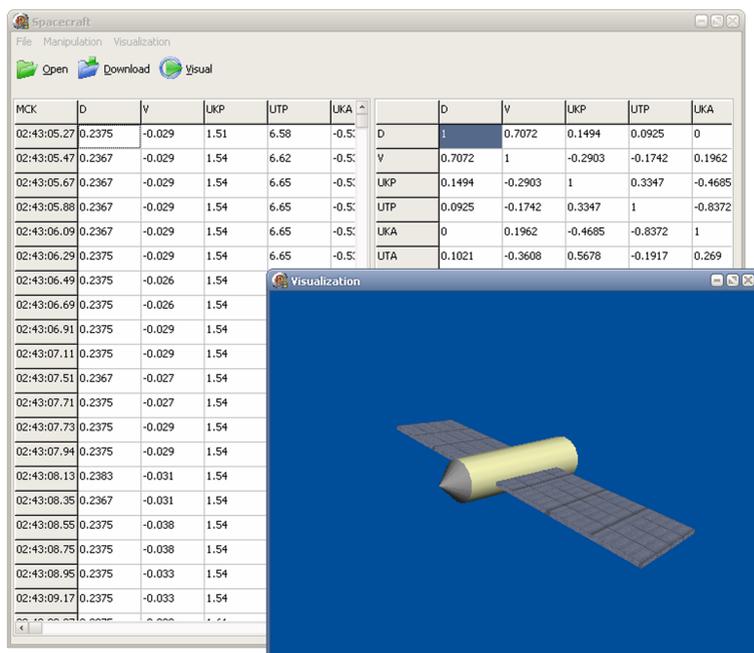


Рис. 1. Интерфейс программного приложения

Обычно все данные проходят первичную обработку и оперативно отображаются в виде системы графиков, содержащих как исходную информацию, так и результаты обработки. Отметим, что даже простая визуализация телеметрии в виде системы графиков несет оператору значительную дополнительную информацию и создает определенные удобства. Однако одновременное представление всех данных телеметрии в виде графиков затрудняет их анализ. Перспективным

является метод контроля положения подвижных объектов с использованием трехмерных геометрических моделей. Подключение геометрической модели к данным телеметрии позволяет воспроизводить в удобной форме относительное движение объектов во времени и пространстве и анализировать возникающие ситуации. Достоверность данных телеметрии проверяется оператором путем непосредственного визуального оценивания поведения модели на экране дисплея.

Трёхмерные объекты, хранящиеся в формате 3ds, отображаются на экране с помощью функций библиотеки OpenGL. Для придания отображению ориентации КА большей информативности и реальности ракурс показа повернут на 20 градусов относительно оси  $X$  и на 40 градусов относительно оси  $Y$ . Создаваемая трехмерная геометрическая модель, имеет контуры, совпадающие с профилем реального летательного аппарата. Многие несущественные детали объектов при этом не воспроизводятся, что позволяет ускорить визуализацию. Проведенные эксперименты на основе реальных данных телеметрии КА показали эффективность подобного интегрального метода визуального контроля [7].

## 6. Заключение

По результатам исследований была разработана программа, способная выполнять предобработку показаний датчиков и обеспечивать анимационный графический вывод входных данных. Предлагаемое программное приложение обладает следующими свойствами:

- (1) выявляет парную и множественную корреляцию показаний датчиков;
- (2) визуализирует текущее положение КА.

Программное приложение способствует выявлению неработоспособности датчиков ориентации. Развитие рассмотренных методов контроля возможно в направлении точного выявления неисправных датчиков методами распознавания образов, включая применение аппарата искусственных нейронных сетей.

## Список литературы

- [1] Юсупов Д. Р. Надежность интеллектуальных датчиков систем управления газоперерабатывающих производств: Автореферат кандидатской диссертации. — Астрахань, 2006. — 23 с. ↑1
- [2] Петров В. П. Ориентация в космосе. — М.: Наука и жизнь, 1958. — 7 с. ↑1

- [3] Уханов Э. В. Разработка алгоритмов контроля и диагностики систем управления ориентацией космического аппарата: Дипломная работа. — Харьков, 2005. — 169 с. ↑1, 2
- [4] Большая космическая энциклопедия. — <http://kosmos.claw.ru/>. ↑2
- [5] Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. — Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000. — 180 с. ↑4
- [6] Авербух В. Л., Бараковских Н. И., Зенков А. И., Петров А. Н. Языки описания видов отображения для систем компьютерной визуализации // 14-я Международная Конференция по Компьютерной Графике и Зрению Графи-Кон'2004, Москва, 6–10 сентября 2004. — М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. — 302-305 с. ↑2
- [7] Бурдаев М. Н. Применение методов когнитивной графики в процессе подготовки космонавтов // Труды Шестой международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос». — Звездный городок: Редакционно-издательский отдел РГНИИЦПК им. Ю.А.Гагарина, 2005. — 130 с. ↑5

J. G. Emelyanova. *The control of spacecraft orientation management system with cognitive graphics application* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 63–70. (*in Russian*).

ABSTRACT. The paper considers processing and visualization of spacecraft position sensors indications purposely failure detection and trouble-shooting. The hypothesis about correlative dependence presence between sensors indications underlies in the offered approach. Some necessary experiments with the telemetry data are realized.

А. А. Ефимова

## Задача о степени устойчивости матрицы и линейные неравенства

Научный руководитель: В. В. Трушков

Аннотация. Рассмотрена задача о степени устойчивости матрицы. Показано, что ее решение сводится к решению линейного неравенства.

### 1. Введение

В теории управления часто бывает важным выяснить степень устойчивости линейных систем дифференциальных уравнений ([1])

$$\dot{x} = Ax, \quad x \in \mathbb{R}^n.$$

Эта задача сводится к определению степени устойчивости матрицы  $A$ , т.е. к вычислению

$$\mu = -\max_i \operatorname{Re}(\lambda_i(A)),$$

где  $\lambda_i(A)$  — собственные значения матрицы  $A$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Имеется множество работ, в которых решается задача об определении максимальной степени устойчивости. Нельзя не отметить множество работ по этой тематике А.М. Шубладзе и его учеников (см. статью [2] и библиографию в ней). Стандартный способ исследования связан с вычислением определителей из критерия Рауса-Гурвица, частотных критериев типа Михайлова или Найквиста или же их комбинацией. Сложность решения задачи с помощью этих критериев связана с тем, что в такой формулировке задача является минимаксной. В результате имеется множество работ, в которых рассматриваются многочисленные частные случаи при небольшом порядке матриц.

В работе предложен способ, сводящий задачу об определении степени устойчивости для произвольной матрицы к решению линейного неравенства.

## 2. Постановка задачи

Пусть дана матрица  $A$ , у которой действительные части собственных чисел отрицательны (например, такой матрицей может быть отрицательно определенная матрица). Необходимо найти ее степень устойчивости, т.е.  $\mu = -\max_i \operatorname{Re}(\lambda_i(A))$ , где  $\lambda_i$  — собственные значения матрицы  $A$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Доказана следующая теорема.

**ТЕОРЕМА 2.1.** *Число  $\mu$  меньше степени устойчивости матрицы  $A$ , у которой  $\operatorname{Re}(\lambda_i(A)) < 0$ ,  $i = \overline{1, n}$ , если для положительно определенной симметрической матрицы  $X$  матрица*

$$B = A^T X + X A + 2\mu X \quad (*)$$

*отрицательно определена.*

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Пусть  $\lambda_0$  — некоторое собственное значение матрицы  $A$ ,  $x_0$  — соответствующий ему собственный вектор. Рассмотрим выражение  $x_0^T B x_0$ :

$$\begin{aligned} & x_0^T A^T X x_0 + x_0^T X A x_0 + 2\mu x_0^T X x_0 = \\ & = \bar{\lambda}_0 x_0^T X x_0 + \lambda_0 x_0^T X x_0 + 2\mu x_0^T X x_0 = \\ & = 2(\operatorname{Re} \lambda_0 + \mu) x_0^T X x_0. \end{aligned}$$

Так как матрица  $X$  положительно определена, т.е.  $x^T X x > 0$  для всех  $x \neq 0$ , то это выражение является неположительным, если  $\mu \leq |\operatorname{Re} \lambda_0|$ , в силу произвольности выбора  $\lambda_0, x_0$ .  $\square$

Эта теорема позволяет конструктивно находить оценку границы устойчивости матрицы. Подставим в (\*) произвольную положительно определенную матрицу  $X$ . Для определения  $\mu$  необходимо решить неравенства, возникающие из критерия Сильвестра [3].

## 3. Примеры

Рассмотрим применимость доказанной теоремы на матрицах порядка 2.

**Пример 1.** Рассмотрим матрицу

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}.$$

Вычислим  $X = \int_0^{\infty} e^{A^T t} e^{At} dt$ :

$$X = \int_0^{\infty} \begin{pmatrix} e^{-2t} & 0 \\ 0 & e^{-4t} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} e^{-2t} & 0 \\ 0 & e^{-4t} \end{pmatrix} dt = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{pmatrix}.$$

Эта матрица положительно определена.

Теперь вычислим  $A^T X + X A + 2\mu X$ :

$$\begin{aligned} A^T X + X A + 2\mu X &= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{pmatrix} + \\ &+ \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} + 2\mu \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \mu - 1 & 0 \\ 0 & \frac{\mu}{2} - 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Чтобы эта матрица была отрицательно определена, необходимо, чтобы  $\mu < 1$ .

Оценка, полученная с помощью доказанной теоремы, является точной, поскольку

$$-\max_i \operatorname{Re}(\lambda_i(A)) = -\max\{-1, -2\} = 1.$$

Пример 2. Рассмотрим матрицы

$$A = \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}$$

и

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Выражение  $B = A^T X + X A + 2\mu X$  равно

$$B = \begin{pmatrix} 2\mu - 4 & -1 \\ -1 & 2\mu - 4 \end{pmatrix}.$$

Эта матрица устойчива, если  $\mu \leq \frac{3}{2}$ . Данный пример иллюстрирует, что произвольный выбор матрицы  $X$  может привести к довольно грубым оценкам. Если бы мы, как в прошлый раз, использовали матрицу

$$X = \int_0^{\infty} e^{A^T t} e^{At} dt,$$

то получили бы более точную оценку:  $\mu \leq \frac{16}{9}$ . Заметим, что точная граница в данном случае равна 2.

**Пример 3.** В задачах теории управления часто бывает необходимо выбрать такой параметр в матрице, чтобы она имела максимальную степень устойчивости. Рассмотрим матрицу

$$A = \begin{pmatrix} -1 & \sin \varphi \\ \sin \varphi & -1 \end{pmatrix},$$

в которой  $\varphi$  является параметром.

Рассмотрим матрицу  $X = \int_0^{\infty} e^{A^T t} e^{At} dt$ . Заметим, что

$$e^{At} = e^{A^T t} = \begin{pmatrix} e^{-t} & 0 \\ 0 & e^{-t} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \operatorname{ch}(t \sin \varphi) & \operatorname{sh}(t \sin \varphi) \\ \operatorname{sh}(t \sin \varphi) & \operatorname{ch}(t \sin \varphi) \end{pmatrix}.$$

Проводя вычисления, получаем

$$X = \begin{pmatrix} \frac{1}{\cos^2 \varphi} & \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} \\ \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} & \frac{1}{\cos^2 \varphi} \end{pmatrix}.$$

Таким образом, для определения степени устойчивости нам необходимо исследовать на неположительную определенность матрицу

$$\begin{pmatrix} \mu - \cos^2 \varphi & \sin \varphi \\ \sin \varphi & \mu - \cos^2 \varphi \end{pmatrix}.$$

Получаем, что степень устойчивости матрицы не меньше 1, причем это значение достигается при  $\varphi = \pi n$ ,  $n \in \mathbb{Z}$ .

Покажем, что полученная оценка является точной. Собственные значения рассматриваемой матрицы равны

$$\lambda_{1,2} = -1 \pm \sin \varphi.$$

Нетрудно видеть, что максимальная степень устойчивости, равная 1, достигается при  $\varphi = \pi n$ ,  $n \in \mathbb{Z}$ .

#### 4. Результаты

- (1) Доказана теорема, позволяющая свести задачу об определении степени устойчивости матрицы к решению линейного неравенства.
- (2) Рассмотрены иллюстрирующие эту теорему примеры.

## 5. Выводы

В работе задача о нахождении оценки для степени устойчивости матрицы сведена к проверке условий критерия Сильвестра. Это позволяет эффективно находить границу устойчивости матрицы.

### Список литературы

- [1] Трушков В. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — Учебное пособие. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2008. — 319 с. ↑1
- [2] Шубладзе А. М., Попадько В. Е., Якушева А. А., Кузнецов С. И. *Исследование оптимальных по степени устойчивости решений при ПИД управлении. Часть 1* // Сборник трудов "Управление большими системами". — М.: ИПУ РАН, 2006, с. 86–100. ↑1
- [3] Гельфанд И. М. Лекции по линейной алгебре. — 5-е изд., исправленное. — М.: Добросвет, МЦНМО, 1998. — 320 с. ↑2

A. A. Efimova. *The problems about degree of steady for matrix and linear inequalities* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 71–75. (*in Russian*).

ABSTRACT. The problem of the degree of stability of the matrix array has been analyzed. It has been established that its solution is amounted to the solution of a linear inequality.

И. Ф. Казаков, Д. Р. Магсумов, Ю. А. Безрук,  
М. В. Костюшко

## Персональная медицинская информационная система «Интерин ДОС»

Научный руководитель: к.т.н. Д. В. Бельшев

Аннотация. МИС «Интерин ДОС» является настольной медицинской информационной системой, предназначенной для персонального использования врачами. Система является бесплатной, полнофункциональной, простой в использовании. «Интерин ДОС» позволяет формировать электронную медицинскую карту пациента, получать необходимые отчетные документы, работать с Мобильными электронными медицинскими картами.

Система обеспечивает возможность обмена медицинскими данными с другими информационными системами.

### 1. Введение

На современном рынке медицинского программного обеспечения (ПО) представлен достаточно широкий спектр информационных систем, предназначенных для комплексной информатизации деятельности лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), имеющих различный профиль. Большинство современных медицинских информационных систем (МИС) представляют собой крупномасштабные программные продукты со сложной архитектурой; разработка, внедрение и сопровождение систем такого класса требует значительных кадровых, организационных и материальных ресурсов.

Однако среди получивших наибольшее распространение МИС практически отсутствуют качественные программные продукты, которые предназначены для индивидуального использования медицинскими работниками. Потребность в такой компактной, простой в использовании и вместе с тем полнофункциональной МИС, обеспечивающей полноценную поддержку профессиональной деятельности врача, может возникать в различных ситуациях. Например, когда доступ к основной госпитальной системе отсутствует: работа медицинских специалистов на выезде, работа бригад скорой помощи, а также

при информатизации небольших ЛПУ или подразделений медицинских центров, где внедрение и использование крупных МИС является нецелесообразным.

Анализ необходимых бизнес-процессов, а также предполагаемых режимов и особенностей функционирования систем подобного класса, позволяют сформулировать следующие основные принципы, на которых должна строиться персональная МИС:

- Модульная архитектура.
- Возможность работы с различными источниками данных, в том числе реляционными и XML базами данных, WEB-сервисами и т.п.
- Простота установки и высокая степень портируемости ПО.
- Наличие визуального конструктора медицинских документов и подсистемы документооборота. Как следствие — документ-ориентированный пользовательский интерфейс, обеспечивающий качественную поддержку работы врачей.
- Механизмы двунаправленного обмена данными с различными подсистемами других МИС.
- Возможность функционирования ПО в различных режимах: настольная индивидуальная система; клиентское автоматизированное рабочее место МИС (АРМ МИС).

В рамках развития данного направления предполагается проектирование, разработка и внедрение персональной МИС «Интерин ДОС» [1], поддерживающей работу медицинских специалистов в случае отсутствия доступа к АРМ МИС «Интерин PROMIS» [2].

## 2. Постановка задачи

МИС «Интерин ДОС» является настольной системой, предназначенной для персонального использования врачами, в качестве методического пособия студентами медицинских вузов, для индивидуального использования гражданами, прежде всего, находящихся в группах риска и страдающих хроническими заболеваниями, для ведения личных записей о здоровье и получения справочных данных. Основными критериями при создании МИС «Интерин ДОС» являются бесплатность распространения, компактность, простота в использовании и полнофункциональность.

Работа врача в системе «Интерин ДОС» будет обеспечивать возможность как автономной работы специалиста, так и обмена данными с другими МИС, в том числе с госпитальными системами за счет использования стандартов передачи медицинских данных.

Поскольку работа врача в большинстве случаев связана с медицинскими документами, то МИС должна поддерживать возможность формирования отчетных документов (бланков строгой формы и дневников), необходимых врачу, а также формирования произвольных выборок по заданным критериям. МИС «Интерин ДОС» должна поддерживать создание тезауруса, на основании понятий которого должны строиться медицинские документы системы.

МИС «Интерин ДОС» должна поддерживать ведение электронного архива медицинских карт пациентов, включая персональную информацию и медицинские документы; поддерживать возможность использования медицинских справочников и пособий, обновляющихся из централизованного web-ресурса on-line или путем установки дополнений. Также данная МИС должна оперировать медицинской мультимедийной информацией; должна формировать и вести персональные Мобильные электронные медицинские карты пациентов (электронные карты здоровья) [3].

### 3. Модульная архитектура

Модульность ПО МИС «Интерин ДОС» является одним из основополагающих принципов архитектуры системы и предполагает декомпозицию цельной системы на отдельные программные модули и подсистемы. Основные атрибуты, характерные модульной системе, следующие:

- модуль системы представляет собой отдельную программную библиотеку;
- базовым модулем является ядро, имеющее в своем составе системные (работа с данными, обеспечение истории болезни (ИБ) и т.п.) и прикладные модули (получение данных о пациенте, враче и т.п.);
- прочие модули общаются с библиотекой ядра;
- все взаимодействие с источником данных ведется через ядро;
- непосредственное взаимодействие между модулями сводится к минимуму (или совсем исключается);

- предусмотрены стандарты, регламентирующие создание модулей, входящих в состав ПО.

Особо стоит рассмотреть механизм взаимодействия отдельных модулей. Предлагается следующая схема работы: за основу берется предположение, что рассматривается не единая монолитная система, а несколько независимых модулей, выполняющих определенные функции. Каждый модуль — это некая замкнутая подсистема, имеющая набор пользовательских форм, слой бизнес-логики и механизм хранения данных. Исходя из положения о модульности МИС «Интерин ДОС», каждый модуль работает в тесном взаимодействии с ядром, в том числе все взаимодействия с источником данных производится через единый шлюз, реализуемый ядром.

Усилим схему, потребовав, чтобы не только запрос и сохранение данных, но и определенный (заданный в каждом конкретном модуле самостоятельно) набор действий отражался в ядре. То есть модули при выполнении тех или иных действий передают некое сообщение ядру, точнее МЕНЕДЖЕРУ СОБЫТИЙ ядра.

Схема работы менеджера событий выглядит следующим образом:

- При регистрации модуля формируется перечень событий, которые данный модуль имеет возможность обрабатывать.
- Во время работы тот или иной модуль направляет менеджеру некое событие.
- Менеджер просматривает список зарегистрированных модулей и в их рамках список событий, которые тот или иной модуль обрабатывает.
- Если соответствие между пришедшим сообщением и неким элементом из списка сообщений, обрабатываемых модулем, найдено, то менеджер вызывает определенный метод модуля, передавая необходимую информацию о возникшем событии.
- Далее происходит переход к следующему модулю, отслеживающему данное событие и т.д. Причем задается последовательность обработки сообщений, поскольку то или иное событие может сначала обработаться одним, а потом другим модулем.

На рис. 1 приведена схема взаимодействия модулей системы с участием менеджера событий.

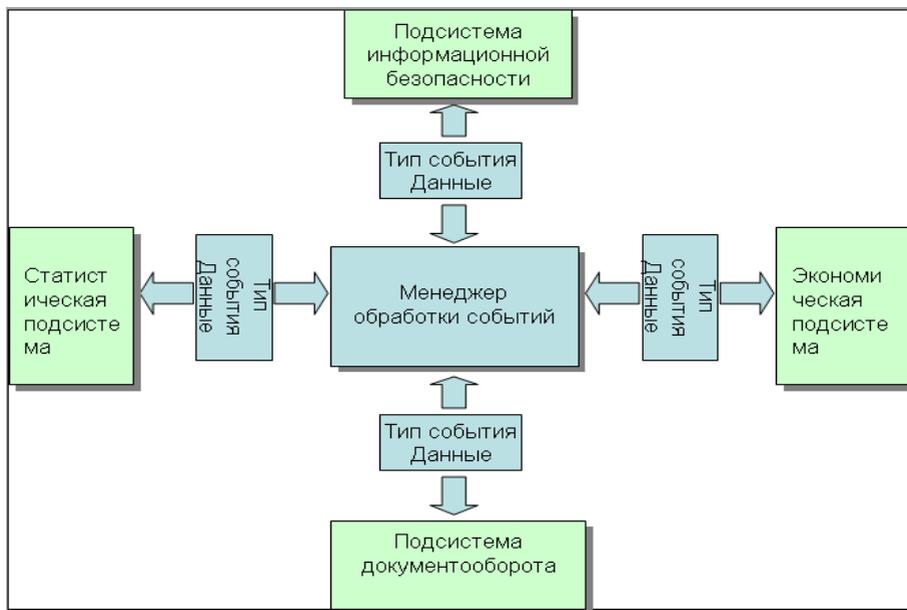


РИС. 1. Схема взаимодействия модулей МИС «Интерн DOC»

Помимо описанного выше, существует еще один способ взаимодействия модулей системы. Вводится понятие «Контекст системы». Контекст состоит из контекстных переменных и описывает состояние системы. Контекстные переменные имеют название, тип, значение, ссылку на модуль, который может инициализировать данную переменную, параметры переменной.

Ядром системы реализуется глобальный контекст системы, с которым общается всякий модуль системы.

При вызове любого модуля контекст целиком копируется локально в данный модуль, все изменения контекста происходят синхронно: в глобальной и локальной копиях.

При получении управления любым модулем, глобальный контекст полностью переписывается локальным контекстом, тем самым переводя систему в то состояние, в котором она была до момента потери управления данным модулем.

В состав базовой версии МИС «Интерин ДОС» должны войти следующие основные модули:

- ядро МИС;
- модуль «Рабочий стол»;
- общесистемный справочник мобильного АРМ;
- модуль «Персоны»;
- модуль «Амбулаторные карты»;
- модуль «Врачебные документы»;
- модуль обеспечения информационной безопасности;
- модуль двунаправленного обмена данными с МИС «Интерин PROMIS».

Описанные выше принципы позволяют получить систему, удовлетворяющую следующим свойствам:

- возможность декомпозиции системы;
- унификация программных интерфейсов и технологий разработки;
- «произвольное» конфигурирование состава АРМов системы;
- контроль версий и целостности ПО;
- единый конфигурируемый механизм авторизации и разграничения прав пользователей.

#### **4. Принципы работы с источниками данных**

Поскольку одним из обозначенных выше принципов построения МИС «Интерин ДОС» является возможность работы с различными, в общем случае гетерогенными, источниками данных, архитектура системы должна быть устроена таким образом, что получение данных программой из источника происходит на основе унифицированной внутри системы технологии. Предлагается технология классов доступа к данным, основанная на объектно-реляционном подходе [4].

Класс доступа к данным представляет собой инкапсуляцию определенных свойств и методов, описывающих работу с той или иной сущностью внутри предметной области, а также задающих логику хранения данной сущности в таблицах реляционной базы данных (БД). Таким образом, при разработке ПО обеспечивается объектный подход к обработке данных.

Следует отметить, что источником данных может служить как драйвер к БД, так и удаленный источник, например web-сервис. При

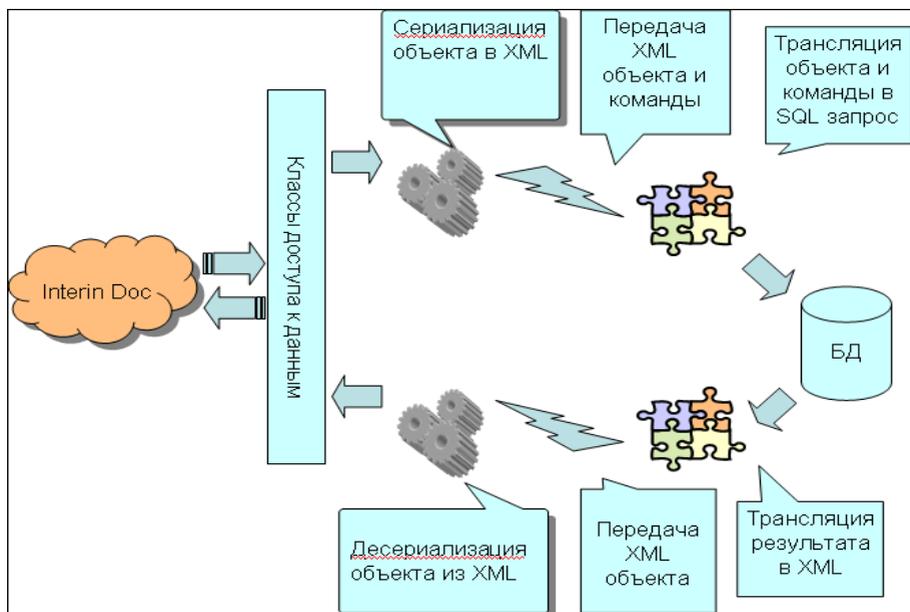


Рис. 2. Схема работы классов доступа к данным

этом, как рассредоточены данные в источнике данных, для приложения не играет никакой роли. Драйвер или иной сервис обеспечивают прослойку между реляционной и объектной моделью. Основная задача прослойки — сформировать «правильный» XML на выходе и уметь принимать поток данных, так же сформированных в виде XML документа.

Механизм классов доступа к данным в свою очередь тоже служит прослойкой, способной из XML документов получить объекты заданной структуры, и с возможностью сформировать из объекта XML документ. Общая схема работы механизма работы МИС «Интерин DOC» приведена на рис. 2.

Поскольку система проектировалась как гибкий и масштабируемый инструмент, она способна быть расширена дополнительными модулями, которые могут быть реализованы и поставляться в виде отдельных DLL-файлов. Поэтому возникает необходимость в регистрации и конфигурации модулей системы, и классов доступа в

частности, с указанием имен классов и пространства имен. Для этих целей служат специальные модули конфигурации.

Отметим основные свойства, которыми будет обладать система, построенная на основе предложенной технологии работы с данными:

- возможность пополнять набор сущностей предметной области;
- возможность изменять набор полей внутри сущности, без фактического изменения внутренних принципов функционирования ПО;
- автоматизация технологического процесса создания (разработки) вновь добавляемых классов доступа к данным;
- унификация элементов пользовательских интерфейсов, которые обеспечивают работу с сущностями предметной области (работа со списками, подборками и т.п.);
- стандартизация взаимодействия с внешним ПО при двунаправленном обмене данными.

## 5. Документы системы

Как было отмечено выше, модуль «Врачебные документы» входит в состав обязательных модулей МИС «Интерин ДОС». Основным назначением модуля является предоставление пользователю возможности создания/редактирования широкого спектра медицинских документов, их сохранения в источнике данных, шаблонного заполнения, печати, получения ретроспективных срезов документов (поддержка историчности), взаимодействие с общесистемным справочником, взаимодействие с тезаурусом системы. Также модуль «Врачебные документы» реализует весь набор функций, необходимых для создания и обработки медицинских документов.

С точки зрения реализации, документы системы представляют собой объединенные в одном объекте две XML-модели: модули визуализации и модели хранения данных. В интерфейсе пользователей документы системы визуализируются средствами Microsoft Windows Forms. Также для моделей документов предусмотрена возможность расширения набора элементов управления (компонент), используемых для конструирования моделей документов.

Взаимодействие подсистемы документов и источника данных, а также механизмы шаблонного заполнения документов реализованы в описанной выше технологии классов доступа к данным.

Модуль «Врачебные документы» состоит из двух частей:

- конструктор документов (DocumentDesigner);
- механизм отображения документов (DocumentRuntime).

Объединение модели данных и визуализации, представление документа на логическом и физическом уровнях обработки данных единым объектом, унификация механизма хранения в источнике данных, а также расширяемый набор пользовательских компонент моделей документов делают возможными создание полноценного визуального конструктора моделей документов для МИС «Интерин ДОС».

Для построения врачебных осмотров используется разработанный конструктор документов DocumentDesigner, предоставляющий возможность создания визуальной модели документа, а также заполнения компонент данными. Сам конструктор разбит на четыре основные части (рис. 3):

- в верхней части располагается главное меню и панель инструментов;
- слева располагается панель, содержащая компоненты для визуализации документа;
- справа располагается панель, отображающая свойства компонент создаваемого документа;
- центральная часть отведена для самого создаваемого документа.

Модуль предоставляет возможность ввода данных каждого из первичных медицинских документов в интерактивном режиме. При формировании документов осуществляется контроль данных на входе.

В конструкторе документов имеются следующие модели медицинских документов, таких как:

- осмотр терапевта;
- осмотр невролога;
- осмотр хирурга;
- осмотр уролога;
- осмотр офтальмолога;
- осмотр гинеколога;
- осмотр мануального терапевта;
- осмотр физиотерапевта;
- осмотр стоматолога;
- осмотр оториноларинголога;

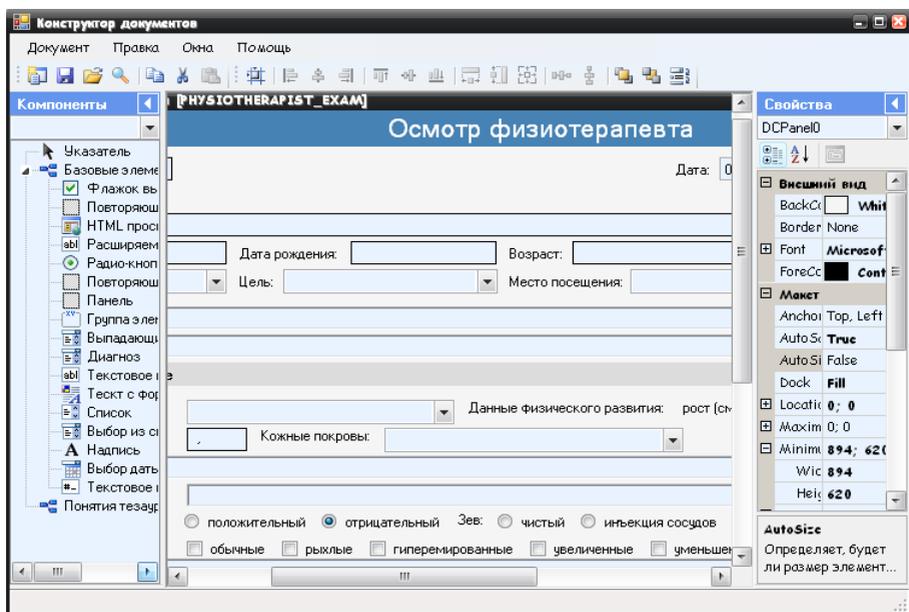


Рис. 3. Конструктор врачебных документов

- осмотр кардиолога;
- осмотр эндокринолога;
- эпикриз профосмотра;
- направление на диагностическое исследование;
- направление на лабораторное исследование;
- медицинские справки;
- направление в процедурный кабинет;
- информированные согласия;
- диспансерное наблюдение;
- протоколы диагностических исследований (УЗИ, функциональная диагностика, рентгенография, ФЛГ) в объеме ручного ввода текстовой информации;
- протоколы лабораторных исследований в объеме ручного ввода текстовой информации.

В конструкторе имеется ряд специализированных компонент, таких как:

- Повторяющаяся область.
- Повторяющаяся область диагнозов.
- Выпадающий список.

«Повторяющаяся область» и «Повторяющаяся область диагнозов» позволяют добавлять/удалять группы элементов, содержащиеся в указанной области столько раз, сколько требуется пользователю.

Компонента «Выпадающий список» предоставляет возможность автоматически связаться с источником данных сразу же после добавления этой компоненты в модель документа, что очень удобно и не требует лишних затрат времени.

Документ состоит из определенных понятий. Разные понятия могут быть разделены на группы по смысловой нагрузке. Перечень понятий и их группировка содержится в подсистеме «Тезаурус». Редактор тезауруса системы позволяет создавать, удалять и редактировать понятия тезауруса. Тезаурус позволяет выявить смысл не только с помощью определения, но и посредством соотнесения слова с другими понятиями и их группами, а также позволяет контролировать тип значений, принимаемых понятием. В панели свойств конструктора документов осуществляется привязка элементов документа к тезаурусу системы. Редактор тезауруса также позволяет привязывать понятия данной системы к понятиям внешних систем (рис. 4).

## 6. Результаты

Коллективом авторов выполнена разработка программного обеспечения и конфигурация персональной медицинской информационной системы «Интерин ДОС», позволяющей:

- вести электронный архив медицинских карт пациентов, которые содержат персональную информацию и медицинские документы;
- производить печать стандартных учетных форм, необходимых для ведения медицинской документации;
- поддерживать стандарты медицинской помощи по нозологиям;
- использовать медицинские справочники и пособия, обновляющимися либо из централизованного web-ресурса on-line либо путем установки дополнений (в случае отсутствия доступа в сети Интернет);
- оперировать медицинской мультимедийной информацией;

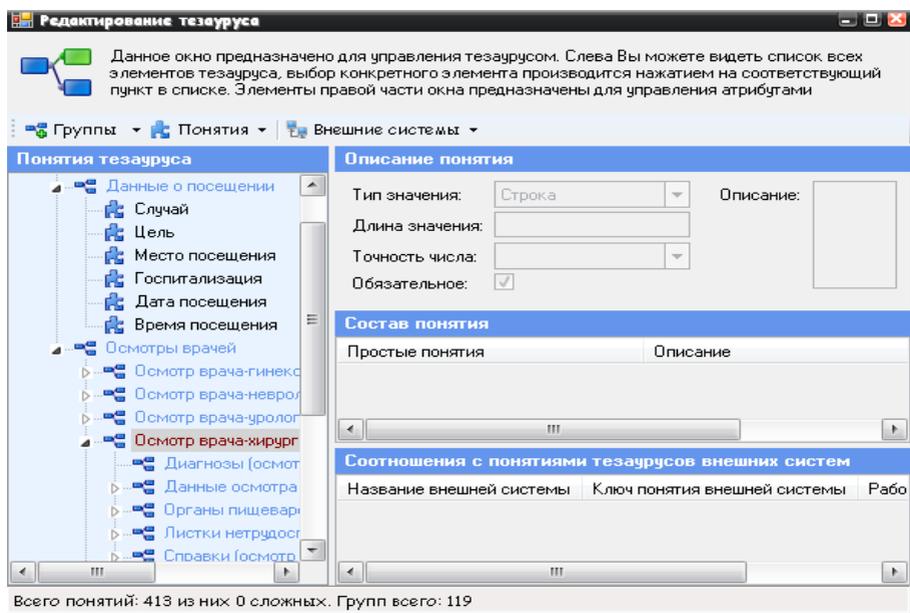


Рис. 4. Конструктор врачебных документов

- обеспечивать возможность обмена медицинскими данными с другими МИС;
- обеспечивать взаимодействие со страховыми компаниями;
- формировать отчетные документы, необходимые участковому, семейному врачу, врачу общей практики, а также формировать произвольные выборки по заданным критериям;
- формировать тезаурус и привязывать его к отчетным документам;
- отслеживать динамику изменения и контролировать состояние здоровья, лабораторных и прочих показателей;
- планировать лечебно-диагностические мероприятия;
- формировать и вести персональные Мобильные электронные медицинские карты пациентов (электронные карты здоровья).

В МИС «Интерин ДОС» реализована поддержка ведения электронной медицинской карты пациента, соответствующей стандарту

ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения».

При обработке и хранении персональных данных применяются регламентируемые Федеральным законом Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» требования защиты персональной информации пациентов.

«Интерин ДОС» является полноценным приложением создания, просмотра и редактирования Мобильных электронных медицинских карт (Электронных карт здоровья), представляющих собой технологию хранения и передачи электронных медицинских карт пациента, в том числе, на персональных флэш-носителях.

При создании данного программного продукта была использована платформа Microsoft .Net Framework 2.0, что позволило достаточно просто и элегантно реализовать сложные функции ядра и конструктора документов, а использование встроенных механизмов рефлексии и сериализации дали необходимый уровень абстракции при работе с источниками данных и документами. В качестве базы данных была использована СУБД Firebird 2.0. Данный факт обусловлен тем, что Firebird является бесплатной, но несмотря на это поддерживает практически весь функционал, характерный более «массивным» СУБД, таким как MySQL или MSSQL Server 2000.

## 7. Выводы

Персональная МИС «Интерин ДОС» является актуальной и необходимой для многих медицинских работников, студентов и граждан, простой в использовании, многофункциональной, бесплатной медицинской информационной системой. «Интерин ДОС» позволяет быстро и удобно создавать врачебные осмотры, наполнять их данными по ходу создания, связывать с понятиями тезауруса. «Интерин ДОС» позволяет с помощью редактора тезауруса создавать группы и понятия тезауруса, упорядочивать их, выявляя иерархию элементов; устанавливать свойства понятий; привязывать понятия системы к понятиям внешних систем.

С помощью конструктора документов построены многие модели врачебных документов; из понятий, использующихся в них, составлен тезаурус этих документов, выполнена привязка тезауруса к самим моделям документов.

Изложенные выше принципы и методы делают возможной реализацию программной платформы, на основе которой могут быть построены различные конфигурации ПО, предназначенного для использования в различных областях деятельности медицинских специалистов, в том числе в качестве ПО, используемого в условиях недоступности АРМов МИС «Интерин PROMIS».

После массового распространения МИС «Интерин ДОС», количество врачебных осмотров, требующих построения моделей документов, существенно возрастет. Для удобного массового распространения МИС «Интерин ДОС» создается сайт, который позволит бесплатно скачать текущую версию ПО, обновления системы и отдельных ее компонент, получить консультации по работе с МИС.

### Список литературы

- [1] Гулиев Я.И., Бельшев Д.В. Персональная информационная система врача Интерин ДОС. — №3: Врач и информационные технологии, 2008. — 79-80 с. ↑1
- [2] Гулиев Я.И. Интерин PROMIS 4.0: новые возможности. — №3: Врач и информационные технологии, 2007. — 38-42 с. ↑1
- [3] Гулиев Я.И., Бельшев Д.В., Куликов Д.Е. Мобильные электронные медицинские карты. — №3: Врач и информационные технологии, 2007. — 33-37 с. ↑2
- [4] Малых В.Л., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Объектно-реляционный подход к созданию больших информационных систем. — Программные системы: Теоретические основы и приложения / Под ред. А.К. Айламазяна. — М.: Наука. Физматлит, 1999. — 177 с. ↑4

ИПС РАН

УГП, 4М51

УГП, 3М61

I. F. Kazakov, D. R. Magsumov, J. A. Bezruk, M. V. Kostyushko. *Personal healthcare information system Interin DOC // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university.* — Pereslavl, 2009. — p. 76-89. (*in Russian*).

ABSTRACT. Interin DOC is a desktop healthcare information system for personal using. It's free, functional, easy to use. Interin DOC creates electronic health records for patients, generates essential report documents, and lets to operate with personal Mobile electronic health records.

The system supports medical data interchange with other information systems.

И. Ф. Казаков, Д. Р. Магсумов, А. Ю. Белякин

## Региональная МИС лекарственного обеспечения

Научный руководитель: к.т.н. Д. В. Бельшев

Аннотация. Информационная система учета лекарственного обеспечения отдельных категорий граждан ИНТЕРИН ДЛО предназначена для решения задач учета, хранения, поиска, обмена, анализа информации в системе дополнительного лекарственного обеспечения (ДЛО) по льготным рецептам врачей отдельных категорий граждан.

Компоненты комплекса предназначены для установки в подразделениях ЛПУ, аптеках, производящих отпуск по бесплатным и льготным рецептам, отделениях ТФ ОМС, органах управления здравоохранения. Модули комплекса образуют программную основу единой системы учета движения лекарственных средств и изделий медицинского назначения, отпускаемых льготным категориям населения.

### 1. Введение

Современный российский рынок медицинских информационных систем (МИС) предлагает достаточно большое количество решений, основанных на самых последних достижениях информационных технологий. Однако представленные на рынке МИС в основном решают задачи комплексной информатизации отдельных лечебно-профилактических учреждений. В то же время возрастает потребность в интегрированных медицинских информационных системах масштаба региона.

### 2. Постановка задачи

Основной целью создания региональных интегрированных медицинских информационных систем является реализация информационной поддержки организаций здравоохранения на основе внедрения новых информационно-коммуникационных технологий, позволяющих более эффективно управлять здравоохранением, повышать качество и доступность медицинского обслуживания за счет:

- увеличения объема и качества доступной информации;

- существенного улучшения качества информационного обмена всех организаций-участников системы здравоохранения региона;
- обеспечения мониторинга состояния здоровья населения и реализации национального проекта «Здоровье».

Создание столь масштабных систем, где должны быть учтены множество параметров, включая потребности и специфику бизнес-процессов всех объектов информатизации, предполагает использование особых технологий разработки и внедрения региональных информационных систем (РИС).

Ниже приведены основные требования к различным аспектам РИС.

Информационное обеспечение должно:

- базироваться на единой системе стандартов;
- использовать единую систему классификации и кодирования;
- образовывать целостный и непротиворечивый набор данных.

Требования к эргономике и технической эстетике:

- модули информационной системы должны иметь унифицированный „дружественный“ интерфейс;
- должна быть предусмотрена возможность предоставления хранимой в ИС информации в виде „твердой“ копии.

Требования к информационной безопасности:

- Правовую основу обеспечения информационной безопасности должны составлять правовые акты Российской Федерации и нормативные документы регионального и муниципального уровня.

В части требований к защите от несанкционированного доступа ИС должна обеспечивать:

- защиту информации от несанкционированной модификации и разрушения на всех этапах ее обработки, хранения и передачи;
- разграничение прав пользователей и обслуживающего персонала при доступе к информационным ресурсам ИС, а также при хранении и предоставлении конфиденциальной информации;

- возможность протоколирования и журналирования действий пользователей и обслуживающего персонала;
- защиту информации от несанкционированного доступа средствами проверки полномочий пользователей и обслуживающего персонала на использование информационных ресурсов ИС (возможность несанкционированного изменения или уничтожения этой информации, как и несанкционированное получение, изменение или уничтожение информации третьими лицами должны быть исключены);
- защиту от несанкционированной модификации программного обеспечения;
- защиту информации от случайных разрушений;
- дублирование информации путем создания резервных копий.

### 3. Методы разработки

Очевидно, что разработку и внедрение таких систем следует начинать с наиболее формализуемых и подкрепленных нормативными документами сегментов системы здравоохранения.

В рамках реализации ФЗ №122 была запущена программа дополнительного лекарственного обеспечения льготных категорий населения (ДЛО), целью которой является обеспечение доступности качественной медицинской и лекарственной помощи льготных категорий населения РФ. Фактически, программа ДЛО представляет собой базис всех запланированных изменений в системе здравоохранения, так как во многом определяет общую структуру расходов, а эффективность функционирования программы является решающим фактором эффективности использования средств, выделяемых государством на здравоохранение.

Организация системы предоставления дополнительной бесплатной медицинской помощи, предусматривающей обеспечение необходимыми лекарственными средствами граждан, имеющих право на получение набора социальных услуг, порядок взаимодействия и требования к обмену данными между участниками системы, определяются нормативно-правовыми актами на уровне Правительства Российской Федерации, Министерства здравоохранения и социального развития России и Федерального фонда обязательного медицинского страхования.

Несмотря на то, что после 2 лет можно говорить о первых положительных результатах работы, большинство участников программы ДЛО вынуждены констатировать, что масса неразрешенных проблем, препятствующих ее реализации, продолжает нарастать. В категорию наиболее насущных попадает и проблема информационного обеспечения участников программы, без чего дальнейшее функционирование программы становится не только неэффективным, но, зачастую, попросту невозможным. В основе организации системы дополнительного лекарственного обеспечения (ДЛО) лежит персонализированный учет граждан, имеющих право на государственную социальную помощь. На базе его строится финансирование системы, учет выписки рецептов гражданам и расчеты с фармацевтическими организациями за отпущенные лекарственные средства по льготным рецептам. Все эти вопросы требуют соответствующего информационного обеспечения, как внутренних процессов каждого участника системы, так и процессов взаимодействия между участниками на основе единых подходов и унификации. Согласование и стыковка всех информационных массивов данных, формируемых и используемых большим количеством участников системы ДЛО, представляет собой сложную технологическую проблему. Поэтому функционирование системы дополнительного лекарственного обеспечения предъявляет повышенные требования к информационному обеспечению каждого участника и требует эффективной организации и согласования процессов информационного обмена данными между ними.

Ниже на рисунках приведены схемы взаимодействия участников ДЛО на территориальном и федеральном уровнях.

Задача информационного обеспечения всех участников программы ДЛО представляет собой массив подзадач разного уровня, сложность реализации которых обусловлена общей комплексностью взаимодействий участников программы. Для создания единого информационного пространства в рамках программы ДЛО, прежде всего, необходима единая система классификации и кодирования информации, ориентированной на всех участников системы. Решение данной проблемы предлагают справочники федерального и территориального уровня, однако, эффективное использование таких справочников в качестве элементов программы ДЛО возможно только при условии их постоянной актуализации и синхронизации обеспечения участников актуализированной справочной информацией.

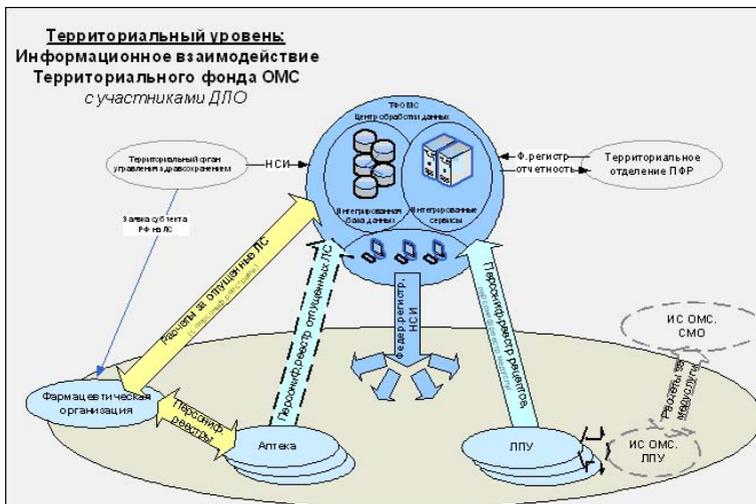


Рис. 1. Схема взаимодействия участников ДЛО на территориальном уровне

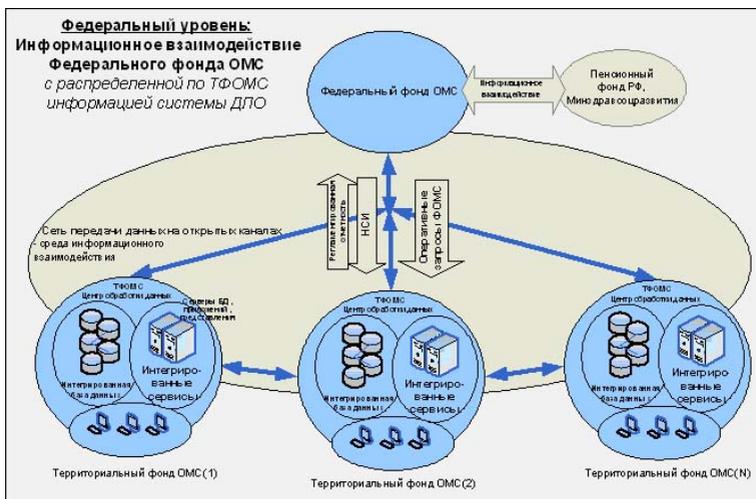


Рис. 2. Схема взаимодействия участников ДЛО на федеральном уровне

Важным является также принятие единых стандартов информационного взаимодействия участников программы. Первые стандарты информационного обеспечения программы ДЛО, или, скорее, их прототипы, были приняты в декабре 2004 года. На первом этапе развития программы стандарты были существенно модифицированы, однако этого оказалось недостаточно для нормального функционирования программы. С начала 2006 года в ДЛО приняты единые стандарты информационного обеспечения на основе комплексного подхода: введено штрих-кодирование рецептов, XML-форматы обмена данных, проводится автоматизация центров обработки данных. Следует заметить, что по мере развития программы ДЛО и расширения состава ее участников процесс перехода на новые стандарты информационного обеспечения становится все более болезненным. Для редукации рисков, связанных со сменой стандартов или ввода новых категорий стандартов, необходимо более точное прогнозирование изменений, синхронизация действий всех участников программы, что означает смещение приоритетов программы ДЛО в сферу долгосрочного планирования изменений.

#### 4. Результаты

В Исследовательском центре медицинской информатики Института программных систем РАН (ИЦ МИ ИПС РАН) в настоящее время разработана к внедрению типовая версия ИС «Интерин ДЛО» (Информационной системы дополнительного лекарственного обеспечения). В основу ИС «Интерин ДЛО» положен опыт разработки, внедрения и использования медицинских информационных систем (МИС), имеющийся у Института программных систем РАН.

Объектами информатизации являются учреждения, участвующие в системе бесплатного и льготного лекарственного обеспечения отдельных категорий граждан в соответствии с федеральным и региональным законодательством, а именно:

- лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ);
- аптечные учреждения (АУ);
- территориальный фонд обязательного медицинского страхования (ТФ ОМС);
- департамент социальной защиты населения;
- органы управления здравоохранением.

В результате более детальной аналитики бизнес-процессов ДЛО и существующих организационно-технических проблем в ИЦ МИ ИПС РАН были сформулированы основные критерии, которым должна удовлетворять ИС ДЛО:

- оперативный доступ к полной статистической, медицинской и аналитической информации по выбранным параметрам;
- обеспечение механизма консультации специалистов и руководителей учреждений-участников ДЛО;
- обеспечение надежности и отказоустойчивости информационной системы;
- обеспечение комплекса организационно-технических мероприятий по информационной безопасности;
- сохранение характеристик стабильности при увеличении количества пользователей;
- возможность адаптации информационной системы к территориальной специфике бизнес-процессов того или иного региона РФ;
- гибкость и способность к эволюции БД и ИС;
- способность ИС функционировать в условиях информационной неоднородности;
- возможность непрерывной модернизации;
- преемственность систем.

Перечисленным выше требованиям в наибольшей степени удовлетворяет решение на основе единого центра обработки данных (ЦОД). При этом имеется в виду не только техническая база, а комплексный подход к аппаратной и программной составляющим — централизованный программно-аппаратный комплекс обработки данных.

С точки зрения распределения информационных потоков информационная система «Интерин ДЛО» представляет собой территориально распределенную двухуровневую составляющую, образованную субъектами здравоохранения — объектами информатизации, эти потоки образуют систему четкого взаимодействия между уровнями. От нижнего — страховых медицинских организаций, лечебно-профилактических и аптечных учреждений, до верхнего — Департамента здравоохранения субъекта РФ. Стоит также отметить следующие характеристики ЦОД:

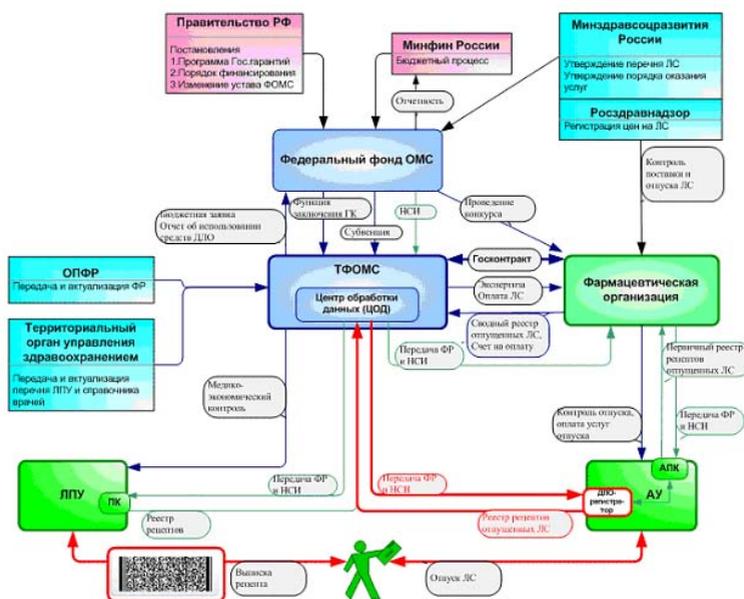


Рис. 3. ИС ДЛО, построенной на основе ЦОД

- технологической основой для организации взаимодействия подсистем участников с ЦОД являются web-сервисы, доступные преимущественно в круглосуточном режиме;
- подсистема реализована в распределенной компонентной архитектуре, состоящей из многих звеньев;
- в качестве основного языка обмена информацией используется XML;
- в подсистеме предусмотрено наличие шлюзов в общедоступные сети;
- соответствие форматов обмена данными нормативным документам, регламентирующим процессы информационного обмена в ДЛО.

Перечисленные выше характеристики предполагают, что при интеграции региональной и российской систем на верхнем уровне может находиться орган исполнительной власти РФ. На рис. 3 приведена укрупненная схема ИС ДЛО, построенной на основе ЦОД.

Очевидно, что при такой архитектуре ИС возрастают требования к сетям передачи данных, однако при современном уровне развития коммуникационных технологий это не является проблемным.

Из предпочтительных параметров данной архитектуры необходимо отметить, что наличие ЦОД сокращает объемы передаваемой информации за счет уменьшения количества „посредников“ в процессе обмена, и позволяет работать в online-режиме, что приводит к:

- минимизации возможности искажения и потери данных;
- уменьшению затрат на обмен информацией;
- увеличению скорости обмена и оперативности доступа к актуальной информации всех участников.

ЦОД обладает высокой масштабируемостью, что позволяет наращивать объемы хранимой информации без потерь в вычислительных возможностях при сохранении максимального уровня производительности и минимального времени отклика.

Немаловажно и то, что в ЦОДе возможно обеспечить максимально доступный, относительно программно-аппаратной среды функционирования, уровень информационной безопасности, которая обеспечивается использованием централизованных средств хранения и архивации данных, единой точкой контроля над доступом к приложениям и данным.

В качестве основы для организации автоматизированных рабочих мест пользователей ИС «Интерин ДЛЮ» была выбрана широко распространенная в настоящее время технология „тонкого клиента“, при которой работа пользователей осуществляется в терминальном режиме, что позволяет избежать потери информации при авариях каналов связи.

При проектировании системы был проведён анализ необходимой функциональности и выявлено, что существует набор действий, присутствующий во всех подсистемах. Этот факт позволяет выделить общесистемные механизмы, которые могут быть использованы в различных модулях ИС.

Естественно, что проектирование, разработка и реализация подобного рода механизмов требует больших ресурсов, чем разработка модулей, рассчитанных на одну конкретную задачу. Тем не менее, при качественной реализации и проектировании универсальных модулей удаётся существенно сократить время на разработку всей системы в целом и повысить качество продукта.

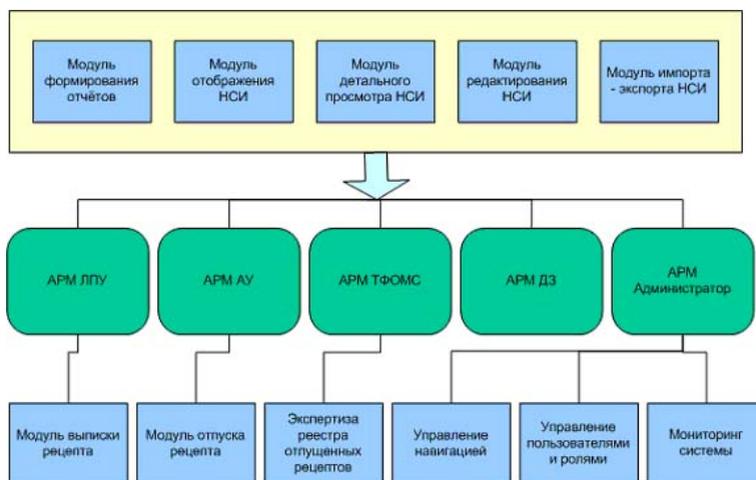


Рис. 4. Схема модулей ИС «ИНТЕРИН ДЛО»

На рис. 4 приведена схема, на которой показана взаимосвязь модулей и подсистем ИС «Интерин ДЛО».

Рамкой выделены модули, которые используются во всех подсистемах ИС. Стоит отметить, что некоторые подсистемы составлены полностью из общесистемных механизмов. Это доказывает возможность оперативного построения автоматизированных рабочих мест, а это часто требуется в силу изменений бизнес-процессов и инфраструктуры ДЛО.

## 5. Выводы

В результате внедрения ИС «Интерин ДЛО» в субъекте РФ станет возможным:

- консолидировать показатели субъектов системы здравоохранения согласно разработанным формам, соответствующим нормативным документам по основным аспектам деятельности участников ДЛО: медицинским, финансово-экономическим и потребительским;
- повысить качество и доступность медицинских услуг;

- проводить процесс информатизации здравоохранения и системы ОМС региона на основе унифицированного и гибкого системного подхода в соответствии с определяющими нормативно-законодательными актами;
- объективно оценивать эффективность проведения мероприятий по реформированию здравоохранения;
- создать единое региональное информационное пространство в сфере дополнительного лекарственного обеспечения.

### Список литературы

- [1] Гулиев Я.И., Бельшев Д.В. Персональная информационная система врача Интерин ДОС. — №3: Врач и информационные технологии, 2008. — 79–80 с. ↑
- [2] Гулиев Я.И. Интерин PROMIS 4.0: новые возможности. — №3: Врач и информационные технологии, 2007. — 38–42 с. ↑
- [3] Гулиев Я.И., Бельшев Д.В., Куликов Д.Е. Мобильные электронные медицинские карты. — №3: Врач и информационные технологии, 2007. — 33–37 с. ↑
- [4] Малых В.Л., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Объектно-реляционный подход к созданию больших информационных систем. — Программные системы: Теоретические основы и приложения / Под ред. А.К. Айламазяна. — М.: Наука. Физматлит, 1999. — 177 с. ↑
- [5] Назаренко Г.И., Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. — Под ред. Г.И. Назаренко, Г.С. Осипова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 1–308 с. ↑

### ИПС РАН

I. F. Kazakov, D. R. Magsumov, A. J. Belyakin. *Regional medical information system of accounting for additional medicinal maintenance* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 90–100. (*in Russian*).

ABSTRACT. The information system of accounting for additional medicinal maintenance of special citizen categories *ii*INTERIN DLO<sub>ii</sub> is intended for the decision of problems of accounting, storage, search, exchange, and information analysis in federal and regional programs of additional medicinal maintenance (AMM).

Information components intend for installation in clinic divisions, the drugstores supplying medicine for free and preferential recipes, medical insurance fund branches, health management organizations. Modules of the software construct a software platform of uniform system allowing calculate and supervise the movement of medical products and the products of medical appointment which are released to preferential categories of the population.

Д. Е. Куликов

## Визуальное представление данных в медицинских информационных системах. Проблемы и способы их решения

Научный руководитель: к.т.н. Д. В. Бельшев

Аннотация. Визуализация данных в медицинских информационных системах — сложная задача, включающая целый ряд вопросов. Имеется зарубежный и отечественный опыт визуализации данных, включая разработки ИЦМИ Интерин. Делается обзор систем и проводится анализ. Предлагаются рекомендации и варианты решений в зависимости от задач и требований.

### 1. Введение

В медицине наряду со многими сферами человеческой деятельности постоянно встают вопросы мониторинга и анализа данных. На основе полученных данных люди принимают решения, воздействуют на определенную структуру процесса, за который они отвечают. Перед тем как оказать воздействие, необходимо получить информацию. Тогда встают вопросы сбора данных, измерения, оценки данных.

Сбор данных может быть нелегкой задачей, формирование общего отчета может строиться по длинной и запутанной цепочке, но в общем случае область, в которой происходит сбор данных, имеет четкие границы, благодаря чему можно определить, откуда какие данные брать.

Измерения ставят более сложные вопросы.

- (1) Для чего измерять?
- (2) Что измерять?
- (3) Как измерять?
- (4) Как отображать результаты измерений?

Рассмотрим проблему отображения результатов, проанализируем сложности и вопросы, которые встают при проектировании механизмов визуального представления данных.

Отображение результатов зачастую зависит от задачи: в одних случаях ответ вполне очевиден, в других — неоднозначен и требует дополнительного анализа, возможно, даже экспериментов.

Здесь встают вопросы:

- (1) какие данные показывать?
- (2) как показывать?

Ответ на вопрос «какие данные показывать?» специфичен для каждой конкретной задачи. Среди всего множества данных, которые можно показать, необходимо выбрать только те, которые действительно нужны. Нужны для того, чтобы человек по ним смог проанализировать текущую ситуацию и выбрать правильное решение. «Лишние» показатели могут запутать его, они не дадут ему сконцентрировать внимание на нужных показателях. В то же время, если не будут показаны значения нужных показателей, то, во-первых, человек дольше будет принимать решение, во-вторых, вероятность выбора правильного решения уменьшится.

Из вопроса «как показывать?» естественным образом вытекает, что данные должны быть показаны настолько удобно, насколько это возможно. И задача здесь — выбрать наиболее подходящий способ отображения информации. Примерами могут служить отображение кардиограммы сердца, шкала на градуснике, другие различные биометрические показатели на медицинских приборах.

Среди всех способов отображения данных можно выделить определенные типы интерфейсных решений:

- (1) универсальный навигатор;
- (2) сеть гипертекста;
- (3) информационная панель;
- (4) схемы, планы;
- (5) графики;
- (6) темпоральные представления.

Все они являются панелями индикаторов.

Панель индикаторов — это многослойное приложение на базе инфраструктуры бизнес-анализа и интеграции данных, которое позволяет организации осуществлять измерение, мониторинг и управление процессом более эффективно [1]. Панель индикаторов фактически представляет собой три приложения, а именно:

- (1) приложение для мониторинга;
- (2) приложение для анализа;

(3) приложение для управления.

Панель индикаторов — это законченная корпоративная информационная система, разработанная для того, чтобы помогать организациям добиваться максимальной эффективности и достигать поставленных стратегических целей. При выборе конкретного типа интерфейсного решения для показа отчета с данными следует принимать во внимание такие факторы как:

- (1) наиболее подходящий вариант отображения данных в рамках требуемой задачи;
- (2) удобство работы с отчетом;
- (3) наилучшая наглядность отображаемых данных;
- (4) настраиваемость под вкусы и требования пользователя.

Важная задача еще и отобразить данные наилучшим способом. Под наилучшим способом понимается отображение информации в таком виде, в каком пользователь может быстро и легко понять рассматриваемую ситуацию. Для этого часто прибегают к когнитивной графике.

Когнитивная графика — это совокупность приемов и методов разного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения [2].

Когнитивная графика помогает не только выбрать подходящий тип интерфейсного решения, но и заставляет рассмотреть ряд других особенностей: цвет «опасных» областей, форму объектов, размер объектов, расположение элементов на графическом представлении.

Примерами решений, учитывающих когнитивную графику, могут служить следующие:

- (1) объективные показатели представляются в виде диаграмм и графиков вместо таблиц, а тип диаграммы выбран круговой вместо линейчатого;
- (2) контрольные панели представляются в виде индикаторов: циферблатный, линейный, графический — наиболее адекватные человеческому восприятию информации;
- (3) в контрольных панелях используется градиент для областей с допустимыми и критическими значениями показателей;
- (4) учет коечного фонда ведется с использованием геопланарных представлений.

Не менее важным является вопрос выбора «полезных» факторов среди всех имеющихся. Любой показатель формируется на основе различных факторов. Встает задача выбора наиболее важных факторов, которые следует отобразить в отчете, а второстепенные факторы, которые оказывают минимальное воздействие на принятие решения после анализа, стоит исключить. В зависимости от задачи набор выбранных факторов по одному и тому же показателю может быть разным.

Представление информации с использованием контрольных панелей позволяет сделать оценки по многим показателям. Примером могут служить некоторые из них:

- (1) квалификация врачей;
- (2) уровень лечебно-диагностического процесса;
- (3) степень соответствия рекомендаций клинических руководств и клинической деятельности.

Контрольные панели в медицине позволяют выявить ряд закономерностей, построить прогнозы, принять решение. Например:

- (1) влияние на длительность нетрудоспособности;
- (2) влияние на продолжительность, эффективность и стоимость лечения с учетом возникновения необходимости в госпитализации;
- (3) отражение прогноза.

## 2. Решения в мире

Имеется зарубежный и отечественный опыт в вопросе визуализации данных. Рассмотрим подходы к построению систем и способы выбора вариантов отображения данных не только в медицине, но и в других областях. Во-первых, прослеживаются одинаковые тенденции в рассматриваемом вопросе независимо от области применения, во-вторых, нередки случаи, когда идеи и решения в медицинских информационных системах заимствуются из информационных систем других областей. Также стоит отметить, что в мировой практике примеров визуализации данных в медицинских информационных системах значительно больше, чем в отечественной.

## 2.1. Бизнес-аналитическая панель управления от Oracle

Бизнес-аналитические панели (BI-панели) сводят вместе отчеты и графы от нескольких источников данных и представляют пользователю информацию в унифицированном, простом для понимания виде. Стивен Фью (Stephen Few) дает краткое определение BI-панели управления в своей статье «Dashboard Confusion» (20 марта 2004). Панель управления — это визуальное отображение самых важных данных, нужных для достижения одной или нескольких целей, объединенных и размещенных на одном и том же экране так, что можно контролировать всю информацию.

Также как приборная панель в автомобиле сразу обеспечивает водителя всей необходимой информацией для управления транспортным средством, так и BI-панель управления служит той же цели, используете ли Вы ее в разработке стратегических решений для огромной корпорации, выполняете ли ежедневные операции группы разработчиков или выполняете задачи, незатрагивающие никого, кроме вас. Средство — это единственный экран; цель — эффективно поддерживать контакт с информацией, нужной для чего-либо [3].

Обычно BI-панели управления используются для того, чтобы отобразить специфические для организации метрики. Как правило, эти метрики используются как ключевые индикаторы эффективности (KPI — Key Performance Indicators), и типичная панель управления содержит несколько KPI вместе, независимо от направления бизнеса.

Особенности продукта следующие:

- (1) быстрое декларативное построение порталных страниц BI-панелей без необходимости кодирования;
- (2) встроенная способность персонализации элементов панели;
- (3) управление визуализацией отчетов как пользователем, так и администратором;
- (4) персонализация отчетов на пользовательском уровне портала;
- (5) поддержка перехода от общего уровня представления данных к детальному;
- (6) целостная защита всех элементов панели управления при помощи механизма Oracle Single Sign-On (одноратное введение подписи/пароля).

## 2.2. Zoom World. Идея Джефа Раскина

Zoom World — пример масштабируемого мира, дословно масштабируемый мир. Идея заключается в том, что пользователь имеет доступ к безграничной плоскости информации с неограниченной степенью разрешения. Эта плоскость является масштабируемой средой Zoom World [4].

Типичное применение Zoom World нашел в проекте, разработанном для компании Argicus, которая искала способ компьютеризации большой медицинской карты, аналогичной тем, что используются в отделениях интенсивной терапии.

Интерфейс масштабируемой среды показывает конкретное отделение в окружении других больничных отделений. Вы можете увеличить масштаб изображения, чтобы увидеть разные виды данных, относящихся к любой палате. Таким образом, можно увидеть, что некоторые палаты заняты, некоторые нет. При определенном масштабе показывается крупным планом палата, в ней отображены основные таблицы и диаграммы о состоянии пациента. Процесс увеличения можно продолжить, чтобы увидеть содержание каждой отдельной таблицы.

Изменение масштаба может происходить и в обратном направлении. Пользователь может уменьшать масштаб, чтобы увидеть, что отделение находится, например, на первом этаже, на котором расположены и другие отделения. Кроме этого можно увидеть, как эти отделения расположены друг относительно друга. Если уменьшить масштаб над первым этажом, то можно увидеть всю больницу с сектором приемных отделений и больничным корпусом.

Если взбираться на еще большую «высоту», то можно увидеть весь комплекс больниц, расположенных приблизительно по их географическому местоположению. Перейти к данным о состоянии любого пациента с любой больнице можно всего за несколько секунд.

Из изображения больничного комплекса в интерфейсе ZoomWorld можно получить не только данные о состоянии пациента. Если вы вошли в систему с соответствующим уровнем доступа, вы сможете увеличить масштаб административного отдела, чтобы проверить бухгалтерские книги, инвентарные записи о лекарствах и поставках, личные дела сотрудников и другое. Идея хорошо подходит для задачи отображения данных по состоянию коечного фонда.

### 2.3. Стратегическая панель индикаторов от Hewlett Packard

Подобно другим панелям индикаторов, стратегические панели индикаторов представляют данные с несколькими уровнями детализации. Верхний уровень — это обобщенные графические индикаторы, нижний уровень — это подробные отчеты. Стратегическая панель индикаторов отдела технологических решений Hewlett Packard состоит из двух отдельных веб-приложений, которые фактически и обеспечивают работу этой многоярусной системы: это приложение Libra, которое обеспечивает обобщенное представление для верхнего уровня, а также диаграммы и таблицы временных рядов для второго уровня, и приложение Muse — система отчетности, которая генерирует интерактивные и стандартные отчеты.

Показатели разбиты на четыре классических для сбалансированных систем показателей категории: финансы, клиенты, внутренние процессы, обучение и инновации. В каждой категории от двух до четырех показателей, так что руководитель с одного взгляда может оценить ситуацию во всех ключевых областях. Но к некоторым показателям «прилагаются» сопутствующие, дополнительные показатели, что отмечается знаком «+» слева от названия показателя.

Для представления ежемесячных результатов по каждому показателю отдел технологических решений Hewlett Packard использует цветные стрелки. По цвету стрелок можно определить, были ли фактические результаты лучше или хуже целевых значений.

Использование цветных стрелок (то есть комбинации цвета и направления) позволяет пользователям с одного взгляда получать большой объем информации.

В таком виде представляется верхний уровень сбалансированной системы показателей. Второй уровень — многомерное представление. Чтобы перейти к анализу данных, «скрытых за стрелками», пользователю нужно нажать на названии показателя, и тогда на экран выводятся необходимые данные, обычно в виде таблицы или диаграммы, на которой представлены результаты работы в сравнении с базовыми и желательными целевыми значениями. Третий уровень — представление подробных данных. Для проведения более глубокого анализа пользователю нужно щелкнуть на специальной кнопке. Тогда нужные данные выводятся на экран в формате электронной таблицы, или пользователь подключается к системе отчетности Muse.

### 3. Решения Интерина

В ИЦ МИ Интерин имеются решения на основе различных подходов к визуализации данных в медицинских информационных системах. Среди имеющихся решений в вопросе визуализации данных можно выделить следующие:

- (1) контрольные панели;
- (2) информационная панель;
- (3) боткинский лист;
- (4) объективные показатели;
- (5) геопланарная и темпоральная компоненты;
- (6) интерфейс интеграции между ИС.

Каждое решение хорошо в своем случае. Нельзя сказать, что одно лучше, а другое хуже. Выбор решения для конкретной задачи сводится к тому, чтобы определить какой вариант контрольных панелей наилучшим образом подходит для решения задачи, то есть какой вариант суммарно имеет наибольшее число плюсов и наименьшее минусов. Необходимо предпочтения пользователей учитывать наряду с видением разработчиков систем или модулей. Следует отметить тот факт, что помимо просмотра данных пользователи часто хотят иметь возможность редактировать представленные данные. Такая возможность ложится на системы, отображение данных в которых основано на Боткинском листе и темпоральном представлении.

Необходимо провести предварительный анализ по следующим аспектам:

- (1) потенциальные источники данных;
- (2) преимущества индикатора;
- (3) недостатки индикатора;
- (4) применимость системы;
- (5) предпосылки для реализации;
- (6) частота сбора данных;
- (7) интервалы значений показателей, уровни показателей, желательный показатель.

Рассмотрим более детально каждое из решений. Опишем их основные свойства.

### 3.1. Боткинский лист

Медицинская информационная система «Интерин» как и многие другие отечественные системы представляет возможности спискового и графического отображения темпоральной информации. Тем не менее, отличием данной МИС является наличие в ней механизма ведения карт интенсивной терапии, где происходит не только визуализация разнородной информации, но и ее непосредственное редактирование.

Первым шагом к построению модели темпорального представления медицинских данных является выделение основных абстрактных сущностей, из которых будут наследовать свои свойства конкретные объекты. Было выделено пять базовых сущностей:

- (1) факты обращения;
- (2) процессы;
- (3) контекст;
- (4) события;
- (5) параметры.

Каждый из пяти перечисленных классов объектов в свою очередь наследуется от абстрактного класса Абстрактный темпоральный объект, аккумулирующего общие свойства и методы работы с объектами модели [5].

### 3.2. Контрольные панели

Контрольные панели предназначены для оперативного отображения данных, необходимых для анализа и принятия по показателям решений. Пользователю предоставляются данные по следующим пунктам:

- (1) показатели процесса (стационар);
- (2) показатели структуры;
- (3) анализ длительности лечения пациентов по интересующим нозологиям с детализацией.

Естественно, каждый пункт содержит список показателей, по которым необходимо вести учет. Помимо этого должно существовать разделение по статусу пользователя. Так, для администрации стационара необходимы данные по составу дежурной бригады, резерву коек, данные плана госпитализации, количественный и качественный

состав персонала, для врача — анализ длительности лечения выписанных пациентов, анализ длительности лечения находящихся в стационаре пациентов и др. Затрагиваются вопросы реализации и других видов контрольных панелей:

- (1) Стационар — показатели результата.
- (2) Экономика и финансы.

Таким образом, система контрольных панелей должна также затрагивать другие подсистемы, такие как статистика, экспертиза медицинских карт, технологических карт и др. Среди факторов детализации информации можно выделить следующие:

- (1) по стационару;
- (2) по профилю;
- (3) по отделению;
- (4) по врачу.

Данные представляются в виде индикаторов, которые наиболее наглядно представляют картину по тому или иному показателю и позволяют быстро проанализировать ситуацию (рис. 1).

В силу индивидуальных предпочтений и необходимости отображать сведения по различным параметрам, модуль имеет целый ряд настроек: указание вида индикатора, настройка дат периода, задание подразделения учреждения. В период эксплуатации у пользователей возникли замечания и предложения. Помимо имеющихся многочисленных настроек потребовались дополнительные настройки, позволяющие более гибко управлять индикаторами.

В качестве свойств и особенностей системы можно выделить следующие:

- (1) древовидное представление контрольных панелей и индикаторов, каждый уровень которых представляет детализацию информации предыдущего уровня;
- (2) механизм спецификации пороговых значений времени нахождения в стационаре для интересующих нозологий в соответствии с уровнем обобщения информации: пациент, врач, отделение, профиль;
- (3) web-интерфейс функциональности отображения данных контрольных панелей и индикаторов;
- (4) механизм выбора системы стандартизации оказания медицинских услуг;
- (5) механизм цветовой градации показателей по нозологиям;



Рис. 1. Контрольные панели. Вид отображения — индикаторы.

- (6) механизм настройки параметров контекста вычисления данных в контрольных панелях.

Важным моментом является тот факт, что при добавлении нового индикатора объем усилий для его интеграции в общую контрольную панель сводится к минимуму. Наилучшим решением видится использование механизмов, обрабатывающих любые данные, но в определенном формате. Таким образом, добавление нового индикатора должно сводиться к появлению нового источника данных, который формирует массив значений показателей в определенном формате. Подача массива и последующая обработка ведется на уже реализованных механизмах. Другими словами, контрольная панель может получать на вход абсолютно любые данные и никак не зависеть от них. При этом изменение самого механизма и устройства панели не требуется. Задача сводится к применению алгоритма получения данных по новому показателю, формированию их в договоренный ранее формат и подачи на вход модулю контрольных панелей.

Помимо индикаторов значения показателя отображаются в привычном виде — таблицах.

### 3.3. Объективные показатели

Наряду с привычным для врачей формой отчета — таблицей — стоит графическое представление информации. У графического представления есть ряд преимуществ:

- (1) более наглядное отображение данных;
- (2) наличие градиентных областей;
- (3) разные виды графического представления (гистограммы, диаграммы, трехмерные графики);
- (4) более высокая степень анализа данных и их сравнения.

Основные проблемы при отображении данных в графическом виде заключаются в учете зрительного восприятия человеком информации, применении когнитивной графики.

Встают следующие вопросы.

- (1) Выбор типа графика — почему именно такой тип диаграммы, а не другой?
- (2) Выбор цвета — почему именно такой цвет?
- (3) Выбор цвета для области на графическом представлении — как выбор цвета зависит от смысловой нагрузки области?

Отчасти подобные вопросы можно отнести к интерфейсному решению с применением индикаторов. Встают также вопросы расположения графических форм по отношению друг к другу, так как частым случаем является отображение данных сразу по нескольким показателям. При этом следует учитывать, что каждый показатель нуждается в индивидуальной настройке и форме представления.

Однако представление в виде таблицы осталось наряду с графическим представлением.

### 3.4. Информационная панель

Часто становится необходимым для врача просмотреть сразу несколько отчетов по различным показателям. При этом каждый отчет врач хочет видеть в удобном для него виде: графиком, таблицей, индикатором. Расположение, размеры, свойства должны быть индивидуальны для каждого элемента вывода отчета и должны легко настраиваться пользователем. И удобным решением представляется отображение информации в виде информационной панели, которая включает в себя набор нужных для врача отчетов. Сложности



Рис. 2. Коечный фонд. Вид отображения — геопланарное представление.

заканчиваются в удобном представлении уже не отдельной формы отчета, а сразу нескольких форм: наилучшем сочетании расположения и размеров форм. Нередко встает вопрос взаимодействия форм с элементами управления, например, календаря-планировщика с отчетом посещаемости.

### 3.5. Геопланарное и темпоральное отображение данных

Помимо распространенных способов отображения данных — таблиц, графиков, индикаторов — существуют другие виды представления данных: геопланарное, темпоральное.

Так, состояние коечного фонда удобно представляется с использованием геопланарного отображения (рис. 2). Картинки реальных планов этажей с расставленными на них койками и отметками «занята» или «свободна» позволяют быстро увидеть реальную картину загрузки отделения, принять решения по переводу пациентов между палатами, возможности принять новых пациентов.

В темпоральном отображении данных таблица отчета на оси времени позволяет врачу быстро увидеть свободные койки, спрогнозировать занятость коек на будущее, что невозможно сделать с использованием графиков, индикаторов, геопланарного представления.

### 3.6. Интерфейс процесса интеграции

Интерфейс интеграции — активная контрольная панель, разработанная для получения данных по процессам в каждом этапе интеграции, а также для воздействия пользователем на отдельные процессы.

В ходе разработки были предложены различные варианты отображения данных. Основной целью было достижение максимальной наглядности. Учитывались разносторонние аспекты, человеческое восприятие, элементы когнитивной графики. Каждое требование, выдвигаемое к интерфейсу интеграции, принималось во внимание.

Основными показателями, которые должны «бросаться в глаза» пользователю в первую очередь, являются следующие: наличие заявок в лабораторию, количество новых и переданных заявок, наличие и количество полученных результатов.

Чтобы добиться наглядности и хорошего восприятия, был применен ряд подходов и элементов дизайна и когнитивной графики: цветовая гамма, шкала, фоновые выделения, компонентная разбивка. Они помогают пользователю моментально получить общую картину интеграции. Вся дополнительная информация (содержание заявок, настройки и др.) убрана на второй план, так как задачей является не отображение всех данных, а концентрация внимания пользователя на той информации, которая действительно важна для него.

## 4. Выводы

Резюмируем все описанное.

- (1) На датчиках должен присутствовать градиент, плюс сама стрелка должна принимать цвет того участка на датчике, на который она показывает. Цветовое решение на датчике должно обязательно сопровождаться пояснительным текстом, числовыми значениями.
- (2) Все показатели не могут быть показаны на графике одного и того же вида, размера, цветовой гаммы. Для каждого

показателя требуются свои настройки. Поэтому необходимо, чтобы графики имели множество настроек по внешнему виду.

- (3) Важной особенностью является наличие детализации объекта — просмотра дополнительной более детальной информации по объекту. Так, в таблицах каждый элемент в списке документов должен быть ссылкой на полный документ, то есть должна иметься возможность просмотра содержимого документа.
- (4) В большинстве случаев наилучшим решением является сочетание на одной контрольной панели различных вариантов отображения данных: графиков и датчиков, графиков и кросс-таблиц, геопланарной и темпоральной компоненты. Контрольные панели должны обладать следующими свойствами:
  - отображать данные в «своем» виде (графики, циферблатные индикаторы и т.п.) и обязательно в табличном виде;
  - иметь настройки, позволяющие задавать:
    - (a) внешний вид;
    - (b) интервалы, даты;
    - (c) дополнительные параметры (подразделение);
  - время формирования отчета должно быть сведено к минимум и является не допустимым, если отчет не может быть получен за разумное время;
  - иметь вид отображения данных, наиболее подходящий для задачи (графики для объективных показателей, темпоральная компонента для учета занятости коек);
  - быть легко настраиваемыми и не требовать больших усилий при добавлении нового показателя.

Процесс построения элемента контрольной панели — от сбора данных до их визуализации — может состоять, например, из следующих шагов:

- (1) выбор области сбора данных;
- (2) решения о способе хранения и предподготовки данных — увеличение скорости получения данных;
- (3) применение алгоритмов сбора данных;
- (4) формирование собранных данных в виде массива данных в определенном формате;

- (5) выбор «полезных» факторов;
- (6) выбор типа интерфейсного решения;
- (7) использование когнитивной графики, учет психологического восприятия данных человеком;
- (8) алгоритмы формирования отчета;
- (9) отображение данных, применение настроек.

## Список литературы

- [1] Уэйн У. Эккерсон. Панели индикаторов как инструмент управления: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 400 с. ↑1
- [2] Википедия: свободная электронная энциклопедия: на русском языке [Электронный ресурс]. Когнитивная графика (<http://ru.wikipedia.org>). ↑1
- [3] Марк Риттман. *Построение BI-панелей управления в Oracle Database 10g с применением Oracle Discoverer и Oracle Portal*, май 2005. ↑2.1
- [4] Джеф Раскин. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. — СПб.: Символ-Плюс, 2004. — 272 с. ↑2.2
- [5] Бельшев Д. В., Гулиев Я. И. *Исследование методов представления темпоральной медицинской информации посредством интерфейса «Боткинский лист»*, 2006. ↑3.1

D. E. Kulikov. *Data visualisation in the medical information systems. Issues and solutions* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 101–116. (*in Russian*).

ABSTRACT. Data visualisation in the medical information systems is a difficult problem with a number of issues. There is the foreign and domestic knowledge including Interin's software products. The review and analysis of systems are done. The choice set and recommendations are proposed depends on the issues and requires.

А. П. Маштаков

## Приближенное решение задачи управления для нелинейных пятимерных систем на основе нильпотентной аппроксимации

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Ю. Л. Сачков

Аннотация. Рассмотрена задача управления нелинейными пятимерными системами, линейно зависящими от двумерного управления. Приведен алгоритм построения нильпотентной аппроксимации. Решена задача управления канонической нильпотентной системой в классе кусочно-постоянных управлений. Процедура приближенного управления продемонстрирована на системе, описывающей качение шара по плоскости, и системе, моделирующей движение машины с двумя прицепами.

### 1. Введение

Рассматривается задача управления:

$$(1.1) \quad \dot{x} = u_1(t)X_1(x) + u_2(t)X_2(x), \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = x_1,$$

где  $x \in \mathbb{R}^5$ ,  $(u_1, u_2) \in \mathbb{R}^2$ , и  $X_1, X_2$  — гладкие векторные поля, такие, что система вполне управляема [1]. Нелинейная система (1.1), линейно зависящая от управлений, количество которых меньше, чем размерность пространства состояний, характеризуется тем, что возможность передвижения неодинакова по различным направлениям. Величина смещения в направлении полей  $X_1$  и  $X_2$  за малое время  $t$  есть  $O(t)$ , в направлении коммутатора  $X_3 = [X_1, X_2]$  есть  $O(t^2)$ , в направлении  $X_4 = [X_1, X_3]$  и  $X_5 = [X_2, X_3]$  есть  $O(t^3)$ . В силу этой анизотропии пространства состояний, задача управления для таких систем весьма нетривиальна.

В настоящее время не существует способа в явном виде решать поставленную задачу. Тем не менее, она возникает в инженерии, где достаточно приближенного решения, погрешность которого не превышает наперед заданной. Например, такой вид имеет задача управления машиной с двумя прицепами и задача управления катящимся по плоскости шаром.

---

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта НОУ ИПС „Университет города Переславля“, а также Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект 09-01-00246-а.

Конструктивная задача управления активно изучается в последнее время в современной нелинейной теории управления. Эта задача имеет удовлетворительное решение лишь для некоторых специальных классов систем [2–4]. Однако системы общего положения с двумя управлениями имеют вектор роста  $(2, 3, 5)$ , потому эти результаты неприменимы к таким системам.

В данной работе представлен способ отыскания приближенного решения задачи (1.1), основанный на построении нильпотентной аппроксимации. Локальное приближение управляемой системы другой, более простой системой, широко используется в теории управления. Обычно в качестве локальной аппроксимации используется линеаризация управляемой системы. Однако для линейных по управлению систем вида (1.1) линеаризация дает слишком грубое приближение. Так как размерность управления меньше размерности состояния, то линеаризация не может быть вполне управляемой. Естественную замену линейной аппроксимации в этом случае доставляет нильпотентная аппроксимация — наиболее простая система, сохраняющая структуру управляемости исходной системы (в частности, сохраняется такой важный инвариант как вектор роста). Идея метода заключается в том, что исходная нелинейная система заменяется приближенной нильпотентной системой, для которой точно решается задача управления. Затем найденные управления подставляются в исходную систему. Если состояние, достигнутое после применения найденного управления, отличается от желаемого состояния в пределах допустимой погрешности, то задача считается решенной, иначе процедура повторяется с новыми граничными условиями: в качестве начального состояния  $x_0$  используется состояние, достигнутое на предыдущей итерации алгоритма, а конечное состояние  $x_1$  остается неизменным. Нильпотентная система локально приближает исходную, поэтому начальное и конечное состояние системы не должны существенно отличаться, то есть для евклидова расстояния  $\rho(x_0, x_1) = \sqrt{\sum_{i=1}^5 (x_0^i - x_1^i)^2}$  должно быть выполнено условие  $\rho(x_0, x_1) \leq R$ , где  $R$  — достаточно малое число, величина которого зависит от конкретного вида системы (1.1) и от используемого класса управлений. Возникает задача определения величины радиуса сходимости алгоритма  $R$  для конкретных управляемых систем.

В описанной процедуре возникает задача управления нильпотентной системой, которая должна решаться точно. Идет работа по

созданию модуля, решающего задачу для управлений из разных классов функций: кусочно-постоянное, тригонометрическое ( $u_i = \alpha_i + \beta_i \sin 2\pi t + \gamma_i \cos 2\pi t$ ,  $i = 1, 2$ ) и оптимальное управление (в смысле функционала субримановой длины  $\int_0^T \sqrt{u_1^2 + u_2^2} dt \rightarrow \min$ ). Возможны и другие классы функций. В настоящее время в программной среде „Mathematica“ [5] реализовано:

- построение нильпотентной аппроксимации и вычисление замены координат для перевода системы в канонический вид,
- решение задачи управление в классе кусочно-постоянных управлений для канонической нильпотентной системы,
- решение исходной нелинейной задачи на основе нильпотентной аппроксимации с заданной точностью,
- вычисление траектории системы с известными управлениями,
- построение графика проекции траектории на координатные оси.

Алгоритм управления, основанный на построении нильпотентной аппроксимации был применен к системам „шар на плоскости“ и „машина с двумя прицепами“. В системе „Mathematica“ написана программа, визуализирующая качение шара из заданного начального состояния в заданное конечное состояние.

## 2. Алгоритм построения нильпотентной аппроксимации

В общем случае процедура построения нильпотентной аппроксимации применяется к системам вида

$$(2.1) \quad \dot{x} = \sum_{i=1}^m g_i(x) u_i, \quad x \in \mathbb{R}^n,$$

где  $g_1, \dots, g_m$  — гладкие векторные поля в  $\mathbb{R}^n$ , а вектор управления  $u(t) = (u_1(t), \dots, u_m(t))$  принимает значения из  $\mathbb{R}^m$ . Понятие нильпотентной аппроксимации управляемой системы было введено независимо А. А. Аграчевым и А. В. Сарычевым [6], и Х. Хермсом [7]. Далее описан алгоритм вычисления нильпотентной аппроксимации, предложенный А. Беллаишем [8]; используется изложение М. Вендиттелли и соавторов [9].

Для точки  $x_0 \in \mathbb{R}^n$ , обозначим  $\eta$  траекторию системы (2.1), выходящую из точки  $x_0$  под действием управления  $u(t)$ ,  $t \in [0, T]$ . Определим её субриманову длину:

$$(2.2) \quad \text{length}(\eta) = \int_0^T \sqrt{u_1^2(t) + \dots + u_m^2(t)} dt.$$

Точка  $x = \eta(t_0) \in \mathbb{R}^n$ , для фиксированного  $t_0 \in [0, T]$ , называется достижимой из  $x_0$ . Система (2.1) индуцирует субриманово расстояние в  $\mathbb{R}^n$ , определяемое как

$$(2.3) \quad d(x_1, x_2) = \inf_{\eta} \text{length}(\eta),$$

где инфимум берется по всем траекториям  $\eta$ , соединяющим  $x_1$  с  $x_2$ . Теорема Рашевского–Чжоу [1] утверждает, что любые две точки  $x_1, x_2 \in \mathbb{R}^n$  достижимы друг из друга ( $d(x_1, x_2) < \infty$ ), если в любой точке  $x_0 \in \mathbb{R}^n$  линейная оболочка элементов алгебры Ли  $Lie(g_1, \dots, g_m)$ , порожденной полями  $g_i$ , совпадает с касательным пространством  $T_{x_0}M$  (условие полного ранга). Предполагается, что система (2.1) удовлетворяет условию полного ранга, то есть вполне управляема.

Возьмем  $x_0 \in \mathbb{R}^n$  и обозначим через  $L^s(x_0)$  векторное пространство, порождаемое значениями в точке  $x_0$  скобок Ли полей  $g_1, \dots, g_m$  длины  $\leq s$ ,  $s = 1, 2, \dots$  (сами поля  $g_i$  — скобки длины 1):

$$L^1(x_0) = \text{span}\{g_i(x_0) | i = 1, \dots, m\},$$

$$L^2(x_0) = \text{span}(L^1(x_0) + \{[g_i, g_j](x_0) | i, j = 1, \dots, m\}),$$

...

$$L^s(x_0) = \text{span}(L^{s-1}(x_0) + \{[g_{i_s}, [g_{i_{s-1}}, \dots [g_{i_2}, g_{i_1}] \dots]](x_0) | i_1, \dots, i_s \in \{1, \dots, m\}\}).$$

Условие полного ранга гарантирует, что для любой точки  $x_0 \in \mathbb{R}^n$  существует наименьшее целое число  $r = r(x_0)$  такое, что  $\dim L^r(x_0) = n$ . Пусть  $n_s(x_0) = \dim L^s(x_0)$ ,  $s = 1, \dots, r$ .

*Вектором роста* системы (2.1) в точке  $x_0$  называется вектор

$$(n_1(x_0), \dots, n_r(x_0)).$$

Точка  $x_0$  называется *регулярной*, если вектор роста постоянен в окрестности точки  $x_0$ , иначе  $x_0$  называется *сингулярной*. Далее будем предполагать, что все точки системы (2.1) регулярные.

Управляемая система (2.1) называется *нильпотентной*, если соответствующая алгебра Ли  $Lie(g_1, \dots, g_m)$  нильпотентна, то есть для некоторого  $N \in \mathbb{N}$

$$[g_{i_1}, [g_{i_2}, \dots, [g_{i_N}, g_{i_{N+1}}] \dots]] = 0, \quad \forall i_1, \dots, i_{N+1} \in \{1, \dots, m\}.$$

### 2.1. Нильпотентная аппроксимация в привилегированных координатах

Рассмотрим систему (2.1), аппроксимируемую в точке  $x_0 \in \mathbb{R}^n$ . Алгоритм для вычисления привилегированных координат и построения нильпотентной аппроксимации в точке  $x_0$  выглядит следующим образом (согласно работе М. Вендителли и соавторов [9]):

- (1) Вычисление вектора роста  $(n_1, \dots, n_r)$  и весов  $w_1, \dots, w_n$  в точке  $x_0$ . Веса определяются из условия  $w_j = s$ , если

$$n_{s-1} < j \leq n_s,$$

где  $n_s = n_s(x_0)$  и  $n_0 = 0$ .

- (2) Выбор векторных полей  $\gamma_1, \dots, \gamma_n$  таких, что их значения в точке  $x_0$  образуют базис в касательном пространстве

$$L^r(x_0) = T_{x_0} \mathbb{R}^n$$

и для них выполнено включение

$$\gamma_{n_{s-1}+1}(x), \dots, \gamma_{n_s}(x) \in L^s(x), \quad s = 1, \dots, r,$$

для любой точки  $x$  в окрестности точки  $x_0$ .

- (3) Используя исходные координаты  $x$ , вычисляем координаты  $y$  следующим образом:

$$(2.4) \quad \alpha : y = \Gamma^{(-1)}(x - x_0),$$

где  $\Gamma$  — это матрица размерности  $n \times n$ , составленная из элементов  $\Gamma_{ij}$ , определяемых по формуле:

$$\gamma_j(x_0) = \sum_{i=1}^n \Gamma_{ij} \frac{\partial}{\partial x_i} \Big|_{x_0}.$$

- (4) Строим привилегированные координаты  $z = (z_1, \dots, z_n)$  в точке  $x_0$  по рекуррентной формуле:

$$\lambda : z_j = y_j + \sum_{k=2}^{w_j-1} h_k(y_1, \dots, y_{j-1}), \quad j = 1, \dots, n,$$

где

$$h_k(y_1, \dots, y_{j-1}) = - \sum_{\substack{|\alpha| = k \\ w(\alpha) < w_j}} m_j \gamma_1^{\alpha_1} \dots \gamma_{j-1}^{\alpha_{j-1}} (y_j + \sum_{q=2}^{k-1} h_q)(x_0),$$

где  $m_j = \prod_{i=1}^{j-1} y_i^{\alpha_i} / \alpha_i!$  и  $|\alpha| = \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i$ .

Здесь и далее  $\gamma_i f$  обозначает производную функции  $f$  по направлению векторного поля  $\gamma_i$ ,  $\gamma_j \gamma_i f$  — производную второго порядка по направлению полей  $\gamma_i$ ,  $\gamma_j$ , и т. д.

- (5) Выразим динамику исходной системы в привилегированных координатах:

$$\dot{z} = \sum_{i=1}^m g_i(z) u_i.$$

- (6) Разложим в ряд Маклорена векторные поля  $g(z)$  и сгруппируем вместе поля одного веса:

$$g_i(z) = g_i^{(-1)}(z) + g_i^{(0)}(z) + g_i^{(1)}(z) + \dots,$$

где  $g_i^{(s)}$  — поле веса  $s$ . Вес полиномиального векторного поля  $z^\alpha \frac{\partial}{\partial z_j}$  есть  $w(\alpha) - w_j$ , где вес монома  $z^\alpha = z_1^{\alpha_1} \dots z_n^{\alpha_n}$  есть  $w(\alpha) = \alpha_1 w_1 + \dots + \alpha_n w_n$ .

- (7) Обозначим  $\hat{g}_i(z) = g_i^{(-1)}(z)$  и определим аппроксимирующую систему

$$\dot{z}_j = \sum_{i=1}^m \hat{g}_{ij}(z_1, \dots, z_{j-1}) u_i, \quad j = 1, \dots, n,$$

где  $\hat{g}_{ij}$  есть однородный полином веса  $w_j - 1$ .

Так выглядит общий алгоритм построения нильпотентной аппроксимации в привилегированных координатах.

## 2.2. Аппроксимация систем с вектором роста (2, 3, 5)

Мы будем рассматривать системы в пространстве  $\mathbb{R}^5$ , всюду имеющие постоянный вектор роста (2, 3, 5):

$$(2.5) \quad \dot{x} = X_1(x)u_1 + X_2(x)u_2, \quad x \in \mathbb{R}^5, \quad (u_1, u_2) \in \mathbb{R}^2.$$

То есть предполагается, что в любой точке  $x \in \mathbb{R}^5$  векторные поля  $X_1, X_2, X_3 = [X_1, X_2], X_4 = [X_1, X_3], X_5 = [X_2, X_3]$  линейно независимы. Известно, что система вида (2.5) общего положения имеет вектор роста (2, 3, 5) в точке общего положения.

Рассмотрим процедуру построения нильпотентной аппроксимации для таких систем в произвольной точке  $x_0 \in \mathbb{R}^5$ . Это конкретизация общего алгоритма п. 2.1 для систем вида (2.5).

- (1) Используя скобку Ли, построим следующие векторные поля:

$$X_3 = [X_1, X_2], \quad X_4 = [X_1, X_3], \quad X_5 = [X_2, X_3].$$

Веса полей  $X_1, \dots, X_5$  соответственно равны  $(1, 1, 2, 3, 3)$ .

- (2) В качестве векторных полей  $\gamma_i$  возьмем поля  $X_i$ . Для них выполняются все условия, наложенные на  $\gamma_i$ .
- (3) Вычислим координаты  $y_i$  по формуле (2.4). При такой замене точка  $x_0$  переходит в начало координат.
- (4) Выполним переход в привилегированные координаты с помощью замены:

$$\begin{aligned} z_i &= y_i, \quad i = 1, \dots, 3, \\ z_4 &= y_4 - \frac{1}{2}(y_1^2\sigma_1 + 2y_1y_2\sigma_2 + y_2^2\sigma_3), \\ z_5 &= y_5 - \frac{1}{2}(y_1^2\sigma_4 + 2y_1y_2\sigma_5 + y_2^2\sigma_6), \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= X_1(X_1(y_4))(x_0), \quad \sigma_2 = X_1(X_2(y_4))(x_0), \quad \sigma_3 = X_2(X_2(y_4))(x_0), \\ \sigma_4 &= X_1(X_1(y_5))(x_0), \quad \sigma_5 = X_1(X_2(y_5))(x_0), \quad \sigma_6 = X_2(X_2(y_6))(x_0). \end{aligned}$$

- (5) Используя разложение векторных полей в ряд Маклорена, построим нильпотентную аппроксимацию

$$(2.6) \quad \dot{z} = \hat{X}_1(z)u_1 + \hat{X}_2(z)u_2, \quad z \in \mathbb{R}^5, \quad (u_1, u_2) \in \mathbb{R}^2,$$

где

$$\begin{aligned} \hat{X}_j(z) &= X_j^1(0)\frac{\partial}{\partial z_1} + X_j^2(0)\frac{\partial}{\partial z_2} + \left( \sum_{i=1}^2 \frac{\partial X_j^3(z)}{\partial z_i} \Big|_{z=0} z_i \right) \frac{\partial}{\partial z_3} + \\ &+ \left( \frac{\partial X_j^4(z)}{\partial z_3} \Big|_{z=0} z_3 + \frac{\partial^2(X_i^4(z))}{\partial z_1^2} \Big|_{z=0} z_1^2 + \frac{\partial^2(X_i^4(z))}{\partial z_2^2} \Big|_{z=0} z_2^2 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial^2(X_i^4(z))}{\partial z_1 \partial z_2} \Big|_{z=0} z_1 z_2 \right) \frac{\partial}{\partial z_4} + \\ &+ \left( \frac{\partial X_j^5(z)}{\partial z_3} \Big|_{z=0} z_3 + \frac{\partial^2(X_i^5(z))}{\partial z_1^2} \Big|_{z=0} z_1^2 + \frac{\partial^2(X_i^5(z))}{\partial z_2^2} \Big|_{z=0} z_2^2 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial^2(X_i^5(z))}{\partial z_1 \partial z_2} \Big|_{z=0} z_1 z_2 \right) \frac{\partial}{\partial z_5}, \quad j = 1, 2. \end{aligned}$$

(6) Далее, введем систему координат, в которых система (2.6) имеет канонический вид:

$$(2.7) \quad \begin{cases} \dot{x} &= u_1, \\ \dot{y} &= u_2, \\ \dot{z} &= \frac{1}{2}(xu_2 - yu_1), \\ \dot{v} &= \frac{1}{2}(x^2 + y^2)u_2, \\ \dot{w} &= -\frac{1}{2}(x^2 + y^2)u_1. \end{cases}$$

Каноническая система является нильпотентной и имеет вектор роста  $(2, 3, 5)$ .

Известно [10], что любые две пятимерные нильпотентные системы с вектором роста  $(2, 3, 5)$  диффеоморфны. Замена переменных, переводящая одну такую систему в другую, строится следующим образом.

Пусть  $X_1, X_2$  — векторные поля первой, а  $Y_1, Y_2$  — векторные поля второй нильпотентной системы с вектором роста  $(2, 3, 5)$ . Вычислим поля  $X_3, X_4, X_5$  и  $Y_3, Y_4, Y_5$  в соответствии с пунктом 1. Построим диффеоморфизм, переводящий поля  $X_i$  в окрестности точки  $x_0$  в поля  $Y_i$  в окрестности  $y_0$ :

$$\Phi : O(x_0) \rightarrow O(y_0), \quad \Phi_*(X_i) = Y_i.$$

Определим отображения  $F$  и  $G$ , как композицию потоков векторных полей  $X_i$  и  $Y_i$  соответственно за время  $t_i$

$$F(t_1, \dots, t_5) = e^{t_5 X_5} \circ \dots \circ e^{t_1 X_1}(x_0),$$

$$G(t_1, \dots, t_5) = e^{t_5 Y_5} \circ \dots \circ e^{t_1 Y_1}(y_0).$$

Тогда искомым диффеоморфизм имеет вид

$$\Phi = G \circ F^{-1}.$$

Итак, мы имеем способ задания диффеоморфизма, переводящего поля исходной системы  $X_i$  из окрестности точки  $x_0$  в поля системы  $Y_i$  в окрестности начала координат, нильпотентная аппроксимация которой является канонической системой:

$$\tau = \Phi \circ \lambda \circ \alpha.$$

### 3. Решение задачи управления на основе нильпотентной аппроксимации

Рассмотрим задачу управления (1.1). Перепараметризуем время так, чтобы конечный момент времени  $T = 1$ . Будем искать управления  $u_1(t), u_2(t)$  в классе кусочно-постоянных функций. Для этого построим нильпотентную аппроксимацию в окрестности конечного состояния  $x_1$ . Решим задачу управления для нильпотентной системы. Найденное управление подставим в исходную систему. Если достигнутое состояние  $x(1)$  отличается от финального  $x_1$  с допустимой погрешностью, то вычисления прекращаются, иначе снова запускается алгоритм поиска управления, где в качестве начального состояния  $x_0$  используется состояние  $x(1)$ , достигнутое на предыдущей итерации алгоритма. Отметим, что при этом не надо повторно строить нильпотентную аппроксимацию в точке  $x_1$ . После достижения требуемой точности окончательный закон управления формируется путем конкатенации найденных на каждой итерации алгоритма управлений. Затем время перепараметризуется таким образом, что окончательный момент времени  $T = 1$ . Временной отрезок  $[0, 1]$  делится равномерно на  $k$  частей, где  $k$  — число итераций, совершенных алгоритмом. Получаем кусочно-постоянные управления с  $4k$  интервалами постоянства.

#### 3.1. Управление канонической нильпотентной системой

В описанном алгоритме возникает необходимость уметь решать задачу управления для канонической системы (2.7). Требуется найти управления  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$  в классе кусочно-постоянных функций на отрезке  $[0, 1]$  такие, что для произвольной точки  $x_0 \in \mathbb{R}^5$  соответствующая траектория удовлетворяет условиям:  $\mathbf{x}(0) = x_0, \mathbf{x}(1) = \vec{0}$ .

**Утверждение.** Для решения задачи достаточно управлений с тремя точками переключения:

$$u_i = \begin{cases} \alpha_i, & \text{при } t \in [0, \frac{1}{4}], \\ \beta_i, & \text{при } t \in (\frac{1}{4}, \frac{1}{2}], \\ \gamma_i, & \text{при } t \in (\frac{1}{2}, \frac{3}{4}], \\ \delta_i, & \text{при } t \in (\frac{3}{4}, 1], \end{cases}$$

где  $i = 1, 2$ .

Требуется определить коэффициенты управления

$$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i.$$

Для этого решается система из пяти алгебраических уравнений с восемью неизвестными:

$$\begin{cases} x(\alpha_i, \dots, \delta_i) = 0, \\ y(\alpha_i, \dots, \delta_i) = 0, \\ z(\alpha_i, \dots, \delta_i) = 0, \\ v(\alpha_i, \dots, \delta_i) = 0, \\ w(\alpha_i, \dots, \delta_i) = 0. \end{cases}$$

Получается трехпараметрическое семейство решений. Формулы имеют сложный вид, поэтому в статье не приводятся. Они выложены в файле <ftp://univ.u.pereslavl.ru/upload/masht/CanonSolve.nb>. Для любого начального состояния  $x_0$  существует способ зафиксировать свободные параметры так, чтобы получалось решение без особенностей. Кроме того, хотелось бы получить управления такие, что длина соответствующей траектории была как можно меньше. В зависимости от того, какие коэффициенты выбираются в качестве свободных параметров, получаются различные формулы для оставшихся коэффициентов управления. В качестве свободных параметров выбираются  $\gamma_1, \delta_1, \delta_2$  или  $\gamma_2, \delta_1, \delta_2$ . Остальные коэффициенты управления выражаются через свободные параметры. Введем критерий  $Q_1 = \max(|\alpha_i|, |\beta_i|, |\gamma_i|, |\delta_i|)$ . Будем искать значения свободных параметров, соответствующее минимальному значению  $Q_1$ .

В системе „Mathematica“ [5] написана программа, определяющая коэффициенты управления из условия минимальности  $Q_1$ . В итоге, получаем кусочно-постоянные управления, переводящие систему (2.7) из состояния  $x_0$  в начало координат, для которых выполнено:

$$\max |u_i| \rightarrow \min.$$

Таким образом, мы умеем решать задачу управления для канонической системы и получать приближенное решение исходной системы, используя найденное управление.

#### 4. Задача о качении шара по плоскости

Алгоритм и компьютерная программа в системе „Mathematica“ приближенного решения задачи управления для систем вида (2.5) были применены и протестированы на двух важных прикладных задачах: о качении шара по плоскости и о движении машины с двумя прицепами. В этом пункте рассматривается первая из этих задач.

Система, моделирующая качение шара по плоскости без прокручивания и проскальзывания, описывается уравнениями вида [11]

$$\dot{Q} = u_1 X_1(Q) + u_2 X_2(Q), \quad Q = (x, y, q_0, q_1, q_2, q_3) \in \mathbb{R}^2 \times S^3,$$

где  $S^3 = \{q = (q_0, q_1, q_2, q_3) \in \mathbb{R}^4 \mid q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 = 1\}$ .

Можно свести её к пятимерной системе, если использовать для задания ориентации мнимую часть кватерниона

$$q = q_0 + q_1 i + q_2 j + q_3 k, \quad q \in S^3,$$

задающего вращение. Если шар не совершает больших поворотов ( $q_0 > 0$ ), то траектория  $q(t)$  описывается своей проекцией с трехмерной сферы  $S^3$  на трехмерный шар  $\sum_{i=1}^3 q_i^2 < 1$ . Тогда

$$q_0 = \sqrt{1 - q_1^2 - q_2^2 - q_3^2},$$

и пятимерная система имеет вид:

$$(4.1) \quad \begin{cases} \dot{x} &= u_1, \\ \dot{y} &= u_2, \\ \dot{q}_1 &= \frac{1}{2}(q_3 u_1 + \sqrt{1 - q_1^2 - q_2^2 - q_3^2} u_2), \\ \dot{q}_2 &= \frac{1}{2}(-\sqrt{1 - q_1^2 - q_2^2 - q_3^2} u_1 + q_3 u_2), \\ \dot{q}_3 &= \frac{1}{2}(-q_1 u_1 - q_2 u_2). \end{cases}$$

Эта система корректна лишь в том случае, когда кватернион вращения лежит на верхней полусфере в  $S^3$ . Предположительно существует окрестность конечной точки  $O(Q_i^f) = |Q_i^0 - Q_i^f| < R, i = 1 \dots 5$ , для любой точки из которой, выбираемой в качестве начальной, алгоритм сходится. Заметим, что теоретически такая сходимость алгоритма гарантирована, если для используемого класса управлений  $U$  выполнено следующее топологическое свойство, которое естественно назвать локальной управляемостью системы (1.1) в классе управлений  $U$ : для любой точки  $Q^1 \in Q$  и для любой ее окрестности  $O_1 \subset Q$  существует такая окрестность  $O_2 \subset O_1$  точки  $Q^1$ , что для любой точки  $Q^0 \in O_2$  существует управление  $u(\cdot) \in U$ , переводящее точку  $Q^0$  в  $Q^1$ , причем соответствующая траектория  $Q(\cdot)$  системы (1.1) содержится в окрестности  $O_1$ . Из непрерывности субриманова расстояния (2.3) следует, что класс управлений, оптимальных в смысле минимума функционала субримановой длины (2.2), этому свойству удовлетворяет. Для класса кусочно-постоянных управлений априори это свойство не выполняется. Этот вопрос подлежит изучению.

Проводилось обширное тестирование, которое подтвердило предположение о сходимости алгоритма в шаре радиуса  $R = 10^{-2}$ . Кроме того, алгоритм сходится на множестве, находящемся вне этого шара. Это множество — объект исследования.

На рис. 1 приведен график траекторий (в отклонениях от конечного состояния) для начального состояния шара  $\mathbf{x}_0$  и конечного состояния  $\mathbf{x}_1$ , где

$$\mathbf{x}_0 = \left(-\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{5}, 0, -\frac{1}{5}\right), \quad \mathbf{x}_1 = \left(-\frac{1}{10}, \frac{1}{10}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, -\frac{1}{4}\right),$$

с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ . Для достижения нужной точности алгоритм совершил 4 итерации. Фильм, визуализирующий качение шара на приведенном примере выложен в файле <ftp://univ.u.pereslavl.ru/upload/masht/SphereMov.avi>.

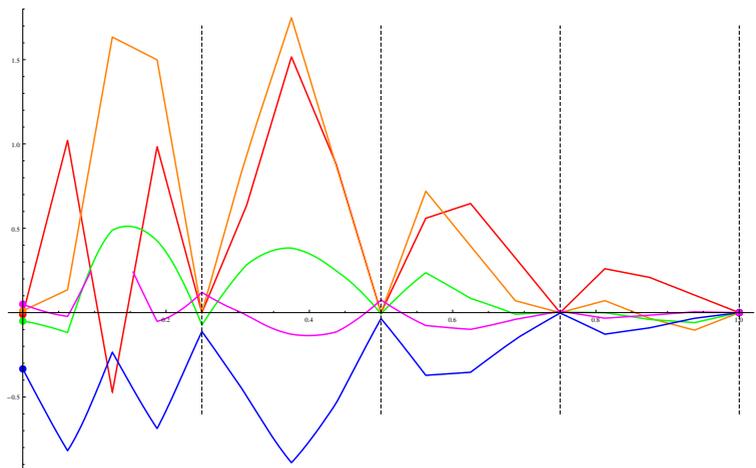


Рис. 1. Траектории системы „шар на плоскости“ (в отклонениях)

## 5. Машина с двумя прицепами

Рассмотрим задачу управления машиной с двумя прицепами. Положение машины на плоскости определяется тремя координатами

$x, y, \theta$ , где  $x, y$  — координаты на плоскости, а  $\theta$  — угол, задающий ориентацию машины. Положение прицепов определяется двумя углами  $\phi_1$  и  $\phi_2$ . Динамика системы имеет вид:

$$(5.1) \quad \begin{cases} \dot{x} &= \cos \theta u_1, \\ \dot{y} &= \sin \theta u_1, \\ \dot{\theta} &= u_2, \\ \dot{\phi}_1 &= -\sin \phi_1 u_1 + (-1 - \cos \phi_1) u_2, \\ \dot{\phi}_2 &= (\sin(\phi_1 - \phi_2) + \sin \phi_1) u_1 + (\cos(\phi_1 - \phi_2) + \cos \phi_1) u_2. \end{cases}$$

Это — система вида (2.5), где поля  $X_1$  и  $X_2$  имеют вид:

$$\begin{aligned} X_1 &= \{ \cos \theta, \sin \theta, 0, -\sin \phi_1, \sin(\phi_1 - \phi_2) + \sin \phi_1 \}, \\ X_2 &= \{ 0, 0, 1, -1 - \cos \phi_1, \cos(\phi_1 - \phi_2) + \cos \phi_1 \}. \end{aligned}$$

Заметим, что система (5.1) не управляема, если  $\phi_1 = \pi$  или  $\phi_2 = \pi$ . В дальнейшем будем рассматривать пространство состояний системы  $\mathbb{R}^2 \times S^1 \times (S^1 - \{\pi\})^2$ . Вычислим коммутаторы  $X_3 = [X_1, X_2]$ ,  $X_4 = [X_1, X_3]$ ,  $X_5 = [X_2, X_3]$ . Векторные поля  $X_i, i = 1, \dots, 5$ , линейно независимы всюду, кроме особых поверхностей  $\phi_1 = \phi_2$ . Точки этих поверхностей являются сингулярными. Будем решать задачу управления системой (5.1) из начального состояния  $x_0$  в конечное состояние  $x_1$ , где  $x_0$  и  $x_1$  не принадлежат особым поверхностям. Применим алгоритм управления, основанный на построении нильпотентной аппроксимации. Тестирование показало сходимость алгоритма в круге радиуса  $R = 10^{-4}$ . На рис. 2 приведен график траекторий (в отклонениях от конечного состояния) для начального состояния системы  $\mathbf{x}_0$  и конечного состояния  $\mathbf{x}_1$ , где

$$\mathbf{x}_0 = (-1, 0, 0.91, 2, -0.955), \quad \mathbf{x}_1 = (-1, 0, 0.9055, 2, -1),$$

с точностью  $\varepsilon = 10^{-5}$ . Для достижения нужной точности алгоритм совершил 10 итераций.

## 6. Заключение

В работе был рассмотрен способ управления нелинейными пятимерными системами, линейно зависящими от управления, основанный на построении нильпотентной аппроксимации. Изложен метод построения нильпотентной аппроксимации и алгоритм решения задачи управления, основанный на этом методе. Приведено решение задачи управления канонической нильпотентной системой в классе

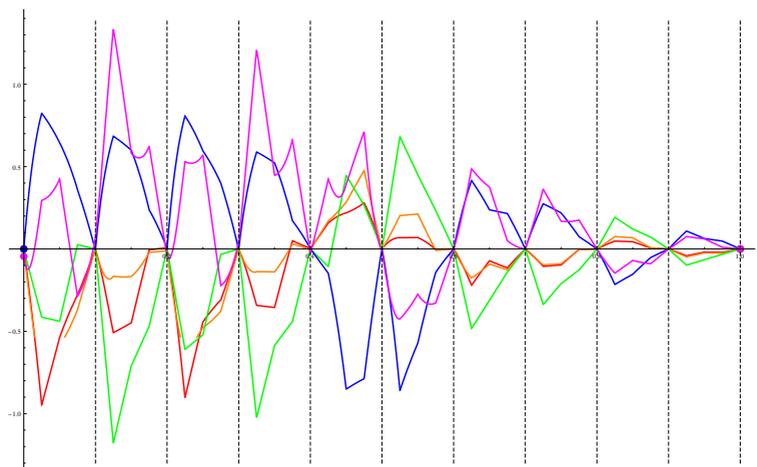


Рис. 2. Траектории системы „машина на плоскости“ (в отклонениях)

кусочно-постоянных управлений. В системе „Mathematica“ реализован модуль, решающий задачу управления на основе нильпотентной аппроксимации. Проведено тестирование модуля на управляемой системе “шар на плоскости” и „машина с двумя прицепами“.

В дальнейших планах стоит реализация решения задачи управления в других классах функций: тригонометрическое и оптимальное управление.

### Список литературы

- [1] Аграчёв А. А., Сачков Ю. Л. Геометрическая теория управления. — М.: Физматлит, 2005. — 391 с. ↑1, 2
- [2] Laumond J. P. // Lecture Notes in Control and Information Science, № 229: Springer, 1998, с. 343. ↑1
- [3] Murray R.M., Sastry S.S. *Steering controllable systems* // Proc. 29th IEEE Conf. Dec. and Control. — Honolulu, Hawaii, 1990, с. 408—412. ↑
- [4] Fliess M., Levine J., Martin P., Rouchon P. *On differential flat nonlinear systems* // Proc. IFAC NOLCOS Symposium. — Bordeaux, France, 1992, с. 408—412. ↑1

- [5] Wolfram S. *Mathematica: a system for doing mathematics by computer.* — Redwood City, CA USA: Addison–Wesley, 1991. — 961 с. ↑1, 3.1
- [6] Аграчев А. А., Сарычев А.В. Фильтрация алгебры Ли векторных полей и нильпотентная аппроксимация управляемых систем. — Т. 295: ДАН СССР, 1987. — 777–781 с. ↑2
- [7] Hermes H. Nilpotent and high-order approximations of vector fields systems. — Т. 33, 2, 1991. — 238–264 с. ↑2
- [8] Bellaïche A. *The tangent space in sub-Riemannian geometry.* — Basel, Switzerland: Birkhäuser, 1996. — 1–78 с. ↑2
- [9] Venditelli M., Oriolo G., Jean F., Laumond J.–P. Nonhomogeneous nilpotent approximations for nonholonomic systems with singularities // *Transactions on Automatic Control.* — Т. 49: IEEE Control Systems Society, 2004. — 261–266 с. ↑2, 2.1
- [10] Sachkov Yu.L. Symmetries of Flat Rank Two Distributions and Sub-Riemannian Structures // *Transactions of the American Mathematical Society.* — Т. 256, 2004. — 457–494 с. ↑2.2
- [11] Маштаков А. П. Управление ориентацией сферы, катящейся по плоскости // *Материалы XII научной студенческой конференции университета города Переславля им. А. К. Айламазяна.* — г. Переславль-Залесский, 2007. ↑4

A. P. Mashtakov. *Approximate solution to control problem for nonlinear five-dimensional systems via nilpotent approximation* // *Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university.* — Pereslavl, 2009. — p. 117–131. (*in Russian*).

ABSTRACT. The control problem for nonlinear five-dimensional systems with two-dimensional input vector is studied. Algorithm of construction nilpotent approximation is presented. Control problem for canonical nilpotent system is solved in class of piecewise constant controls. The control procedure is illustrated on the system describing rolling of a ball on a plane and on the two-trailer system.

А. Ю. Михайлов

## Средства эффективного учета и анализа сетевого трафика

Научный руководитель: к.т.н Ю. В. Шевчук

Аннотация. В данной работе предложена архитектура системы для анализа сетевого трафика, основанная на использовании IPFIX. Рассмотрено приложение данной системы к задаче автоматического определения сетевых аномалий.

### 1. Введение

Необходимым инструментом эксплуатации современной компьютерной сети являются средства учета и анализа сетевого трафика. С их помощью решаются следующие задачи:

- расчет стоимости услуг сети;
- анализ «узких мест» и планирование расширения сети;
- обнаружение сетевых атак и аномалий.

В условиях быстрого роста пропускной способности сетевых каналов и объемов трафика к средствам учета и анализа трафика должно предъявляться требование эффективности. Система учета должна обрабатывать трафик в реальном времени, не предъявляя высоких требований к аппаратной платформе.

Данная работа описывает систему учета и анализа трафика, разработанную автором для системы телекоммуникаций «Ботик». В системе телекоммуникаций «Ботик» используются маршрутизаторы на базе операционной системы Linux, не имеющей штатных средств экспорта информации о трафике. В задачу автора входила разработка эффективных средств экспорта информации о трафике из ядра ОС Linux, а также использование этой информации для обнаружения сетевых аномалий.

## 2. Выбор способа представления информации о трафике

В работе автора [1] были проанализированы существующие методы учета сетевого трафика. В том числе был сделан вывод, что сетевые потоки предоставляют собой очень удобный уровень абстракции для анализа сетевого трафика.

Напомним, что сетевой поток определяется как однонаправленная последовательность сетевых пакетов, проходящих через сетевое устройство в определенный промежуток времени, а также имеющих набор совпадающих атрибутов. Например, компания Cisco определяет этот набор атрибутов семеркой: IP-адрес источника, IP-адрес получателя, порт источника, порт получателя, номер протокола, бит ToS, индекс входящего интерфейса.

Существенный момент данного определения заключается в том, что поток определяется как однонаправленная последовательность. Естественным образом можно расширить понятие потока, понимая под ним набор пакетов, идущих в обоих направлениях соединения. Будем далее называть данное расширение определения двунаправленным потоком.

Наиболее распространенным протоколом для экспорта информации о потоках является Netflow. Одной записи Netflow соответствует набор полей с информацией об однонаправленном потоке. Существуют две широко используемые версии протокола: 5 и 9. В версии 5 используется фиксированный формат пакета с заранее определенным набором полей: IP-адреса, порты, счетчик байтов и пакетов и т.д. Основным изменением в 9-ой [2] версии протокола стало то, что пользователь получил возможность определять формат записи, используя механизм шаблонов. Шаблон состоит из пар  $(type, length)$ , где  $type$  — это тип поля (определяет его семантику), а  $length$  — это длина. Каждому экспортируемому потоку соответствует шаблон, указывающий каким образом будут интерпретироваться сообщения. Так как определения шаблонов должны посылаться очень редко в сравнении с весомой информацией (записи потоков), этот механизм гораздо более эффективен, чем любой другой, добавляющий описательную информацию к каждой записи (например, XML).

Инициатива IETF привела к объединению и унификации протоколов и приложений, использующих сетевые потоки (в свою очередь, протокол Cisco Netflow является проприетарным). Стандарт

RFC 3917 [3] определяет требования для экспорта информации о потоках для последующей обработки на удаленном устройстве. За основу протокола был выбран Netflow V9. Стандарт RFC 5101 [4] был выпущен в январе 2008 года и определил протокол IP Flow Information Export (IPFIX), который служит для передачи информации о потоках в сетевом окружении. Последовавший стандарт RFC 5102 [5] определил информационную модель для протокола IPFIX, которая используется для кодирования информации как о трафике, так и обо всем процессе.

Благодаря гибкости протокола IPFIX, стало возможным появление стандарта RFC 5103 [6], в котором вводится понятие двунаправленного потока, а также описывается эффективный метод экспорта подобных потоков. Суть идеи заключается во введении понятия обратного поля — поля, характеризующего величину, относящуюся к однонаправленному потоку, текущему в обратном направлении (под обратным направлением понимается движение к инициатору соединения).

В работе автора [1] был предложен эффективный метод получения информации о потоках в формате Netflow V5. Одной из целей данной работы является его расширение для поддержки протокола экспорта IPFIX, что дает следующие преимущества:

- гибкость экспорта и глубокая информационная модель;  
Мы можем формировать шаблон, используя глубокую информационную модель, что может предоставить разнородный материал для анализа.
- возможность развития;

К сожалению, формат Cisco Netflow v5 не дает возможности для развития. Например, фиксированный формат записи потока делает невозможным экспорт информации о IPv6-потоках. В то время как протокол IPFIX находится в стадии динамичного развития, впереди — множество нововведений, которые можно будет пытаться использовать на практике. Также протокол IPFIX является открытым, что ведет к совместимости всех средств ПО, которые его реализуют.

- двунаправленные потоки.

Использование двунаправленных потоков позволяет не только уменьшить размер передаваемой информации, но и дает много дополнительной информации, которую можно

использовать для анализа и дальнейшей обработки. Небольшие примеры:

- (1) разделение трафика на «ответченный» и нет;
- (2) возможность определить направление трафика, а также иницилирующую сторону;
- (3) возможность полной реконструкции TCP-сессии;
- (4) получение значения RTT для любого потока тривиально (разница между временем начала оригинального потока и обратного ему).

### 3. Архитектура системы анализа трафика

#### 3.1. Постановка задачи

Архитектура системы, основанной на IPFIX, обычно строится следующим образом: сенсор (Metering Process) собирает пакеты с данными в точке наблюдения (Observation Point), возможно фильтруя и агрегируя информацию о них. Далее экспортер (Exporter) передает данные коллектору (Collector) согласно протоколу IPFIX. Обычно коллектор помещает данные на диск для последующей обработки. Расширенную модель, обоснование которой будет дано позже, можно увидеть на рис. 1. Проанализируем составные части данной системы для того, чтобы сформулировать требования к будущей системе.

В первую очередь, необходимо расширить ранее разработанный сенсор для поддержки информационной модели IPFIX, а также продумать механизм передачи данных экспортеру. Специфика задачи состоит в том, что сенсор — это программный код, выполняющийся в пространстве ядра Linux. В том числе, это означает, что реализация протокола IPFIX должна удовлетворять всем критериям ядерного кода: небольшой фиксированный размер стека, отсутствие плавающей арифметики, отсутствие зависимости от других библиотек (в том числе и от стандартной библиотеки C), высокое быстродействие. Также необходимо получить эффективное решение проблемы производителя/потребителя в контексте ядра и пользовательского процесса. В задачи процесса-экспортера входит не только получение информации о потоках от сенсора, но также их доставка на удаленное устройство. Конечно, должны быть выполнены требования безопасности (невозможность фальсификации или перехвата) и надежности (гарантированная доставка). Стандартные методы доставки IPFIX, основанные

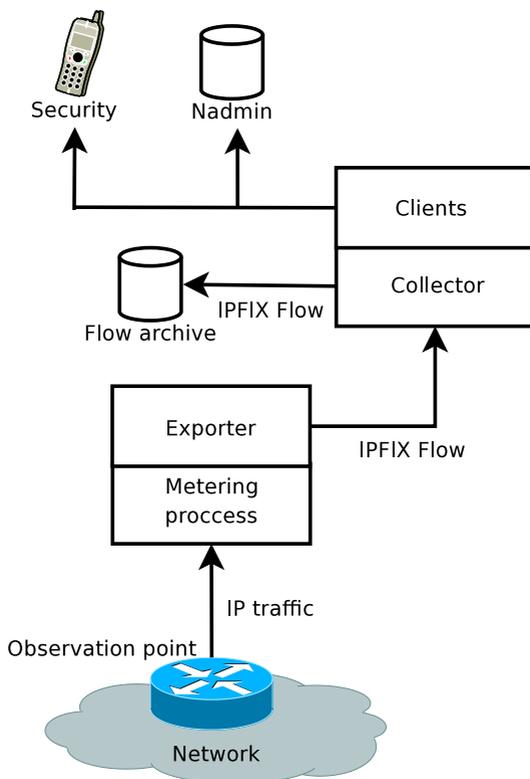


Рис. 1. Архитектура системы

на использовании протоколов UDP/TCP/SCTP без шифрования и аутентификации, данным требованиям не удовлетворяют.

Далее, в очевидные задачи коллектора могут входить как получение IPFIX сообщений из сетевого окружения, так и архивация для долговременного хранения и ретроспективного анализа. С другой стороны, некоторые процессы требуют немедленной обработки получаемых потоков (например, биллинг или модуль определения сетевых атак), поэтому хотелось бы иметь возможность эффективным

образом передавать получаемые потоки другим процессам для обработки в реальном времени. Более того, нужно учитывать что данные процессы могут быть достаточно разнородными.

В силу того, что IPFIX является еще очень молодым протоколом, существует достаточно ограниченное количество его реализаций. Были исследованы готовые решения на предмет возможности их использования в данной работе.

В первую очередь, было исследовано ПО, разработанное в CERT. Эта реализация известна как наиболее полная и соответствующая всем изданным стандартам. В данный набор ПО входит: libfixbuf — библиотека для работы с сообщениями IPFIX, YAF — IPFIX-сенсор, и SiLK — система для сбора (коллектор) и анализа потоков. К сожалению, libfixbuf является достаточно громоздкой и сложной библиотекой, поэтому использовать ее как эталонную реализацию для сенсора достаточно сложно. В свою очередь, система SiLK оказалась достаточно мощной и интересной. Ее возможности для анализа потоков и практические применения обсуждались в [7]. Однако, SiLK не поддерживает в полной мере двунаправленных потоков, а при получении раскладывает их на два однонаправленных, что делает невозможным архивацию потоков в данном формате. Тем не менее, возможность использования SiLK в системе есть: достаточно лишь при необходимости конвертировать информацию в подходящее представление.

Далее, была рассмотрена библиотека libipfix, в задачи которой входит поддержка формата сообщений IPFIX. К сожалению, данная библиотека не поддерживает использование двунаправленных потоков. Однако, реализация библиотеки достаточно компактна и эффективна, поэтому она была выбрана как базис для реализации поддержки IPFIX в ядре.

Также были рассмотрены системы VERMONT и OpenIMP, однако, по ряду причин они не были использованы: неэффективное сообщение между модулями систем, отсутствие поддержки двунаправленных потоков, недостающий функционал для детального анализа.

### 3.2. Сенсор

Как уже было сказано, одна из первых задач при доработке сенсора — это его расширение поддержкой IPFIX. Ранее упомянутая

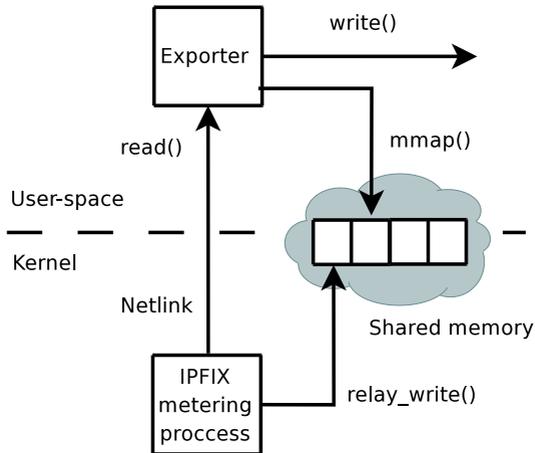


Рис. 2. Обмен информацией между сенсором и экспортером

библиотека `libipfix` была существенным образом изменена и портирована для работы в ядре Linux, а также расширена поддержкой двунаправленных потоков. API библиотеки также остался простым:

Инициализация шаблона `templ` с количеством элементов `nele`:

```
ipfix_new_data_template(struct ipfix_template **templ, int nele)
```

Добавление поля типа `type` к шаблону `templ` длины `len`;  
если `reverse > 0`, тогда поле обратимо:

```
ipfix_add_field(struct ipfix_template *templ, int reverse,
               uint16_t type, uint16_t len );
```

Экспорт согласно шаблону `templ`:

```
ipfix_export(struct ipfix_template *templ, ...)
ipfix_export_array(struct ipfix_template *templ, int nfields,
                  void **fields, u_int16_t *len)
```

Следующий вопрос — это передача информации из пространства ядра в пространство пользователя. Через большинство маршрутизаторов проходит огромное количество трафика, которое порождает множество потоков, поэтому здесь важен вопрос производительности. Точнее говоря, передача каждого IPFIX-сообщения отдельно — это достаточно высокие накладные расходы, которые, как правило,

сопровожаются дополнительной нагрузкой, связанной с лишним копированием информации из пространства ядра в пространство пользователя. Предлагается использовать область общей памяти, которая разделена на буферы. Возможно объединить эти буферы в кольцо, тогда в случае заполнения буфера, можно просто продолжать писать далее, не дожидаясь отстающего потребителя.

Эта схема была реализована с использованием подсистемы Relay ядра Linux. Однако, при использовании данной подсистемы, пользовательскому процессу необходимо было использовать поллинг во время ожидания готовности данных. Использование поллинга зачастую не самый эффективный метод ожидания готовности, поэтому был реализован протокол общения при помощи подсистемы Netlink ядра Linux. Пользовательский процесс засыпает в ожидании поступления данных, а в момент готовности одного из буферов получает сообщение через Netlink-сокет (см. рис. 2).

### 3.3. Экспортер

Экспортер был реализован как простое консольное приложение, которое не имеет входа, а всю получаемую из ядра информацию пересылает в стандартный поток вывода. Таким образом, пользователь свободен выбирать, что делать с получаемой информацией. В тривиальном случае можно просто перенаправить вывод приложения в файл для накопления. Данный файл будет содержать последовательность IPFIX-сообщений и сможет быть обработан любыми инструментами, соответствующими стандарту. Для решения проблемы с удаленной доставкой был использован протокол SSH, который предоставляет возможность обмена между двумя сетевыми устройствами по защищенному каналу. Для этого вывод приложения перенаправляется к SSH-клиенту, который устанавливает соединение с удаленным устройством и пересылает всю входную информацию по защищенному каналу.

### 3.4. Коллектор

В задачи коллектора входит получение IPFIX-сообщений, их архивирование для долгосрочного хранения и анализа, а также передача другим клиентам — различным приложениям, которые производят обработку поступающих потоков в реальном времени. Получаемые IPFIX-сообщения последовательно сохраняются в файл. Для

того чтобы была возможность проводить последующий анализ с помощью SiLK, используется утилита `gwrpfix2silk`, которая дает возможность конвертировать формат IPFIX в представление SiLK.

Для реализации работы с клиентами была использована следующая схема: полученные IPFIX-сообщения коллектор сохраняет в двух буферах, расположенных в общей памяти. Коллектор последовательно переходит с одного буфера на другой при записи сообщений, а клиенты могут читать только тот буфер, в который данный момент ничего не записывается. Используются два семафора, по одному на буфер, для решения проблемы синхронизации. Смена буфера происходит в момент достижения конца буфера (сделан полный круг), либо по истечению некоторого промежутка (по умолчанию, 5 секунд).

Причина использования подобной схемы — производительность. Клиенты могут засыпать при чтении информации на неопределенный срок, что может стать «узким местом» системы. Также стоит отметить, что любой клиент может восстановить пропущенную информацию из архива.

## 4. Обнаружение сетевых аномалий

### 4.1. Актуальность

Сетевые аномалии и атаки уже давно стали обыденными явлениями в современных сетях, их четкая и быстрая идентификация важна для любой крупной сети. С очень быстрым ростом пропускной способности каналов и еще более быстрым появлением новых типов атак и вредоносных программ, большинство существующих систем определения атак (Intrusion Detection System, IDS) не могут более справляться со своей задачей по следующим причинам:

- многие IDS основаны на определении атак, направленных на некоторое выделенное устройство или их ограниченный набор; такие системы не масштабируются к большим сетям;
- определение атак во многих IDS основано на сигнатурах — типичном поведении известных вредоносных программ, что делает обнаружение неизвестных видов атак невозможным.

Поэтому является логичным пытаться определять атаки не на конечных и промежуточных устройствах, а на граничных маршрутизаторах, вне зависимости от их нагрузки. Также предлагается использовать IDS, основанные не на сигнатурном алгоритме работы,

а статистическом. Под статистическим алгоритмом работы понимается следующий принцип: через постоянные промежутки времени проводятся замеры некоторых параметров сетевого трафика (например, количество замеченных TCP или UDP пакетов). Предполагается, что полученный ряд отражает «нормальное» поведение. Далее можно пытаться искать отклонения текущего поведения от «нормального». Для этого разработано достаточно много различных подходов: [8],[9],[10]. Для использования был выбран метод Holt–Winters в силу того, что, во-первых, имеется его открытая реализация в пакете RRDtool, и, во-вторых, этот метод уже давно зарекомендовал себя на практике.

Стоит отметить, что попытка использования метода Holt–Winters для анализа трафика на базе NetFlow уже была [11]. Однако, эта система имеет следующие недостатки:

- Строится на базе коллектора nfsapd и графического интерфейса nfsen. Это означает отсутствие возможности использовать протокол IPFIX и, как следствие, двунаправленные потоки.
- Используется слишком грубая гранулярность. Анализ производится над слишком общими параметрами трафика, такими как количество замеченных байтов и пакетов с возможностью разделения по протоколам.
- Отсутствует система оповещения и анализа инцидента: известен лишь промежуток времени, в который произошел сбой.

## 4.2. Обзор алгоритма Holt–Winters

Многие временные ряды наделены следующими особенностями, которые должны учитываться при моделировании:

- (1) изменение во времени (например, увеличение нагрузки на сервер, связанное с увеличением числа клиентов);
- (2) наличие сезонных циклов (например, загрузка на сетевое оборудование утром возрастает, достигает пиковой нагрузки в 4–8 часов дня и спадает к полуночи);
- (3) наличие сезонной изменчивости (например, количество запросов к серверу существенно меняется каждую минуту в пиковые часы, но в ночное время подобной динамики не наблюдается);

(4) постепенная эволюция величины за счет (1) — (3) на протяжении времени.

Пусть  $y_1 \dots y_{t-1}, y_t, y_{t+1} \dots$  — это последовательность значений некоторой переменной величины (через фиксированные промежутки времени), а  $m$  — это период сезонной изменчивости (например, число замеров в день). Метод прогнозирования Holt–Winters основан на том, что наблюдаемый временной ряд может быть разложен на три составляющие: нормальная составляющая, линейное отклонение и сезонное отклонение. Предполагается, что каждая из этих компонент изменяется со временем и ее изменение можно найти за счет последовательного применения экспоненциального сглаживания. Прогноз значения величины — это сумма трех компонент:  $\hat{y}_{t+1} = a_t + b_t + c_{t+1-m}$ . Компоненты обновляются согласно формулам:

- $a_t = \alpha(y_t - c_{t-m}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$  (нормальная компонента);
- $b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$  (линейное отклонение);
- $c_t = \gamma(y_t - a_t) + (1 - \gamma)c_{t-m}$  (сезонное отклонение).

Новая оценка для нормальной компоненты — это значение наблюдаемой величины с учетом наилучшей доступной оценки сезонного отклонения ( $c_{t-m}$ ). Так как новая величина должна учитывать линейное отклонение, предполагаемая величина отклонения добавляется к оценке. Новое значение линейного отклонения — это разница между старой и новой оценкой для нормальной компоненты. Новая оценка для сезонного отклонения — это разница между наблюдаемым значением и соответствующей ему нормальной компонентой.  $\alpha, \beta, \gamma$  — это адаптационные параметры алгоритма такие, что  $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$ . Большие значения приводят к более быстрой адаптации алгоритма, и на прогноз сильнее влияют недавние значения величины; при маленьких значениях возрастает значение прошлого.

### 4.3. Реализация

Описываемый подход основан на проведении последовательных замеров некоторых величин сетевого трафика с последующим помещением этой информации в базу RRDtool, системы для высокопроизводительной обработки и визуализации временных рядов. Далее, мы используем уже реализованный в пакете алгоритм Holt–Winters для обнаружения аномалий. Архитектуру системы можно видеть на рис. 3.

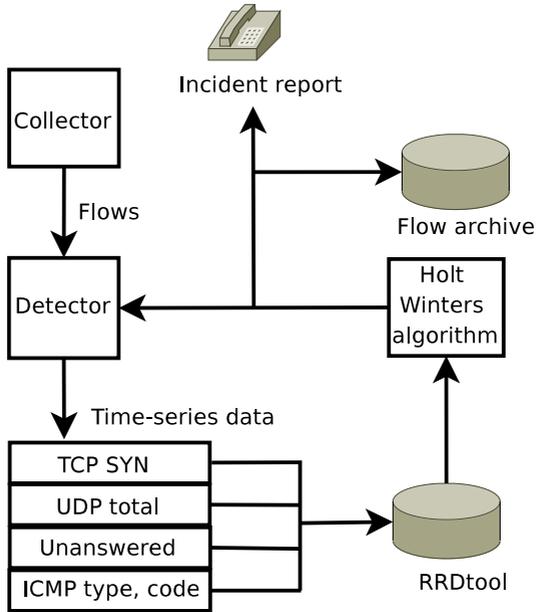


Рис. 3. Архитектура детектора

Модуль обнаружения в течении определенного промежутка времени принимает потоки. Для каждого потока мы проводим анализ: в первую очередь, мы определяем протокол и был ли поток ответственным (за счет использования двунаправленных потоков). Таким образом, мы, например, можем найти значение количества переданной информации с использованием конкретного протокола. Далее мы можем разделить это значение на две составляющие: «ответственный» трафик и нет, и прогнозировать по обоим из этих величин для каждого протокола. В случае, если используется протокол ICMP, потоки разделяются согласно типу и коду ICMP-сообщения. Так, например, большое количество ICMP-сообщений типа “ICMP destination unreachable” или “ICMP port unreachable” могут свидетельствовать о попытке сканирования. Для протокола TCP проводится анализ, используя значение TCP-флагов соединения. Например, отдельно классифицируются потоки с единственным битом TCP SYN; это используется для определения типичной активности сетевых червей

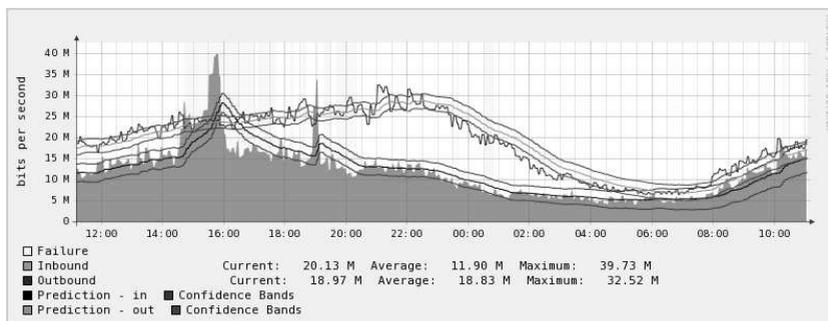


Рис. 4. Пример прогноза

(SYN–сканирования). Далее, каждую из величин мы можем разделить согласно направления трафика: внутренний (из внутренней сети во внутреннюю сеть), входящий (из внешней сети во внутреннюю), выходящий (из внутренней сети во внешнюю). Потоки принимаются в течении определенного времени (в данном случае, 5 минут), затем полученные итоговые значения для каждой из характеристик мы передаем для хранения в базу RRDtool.

Для определения аномального поведения используется скользящее окно, состоящее из 5 замеров: если обнаруживается ошибка в трех из пяти последовательных замеров, поведение величины считается аномальным. Пример получаемого прогноза можно видеть на рис. 4. На данном графике показана входная/выходная пропускная способность канала, занимаемая протоколом TCP. Выделены промежутки, в которых значение величины считается аномальным (ошибка в замере — это выход графика за «коридор», задаваемый алгоритмом прогнозирования).

В случае срабатывания модуля для одной из компонент автоматически генерируется отчет. Для этого проводится общий статистический анализ указанного промежутка с помощью информации, содержащейся в архиве потоков. Конкретная методика анализа зависит от компоненты, на которую пришлось срабатывание механизма. Например, при выявлении сбоев в TCP SYN–компоненте, соответствующие потоки агрегируются по IP–адресам получателя и отправителя с целью выяснения наиболее активных инициаторов соединений. Для проведения подобного анализа можно использовать систему

SiLK, которая дает большие возможности для получения произвольной статистической информации [7]. Отчет с полученными результатами может быть далее послан системному администратору.

Стоит отметить, что данный подход является очень гибким: пользователь свободен сам определить действия при срабатывании механизма; также есть возможность реализовать собственный алгоритм прогнозирования. В данном случае использовался алгоритм Holt–Winters, но одной из основных причин этого является его готовая реализация в пакете RRDtool. В будущем, возможна реализация и использование произвольных алгоритмов.

Задача выбора значений адаптационных параметров алгоритма  $\alpha, \beta, \gamma$  не является простой. Не существует оптимального набора данных параметров, даже если речь идет об анализе одной переменной [12]. Обсуждение данного вопроса можно найти в [13]. Важен вопрос о периоде обучения системы: нельзя обучать систему на трафике, содержащем аномалии, так как это может привести к пропуску срабатываний в будущем. Как правило, недельного периода обучения достаточно для получения удовлетворительных результатов.

## 5. Выводы

В данной работе была представлена архитектура и реализация системы для учета и анализа трафика. Данная система удовлетворяет требованиям эффективности. В качестве примера использования системы было предложено высокопроизводительное решение для обнаружения сетевых аномалий. На данный момент система проходит тестовую эксплуатацию в сети телекоммуникации «Ботик». В планах на будущее стоит:

- расширение функциональности системы за счет реализации новых клиентских модулей;
- поиски узких мест и повышение эффективности системы;
- исследование новых методов обнаружения сетевых аномалий: использовать другие алгоритмы прогнозирования и новые параметры, возможно применить информационную модель IPFIX для реализации новых подходов.

## Список литературы

- [1] Михайлов А. Ю. Эффективный метод учета трафика в ОС Linux // Материалы XII научной студенческой конференции университета города Переславля им. А. К. Айламазяна. — г. Переславль-Залесский, 2008. ↑2
- [2] Claise B. RFC 3954: Cisco Systems NetFlow Services Export Version 9, 2004, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3954.txt>. ↑2
- [3] Quittek J., Zseby T., Claise B., Zander S. RFC 3917: Requirements for IP Flow Information Export (IPFIX), 2004, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3917.txt>. ↑2
- [4] Claise B. RFC 5101: Specification of the IP Flow Information Export (IPFIX) Protocol for the Exchange of IP Traffic Flow Information, 2008, <http://www.ietf.org/rfc/rfc5101.txt>. ↑2
- [5] Claise B., Quittek J., Bryant S., Aitken P., Meyer J. RFC 5102: Information Model for IP Flow Information Export, <http://www.ietf.org/rfc/rfc5102.txt>. ↑2
- [6] Trammell B., Boschi E. RFC 5103: RFC 5103: Bidirectional Flow Export Using IP Flow Information Export (IPFIX), 2008, <http://www.ietf.org/rfc/rfc5103.txt>. ↑2
- [7] Gates C., Collins M., Duggan M., Kompanek A., Thomas M. More NetFlow Tools: For Performance and Security // In Proceedings of the 18th Large Installation Systems Administration Conference (LISA 2004). — Georgia, USA: USENIX Organization, 2004. — 121–132 с. ↑3.1, 4.3
- [8] Rehak M. A. P. (M. and Bartos), Pechoucek M., Bartos K., Grill M., Celeda P., Krmicek V. CAMNEP: An intrusion detection system for high-speed networks, 2008, [http://www.nii.ac.jp/pi/n5/5\\_65.pdf](http://www.nii.ac.jp/pi/n5/5_65.pdf). ↑4.1
- [9] Ertoz L., Eilertson E., Lazareciv A., Tan P., Kumar V., Sristava J., Dokas P. The MINDS — Minnesota Intrusion Detection System, 2004, [http://www-users.cs.umn.edu/~kumar/papers/minds\\_chapter.pdf](http://www-users.cs.umn.edu/~kumar/papers/minds_chapter.pdf). ↑4.1
- [10] Xu K., Zhang Z., Bhattacharyya S. Profiling Internet Backbone Traffic: behaviour Models and Applications, 2005. ↑4.1
- [11] Mohacsi J., Kiss G. Anomaly detection for NFSen/nfdump netflow engine — with Holt-Winters algorithm, [http://bakacsin.ki.iif.hu/~kissg/project/nfsen-hw/JRA2-meeting-at-Espoo\\_slides.pdf](http://bakacsin.ki.iif.hu/~kissg/project/nfsen-hw/JRA2-meeting-at-Espoo_slides.pdf). ↑4.1
- [12] Brutlag J. Abberant behaviour Detection in Time Series for Network Monitoring, 2000, [http://www.usenix.org/events/lisa00/full\\_papers/brutlag/](http://www.usenix.org/events/lisa00/full_papers/brutlag/). ↑4.3
- [13] Chatfield C., Yar M., Holt-Winters Forecasting: Some Practical Issues, 1988. ↑4.3

A. Y. Mikhailov. *Effective traffic measurement and accounting* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 132–146. (*in Russian*).

ABSTRACT. In this paper paper architecture and implementation of a network traffic measurement system proposed. Solution is based on IPFIX protocol. Application of the system to anomaly-based detection is given.

М. Д. Недев

## Протоколы и алгоритмы в LoWPAN-сетях

Научный руководитель: к.т.н. Ю. В. Шевчук

**Аннотация.** Работа рассматривает алгоритмы и протоколы, применяемые в сенсорной сети, разработанной в ИПС РАН. Особое внимание уделено вопросам отладки элементов сенсорной сети на компьютерной модели, организации туннеля между LoWPAN-сетью и сетью Интернет. Также в статье описывается техника доступа к разделяемой радио-среде, основанная на расписаниях сеансов связи.

### 1. Введение

В последние годы заметно возросло внимание к такой области исследований, как LoWPAN-сети. Термин “LoWPAN” расшифровывается как Low power Wireless Personal Area Networks и используется для обозначения беспроводных сетей, имеющих ограниченные ресурсы. Такие сети также называют «сенсорными». Достижения в электронике сделали возможным использование сенсорных сетей в задачах мониторинга и управления для различных территориально-распределенных объектов, от химических производств до «умного дома».

Беспроводная сенсорная сеть состоит из десятков (иногда и сотен, и тысяч) небольших устройств, оснащенных датчиками и радиотрансивером. К ней выдвигаются такие требования, как: отказоустойчивость, масштабируемость, низкая стоимость. Узлы сенсорной сети, как правило, имеют ограниченные ресурсы: батарейное питание, малое количество памяти и низкие вычислительные способности.

Кроме того, современные сетевые протоколы не всегда способны эффективно работать в следующих условиях:

- в зоне доступа одновременно находится много узлов;
- высокие потери пакетов в сети;
- различные характеристики узлов (некоторые имеют батарейное питание, другие питаются от сети).

Эти обстоятельства указали на необходимость создания новых протоколов и алгоритмов.

Консорциумом IEEE был разработан стандарт [1], описывающий некоторые механизмы работы LoWPAN-сетей. В рамках проекта «Ботик-сенсор», ведущегося в ИЦМС ИПС РАН, принято решение следовать стандарту там, где это возможно. В случаях, когда стандарт не удовлетворяет требованиям проекта, предлагаются альтернативные методы.

## 2. Из чего состоит сенсорная сеть

На рис. 1 показан пример сенсорной сети. Ее структура предполагает использование управляющей станции (УС) (PC с операционной системой Linux), шлюза и рабочих узлов. УС соединена со шлюзом по проводному Ethernet, вокруг шлюза действует радио-сеть 802.15.4. Обязанности управляющей станции заключаются в сборе данных с узлов и координации их действий. От шлюза требуется работать одновременно в двух средах (Ethernet и радио) и осуществлять перевод пакетов из одной среды в другую. Остальные узлы должны выполнять указания, которые им передала УС.

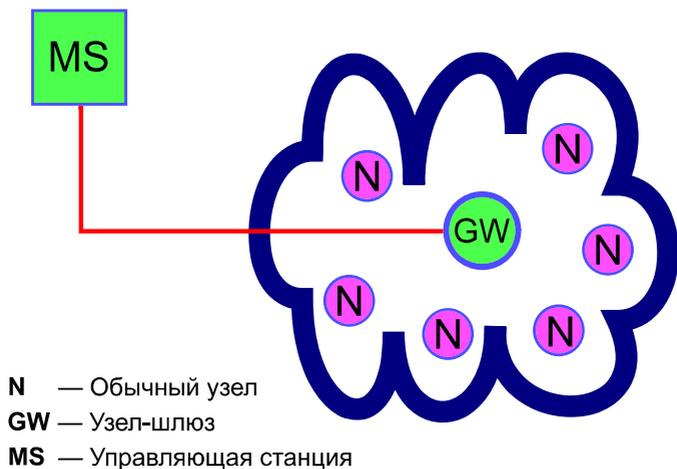


Рис. 1. Пример сенсорной сети

Радио-сеть на рисунке построена по топологии «звезда»: узлы не осуществляют маршрутизацию пакетов.

## 2.1. Contiki и Cooja

В качестве операционной системы была выбрана ОС Contiki [2], спроектированная специально для устройств, имеющих очень ограниченные ресурсы. Contiki написана на языке C, легко может быть портирована на различные платформы и включает в себя TCP/IP стек uIP, полностью совместимый с протоколом IPv6.

Выбор именно этой операционной системы был обусловлен еще и тем, что с ней поставляется удобная среда моделирования «Cooja» со многими возможностями. При работе с сенсорными сетями ее использование очень полезно: разработка, тестирование и отладка программ на реальных устройствах — это сложный и утомительный процесс. Моделирование позволяет аккуратно, по шагам, проводить те эксперименты, чистоту которых невозможно было бы проконтролировать при работе с реальными устройствами. Например — реализация и тестирование алгоритма маршрутизации.

## 3. Сетевой стек

На рис. 2 показаны сетевой стек узла сенсорной сети (слева) и абстрактная сетевая модель OSI (справа). Рассмотрим каждый из уровней стека (снизу вверх):

- (1) Физический уровень. Он осуществляет передачу сигналов в радиозфир, а также их прием и преобразование в биты данных. В нашем случае, кроме реального уровня (трансивер AT86RF231), существует также и моделируемый (среда Cooja), используемый для отладки.
- (2) Канальный уровень. Поскольку было принято решение об использовании моделирования при разработке программ, то для сохранения независимости верхних уровней были созданы два драйвера: для реальных устройств и для среды моделирования. Драйверы предоставляют одинаковый интерфейс и реализуют базовые функции, например: посылка и перепосылка пакета, включение и выключение приемника, установка параметров трансивера. Реализации функций в каждом из драйверов различны, но результат их выполнения должен быть одинаков. Для систематизации обращений

- к lowpan-драйверу вводится уровень расписаний, он накапливает исходящие пакеты, классифицирует входящие. АУ-протокол (инициализации) также относится к этому уровню.
- (3) Сетевой уровень. По ряду причин выбран протокол IPv6. Из-за ограничений на MTU мы вынуждены ввести уровень адаптации 6lowpan.
  - (4) Транспортный уровень. Используется протокол UDP, предназначенный для доставки данных без ошибок, но не гарантирующий доставку пакета. Это удовлетворяет нашим требованиям.
  - (5) Уровень приложения. Этот уровень ответственен за прием узлом команд управления и подготовку результатов их выполнения.



Рис. 2. Сетевой стек узла

Об АУ-протоколе, уровне адаптации 6lowpan и расписаниях будет подробнее рассказано ниже. Описание протокола Etherbox находится за рамками данной работы.

### 3.1. АУ-протокол

Стандарт 802.15.4 определяет процедуры сканирования эфира для подключения новых устройств к сети. Однако, с ними есть некоторые проблемы: во-первых, не ясно, как выбирать сенсорную сеть среди нескольких найденных, во-вторых, сканирование в некоторых случаях требует серьезных энергозатрат.

В ИПС РАН разработана нестандартная процедура подключения узлов к сети:

- (1) Новое устройство периодически передает маленькие АУ-пакеты по всем каналам. В АУ-пакете присутствует идентификатор устройства и показания его внутренних часов.
- (2) Также новое устройство периодически включает режим приема на разных каналах. Расписание приема может быть вычислено управляющей станцией на основании паспортных данных устройства.
- (3) УС может дать старым устройствам команду приема АУ-пакетов. Тогда старые устройства включают приемники на заданное количество секунд, выбирают из полученных пакетов не только свои, но и АУ-пакеты, и запоминают последние вместе с показаниями собственных часов на момент приема. УС собирает результаты и понимает, какие новые устройства есть в сети и к какому из старых они ближе.
- (4) УС посылает старому устройству, которое ближе всех к новому, команду передать указанный пакет в указанное время на указанном канале. Пакет зашифрован внутренним кодом нового устройства и содержит полный набор конфигурационных данных: каналы, AES-ключи, расписание работы, соседей, маршруты.
- (5) Успешно приняв конфигурационные данные, новое устройство становится участником сети.

### 3.2. 6lowpan

В нашей сети применяется протокол межсетевого обмена IPv6, что позволяет:

- строить сеть с использованием нескольких сетевых технологий, не обременяя прикладного программиста знанием ее структуры: для него каждый сенсорный узел выглядит непосредственно доступным по IP-адресу;

- снять ограничения на число узлов в сети;
- использовать любую существующую сетевую инфраструктуру в качестве технологической сети.

Однако мы встречаем проблему при его использовании. Как известно, минимальное значение MTU для IPv6 составляет 1280 байт, а определяемый стандартом IEEE 802.15.4 максимальный размер пакета в LoWPAN-сетях равен всего лишь 127 байтам. Как и всегда в таких случаях, вводится дополнительный уровень адаптации. Существует проект IETF по разработке стандарта на передачу IPv6-пакетов через сеть 802.15.4. Сформирована рабочая группа [3] под названием “6lowpan” (сокращение от “IPv6 over LoWPAN”).

Выпускаются промежуточные версии стандарта [4]. Разработка ведется как альтернатива проприетарному протоколу ZigBee [5].

Функции, которые предлагает 6lowpan:

- (1) Сжатие заголовка IP-пакета: при отправке необходимо выбросить все, что можно потом восстановить при получении.
- (2) Фрагментация: не всегда можно сжать IP-пакет до размеров пакетов LoWPAN-сетей.

Например, могут быть удалены поля “Version” и “Traffic Class”. В определенных случаях даже IP-адреса могут быть исключены из заголовка пакета. Для этого они должны быть назначены такими, что выводятся из MAC-адресов [6]. В лучшем случае удастся сжать 40 байт заголовка до 4-х.

Рабочей группой 6lowpan предлагается сжимать также и заголовки пакетов транспортного уровня (UDP и TCP), которые передаются в полезной нагрузке (payload) IP-пакетов, но выигрыш это дает совсем небольшой — до нескольких байт.

Необходимая для нашего проекта функциональность 6lowpan была реализована в виде процессов для ОС Contiki.

### 3.3. Расписания

Стандартом IEEE 802.15.4 предусмотрено несколько вариантов организации доступа к среде передачи. В проекте «Ботик-сенсор» используется простейший безмаячковый режим (beaconless mode) и специфические расписания сеансов обмена. Расписания отвечают как за прием пакетов, так и за их отправку.

Постоянные расписания устроены просто — они начинают свою активность сразу же после их добавления, включают приемник или

же начинают отправку пакетов, после истечения времени жизни они удаляются. Для организации приватного режима общения между узлами в сети используются особые криптографические расписания.

### 3.3.1. Устройство криптографических расписаний

При создании крипто-расписания получают на вход следующие аргументы:

- список доступных каналов, их количество  $N_c$ ;
- длительность сеанса связи  $T_s$ ;
- длительность периода  $T_p$ , на который строится расписание;
- секретное 128-битное слово  $W_s$ .

Задача программы — запланировать  $N_c$  сеансов связи в течение периода  $T_p$  — по одному сеансу на каждом канале. Всего в течение периода возможно  $\frac{T_p}{T_s}$  потенциальных сеансов связи. К примеру, АУ-протокол, использующий криптографическое расписание, имеет следующие параметры:  $N_c = 16$ ,  $T_s = 488\mu s$ ,  $T_p = N_c \times 1000000\mu s$ .

Выбор сеансов из числа потенциальных должен происходить случайным, но детерминированным образом. Причем, детерминированность очень важна: если два устройства хотят успешно связываться друг с другом, они должны выбирать одинаковые сеансы из большого числа возможных.

Для случайного выбора сеансов предлагается использовать AES-шифратор, поддержанный аппаратно трансивером AT86RF231. Ему на вход подается секретное слово  $W_s$  и время начала периода (ближайшее меньшее время, кратное  $T_p$ ). Шифратор конкатенирует байты аргументов, в качестве ключа использует это же секретное слово  $W_s$ . Байты, подаваемые шифратором на выход, используются для определения времени начала сеанса. Если в  $W_s$  поменяется хоть один бит, расписание получится совершенно другим.

В результате экспериментов было установлено, что набор байтов, выдаваемый шифратором, может считаться достаточно случайным для целей построения расписания, то есть вероятности выбора каждого сеанса примерно одинаковы. Свойство детерминированности при использовании шифратора, разумеется, выполняется.

Секретное слово  $W_s$  является частью конфигурационных данных устройства. УС отвечает за правильную конфигурацию узлов — таким образом, чтобы узлы, которым необходимо общаться между собой, выполняли расписания с одинаковым  $W_s$ .

Использование крипто-расписаний также повышает устойчивость сети к помехам по сравнению с маячковым режимом (beacon-enabled mode).

## 4. Связь сенсорной сети с Интернет

Исходя из своего устройства, сенсорная сеть обязательно должна быть обеспечена связью с управляющей станцией. Также, впоследствии, может оказаться удобным включение всей сенсорной сети в сеть Интернет. В качестве сетевого протокола нами был выбран IPv6, в сети же Интернет сейчас используется протокол IPv4, поэтому требуются средства, позволяющие передавать IPv6-пакеты через IPv4-сеть.

### 4.1. Шлюз

В структуре нашей сенсорной сети предусмотрен специальный узел-шлюз. Это узел, питающийся от сети и имеющий два интерфейса, обычно один из них — радио 802.15.4, а другой — проводной Ethernet. Радио-интерфейс используется шлюзом для связи с другими узлами сенсорной сети, Ethernet — для связи с управляющей станцией. Задача шлюза — перевод пакетов из одной среды в другую. Например, управляющая станция может послать конфигурационный пакет одному из своих подопечных устройств, либо самому узлу потребуется сообщить управляющей станции показания своих датчиков.

### 4.2. Туннель

Сеть между шлюзом и управляющей станцией работает по протоколу IPv4. Шлюз, однако, получает из радио-интерфейса blowrap-фрагменты, из которых собирается IPv6-пакет.

Один из способов обеспечения связи между устройствами и станцией — туннелирование IPv6-in-IPv4 [7]. Как следует из названия, IPv6-пакеты передаются внутри пакетов IPv4. Туннель прокладывается между шлюзом и управляющей станцией. На стороне управляющей станции (ОС Linux) необходимо лишь настроить соответствующий интерфейс, все необходимые программы уже разработаны. На стороне же шлюза (ОС Contiki), необходимо было создать процесс, обрабатывающий необходимым образом входящие и исходящие пакеты.

Логика работы процесса, обслуживающего туннель, такова:

- (1) Пакет получен из туннеля (Ethernet):
  - (a) IPv6-пакет извлекается из IPv4-пакета;
  - (b) если пакет адресован самому шлюзу, то он сразу передается в IP-стек для дальнейшей обработки;
  - (c) иначе, пакет передается в blowrap и пересылается подопечным устройствам (либо выбрасывается);
- (2) Пакет получен из радио-среды:
  - (a) если пакет адресован самому шлюзу, он передается в IP-стек для обработки;
  - (b) в противном случае пакет помещается внутрь IPv4-пакета и отправляется по туннелю.

Узел на другой стороне туннеля (это не обязательно управляющая станция) сам принимает решения: он может отправить IPv4-пакет дальше по сети, сам обработать извлеченный IPv6-пакет или маршрутизировать IPv6-пакет, если есть такая возможность и необходимость.

## 5. Заключение

В настоящее время завершается разработка аппаратной части и lowrap-драйвера для нее. Пока же описанные программы исполняются под управлением среды моделирования Cooja. На рис. 3 изображена текущая схема работы. В правой части рисунка находится виртуальная сенсорная сеть, связанная с приложением с помощью туннеля.

worm.botik.ru

- Приложение
- Маршрутизация
- Туннель tun0

Cooja@worm

- Туннель tun0
- Шлюз
- Узлы  
сенсорной сети

Рис. 3.

Таким образом, получены следующие результаты:

- освоены операционная система Contiki и поставляющаяся с ней среда моделирования Cooja;
- сформирован сетевой стек узла сенсорной сети и написаны программы, реализующие часть его уровней: lowpan-драйвер для Cooja, расписания, АУ-протокол, 6lowpan;
- изучены возможности установления связи между УС и шлюзом сенсорной сети, проложен туннель между ними, написаны необходимые приложения для ОС Contiki;
- с помощью средства Cooja перечисленные программы были отлажены на модели сенсорной сети.

Также в данный момент ведутся работы по поддержке Mesh-сетей [8], которые требуют использования алгоритмов маршрутизации.

### Список литературы

- [1] IEEE 802.15.4, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.15.html>. ↑1
- [2] The Contiki OS, <http://www.sics.se/contiki/>. ↑2.1
- [3] 6lowpan Working Group, <http://tools.ietf.org/wg/6lowpan/>. ↑3.2
- [4] 6lowpan RFC 4944, <http://tools.ietf.org/html/rfc4944>. ↑3.2
- [5] ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org/>. ↑3.2
- [6] IPv6 Addressing Architecture, <http://tools.ietf.org/html/rfc4291>. ↑3.2
- [7] IPv6-in-IPv4, <http://en.wikipedia.org/wiki/6in4>. ↑4.2
- [8] Mesh-сети, [http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh\\_networking](http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking). ↑5

M. D. Nedev. *Protocols and algorithms in LoWPAN-networks* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p.147–156. (*in Russian*).

ABSTRACT. Paper considers algorithms and protocols which are used in sensor network developed in PSI RAS. Author describes the way to use the simulator for debugging programs designed for sensor networks. He also presents tunnel for joining LoWPAN-network and Internet. Finally, the paper describes a media access control technique based on communication session schedules.

С. С. Ранцев

## Разработка блока бесперебойного питания NanoUPS

Научный руководитель: гл. инж. лаб. «Ботик» А. Ю. Пономарев

Аннотация. Данная работа описывает разработку бесперебойного блока питания NanoUPS. Изделие предназначено для организации бесперебойного питания маломощного оборудования, потребляемой мощностью не более 2 Вт, рассчитанного на питание от источника постоянного тока с напряжением от 5.5 до 7.5в. Как правило, это устройства, имеющие внешний блок питания и встроенный стабилизатор напряжения: коммутаторы Ethernet, трансиверы Ethernet, оборудование сенсорной сети с интерфейсом Botik Bus.

### 1. Введение

Данная работа посвящена проектированию блока бесперебойного питания NanoUPS, предназначенного для организации бесперебойного питания маломощного оборудования.

Развитие преобразователей напряжения идет по пути миниатюризации, повышения КПД и надежности при одновременном снижении их стоимости и упрощения изготовления. Появившиеся в последнее время на российском рынке отечественные и зарубежные компоненты позволяют улучшать эти характеристики, создавая новые схемные решения, в том числе высокочастотные преобразователи напряжения.

### 2. Постановка задачи

Для проектирования блока бесперебойного питания требуется:

- (1) разработать принципиальную схему NanoUPS в системе автоматического проектирования PCAD2002;
- (2) развести печатную плату блока питания в системе автоматического проектирования PCAD2002;
- (3) произвести расчеты и подобрать компоненты блока питания;
- (4) собрать экспериментальный блок бесперебойного питания NanoUPS и отладить его.

## 2.1. Разработка принципиальной схемы NanoUPS

При разработке принципиальной схемы NanoUPS была использована схема предыдущей версии блока бесперебойного питания. Блок питания состоит из импульсного понижающего стабилизатора для зарядки аккумулятора и коммутатора нагрузки. Стабилизатор преобразует напряжение внешнего источника питания 8-15В в напряжение заряда аккумуляторной батареи (АКБ) 5,5-7,5В в зависимости от степени разрядки батареи и температуры окружающей среды. Коммутатор нагрузки отключает нагрузку при полном разряде аккумулятора и позволяет дистанционно переключить питание подключенных устройств. В новой схеме изменились входной конденсатор, выходные конденсаторы, фильтр импульсного стабилизатора для зарядки аккумулятора. Был сделан упор на автоматизацию сборки изделия, были использованы компоненты поверхностного монтажа (smd) за исключением разъемов. Компоненты с типом корпуса 1206 (длина 3,023 мм, ширина 1,52 мм) были изменены на тип корпуса 0805 (длина 2,032 мм, ширина 1,27 мм). Схема управления реализована на микроконтроллере Attiny861 [1]. Микроконтроллер выполняет следующие функции:

- измеряет ток нагрузки;
- измеряет ток заряда и разряда аккумулятора;
- измеряет напряжение на аккумуляторе;
- измеряет температуру аккумулятора;
- подстраивает напряжение зарядки аккумулятора в зависимости от его температуры и степени разряженности;
- коммутирует нагрузку в зависимости от степени разрядки.

## 3. Проектирование печатной платы в PCAD2002

С помощью утилиты PCB была разведена плата NanoUPS. Компоненты на печатной плате были расположены в одном слое, для экономии времени сборки и удобства монтажа. Расположение компонентов в других слоях ведет за собой удорожание монтажа платы.

## 4. Расчеты и подбор компонентов

В данной работе производились следующие расчеты:

- расчет компонентов стабилизатора;
- расчет емкости входного конденсатора;

- расчет фильтра импульсного стабилизатора;
- расчет емкости выходного конденсатора.

При расчете блока бесперебойного питания использовались следующие параметры:

- (1) входное напряжение 8–15 В;
- (2) выходное напряжение 5,5–7,5 В;
- (3) ток нагрузки 2 А.

## 5. Отладка собранного блока питания

Собранный блок питания NanoUPS был отлажен. С помощью осциллографа, подключенного к выводам микросхемы, были отслежены импульсы. Проведены испытания с разными режимами нагрузки и с разным входным напряжением. В ходе испытания были произведены расчеты КПД.

## 6. Результаты

В результате проделанной работы была разработана принципиальная схема NanoUPS и разведена печатная плата. Прототип печатной платы был изготовлен в компании ООО «Резонит». После сборки блока питания была произведена отладка.

### 6.1. Основные технические характеристики

Технические характеристики блока питания NanoUPS указаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Технические характеристики NanoUPS

№	Характеристика	Параметры
1.	Входное напряжение (В)	8–15
2.	Выходное напряжение (В)	5,5–7,5
3.	Ток нагрузки (А)	2
4.	КПД	90

## 7. Вывод

Данное изделие предназначено для бесперебойного электропитания маломощного оборудования в узлах Ethernet в городской компьютерной сети г. Переславля-Залесского. Устройство используется для зарядки аккумулятора и питания коммутатора Ethernet и трансивера Ethernet. Благодаря размещению компонентов в одном слое печатной платы и применения технологии поверхностного монтажа, была упрощена сборка устройства. Так же благодаря использованию микроконтроллера Attiny861, NanoUPS обладает рядом преимуществ перед аналогами:

- измеряет ток нагрузки;
- измеряет ток заряда и разряда аккумулятора;
- измеряет напряжение на аккумуляторе;
- измеряет температуру аккумулятора;
- подстраивает напряжение зарядки аккумулятора в зависимости от его температуры и степени разряженности;
- коммутирует нагрузку в зависимости от степени разрядки.

## Список литературы

- [1] Gibson P. *Описание микроконтроллера Attiny861*, 2007. — 288 с. ↑2.1
- [2] Мактас М. Я. *Восемь уроков по P-CAD*. — 1-е изд. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003. ↑
- [3] Найвельт Г.С. *Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры*. — 1-е изд. — М.: Радио и связь, 1986. ↑

S. S. Rancev. *Developing power supply NanoUP* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 157–160. (*in Russian*).

ABSTRACT. This research work describes developing uninterrupted power supply unit Nano UPS. This device provides an uninterrupted supply for not powerful equipment, consumed by power not more than 2 Watts. The Power supply unit converts 8-15 V into 5.5-7.5 V.

Д. Н. Степанов

## Разработка и реализация клиентской части информационной системы Университета города Переславля на основе технологии AJAX

Научный руководитель: д.ф.-м.н С. В. Знаменский

Аннотация. Данная работа посвящена разработке и реализации клиентской части информационной системы УГП. За основу была взята технология AJAX. Реализован подход, в котором все запросы к серверу совершаются в асинхронном режиме. Полной перезагрузки страницы при этом не происходит никогда. Разработана технология взаимодействия клиента с сервером с учетом данного подхода.

### 1. Введение

Летом 2008 года была начата работа по проектированию и реализации новой версии ядра информационной системы Университета города Переславля [1, 2]. Предполагалось существенным образом переработать как серверную часть системы (новый способ организации базы данных и работы с ней, использование технологии `mod_perl` и т. д.), так и клиентскую часть. Web-интерфейс для работы с системой было решено организовать следующим образом: в левой части Web-страницы *всегда* расположено вполне традиционное для многих сайтов DHTML-дерево (в рамках системы оно также получило название «дерево дел»), в правой части — некий контекст, содержание которого зависит от того, какой узел был выбран в дереве дел.

Поэтому для того, чтобы избежать полной перезагрузки страницы (общий объем HTML-кода которой обычно достаточно велик) при каждом запросе к серверу, было решено использовать технологию AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) [3], позволяющую обновлять не всю Web-страницу целиком, а только конкретную ее часть, причем в фоновом режиме. Одновременно это бы снизило нагрузку на сервер. AJAX — одно из основных средств для создания «толстых» Web-клиентов.

## 2. Выбранный инструментарий

В качестве инструмента для работы с AJAX была выбрана библиотека jQuery [4, 5] — мощное и многофункциональное open-source средство, позволяющее не только генерировать асинхронные HTTP-запросы, но и совершать различные манипуляции над содержимым Web-страницы. Например, в jQuery уже имеются встроенные средства для анимирования объектов страницы. Для jQuery написано множество плагинов [6], еще более расширяющих ее возможности. jQuery используется многими известными сайтами и информационными системами, например, поисковой системой Google [7].

## 3. Методы исследования

В процессе освоения технологии AJAX и изучения возможностей jQuery возникла такая идея: почему бы не сделать так, чтобы для пользователя вся работа в системе шла целиком в рамках одной клиентской сессии? Другими словами, почему бы не разработать такой подход, в котором все запросы к серверу выполняются в асинхронном режиме (т. е. через AJAX)? Тогда это позволит неограниченно долго (конечно, до тех пор, пока пользователь не перейдет на другой сайт или обновит страницу) хранить в браузере клиента большой объем информации (например, в качестве значений некоторого набора JavaScript-переменных или в виде скрытого HTML-кода). Такой подход был разработан, но прежде следует рассказать о принципах организации и генерации главной части интерфейса — дереве дел.

### 3.1. Дерево дел

Опираясь на концепции дерева дел информационной системы [8], можно сказать (правда, с некоторой натяжкой), что дерево дел на Web-странице (рис. 1) — отображение в виде HTML-кода той части базы данных, которая доступна пользователю (или же фрагмента этой части). Основное предназначение системы — совместная выработка решений по определенным делам. Изначально же задумывалось, что система будет обладать гибкой и часто изменяющейся БД. Возникает проблема актуальности той части дерева, которая загружена в данный момент на странице пользователя. Следовательно, необходимо информировать пользователя о том, в какой части дерева дел произошли изменения (например, у какого-то узла изменился список его потомков).

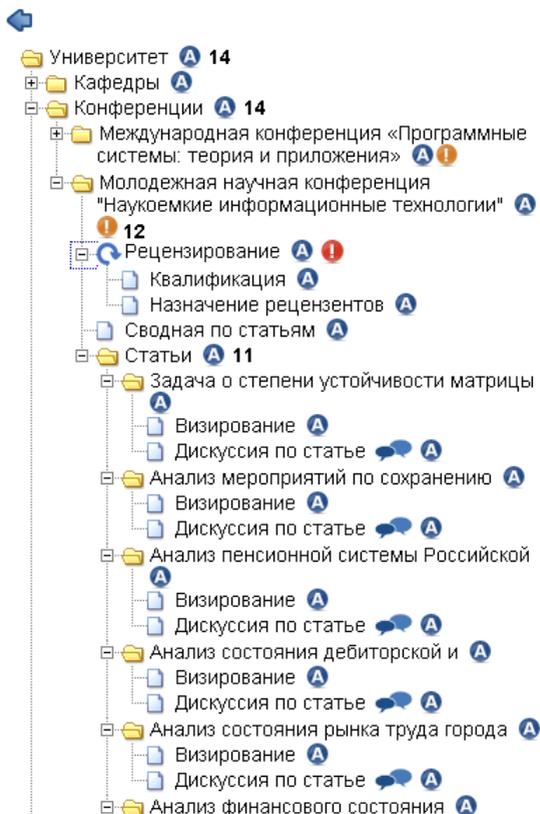


Рис. 1. Пример дерева дел

Общее количество узлов, доступных пользователю, может быть достаточно велико, но в то же время не все они могут быть ему интересны. Поэтому пусть изначально пользователь видит только часть дерева, доступного ему, но тогда нужно дать ему возможность загрузить (посредством AJAX-запросов) остальную часть.

Генерация HTML-кода дерева происходит на сервере с помощью рекурсивной функции, написанной на языке Perl. Изначально планировалось верстать дерево на основе HTML-тэгов DIV, но оказалось, что весьма проблематично подобрать для них такие стилевые свойства, чтобы дерево нормально отображалось в самых популярных

Web-браузерах, особенно что касалось скрывания и раскрытия потомков узлов. Под словами «самые популярные Web-браузеры» подразумеваются относительно новые версии браузеров Internet Explorer, Opera и Firefox, причем как под ОС Windows, так и под Linux. Поэтому было решено верстать дерево с помощью таблиц, которые почти идентично отображаются во всех браузерах. И все же пока не удалось избежать того, чтобы один и тот же HTML-код дерева дел нормально отображался во всех браузерах, приходится генерировать его немного по-разному, в зависимости от названия и версии браузера пользователя. Проверку названия и версии браузера приходится делать и на клиенте.

Функция генерации HTML-кода дерева и само дерево обладают следующими свойствами:

- (1) дерево может рисоваться, начиная с любого узла, доступного пользователю;
- (2) начиная рисовать дерево с какого-либо узла, можно генерировать HTML-код только для потомков этого узла, пропустив сам узел (эта возможность используется при подгрузке потомков узлов);
- (3) в тех частях дерева, где располагаются гиперссылки—названия узлов, в принципе, можно размещать любую информацию, произвольный объем HTML-кода (эта возможность используется в прорисовке дискуссий, которые организованы в виде дерева).

Все это позволяет отдавать пользователю не все доступное ему дерево, а только часть, а пользователь при желании сам подгрузит содержимое интересных ему узлов. Актуальность дерева поддерживается так: на клиенте периодически (допустим, раз в 5 секунд) запускается функция, которая делает AJAX-запрос к серверу, а взамен получает список ID узлов, в которых произошли изменения. Эти узлы помечаются в дереве специальными иконками, при нажатии на которые соответствующие узлы вместе со всеми своими потомками перегружаются (о том, что именно отправляет и получает клиент, будет рассказано далее).

Когда появилась возможность помещать в дерево практически любой HTML-код, возникла идея размещать в нем различные формы поиска (например, для поиска персон), таблицы (например, для отображения узлов, связанных с учебными группами — по горизонтали идут названия групп, которые обучаются на одном курсе, по

вертикали — на одной специальности). Эта идея была воплощена в жизнь, но вскоре было решено во многом отказаться от нее. Дополнительных удобств эти таблицы и формы поиска практически не создавали, а структура дерева заметно усложнялась, она становилась более неоднородной, что вынуждало писать довольно сложный и малопонятный код, в котором приходилось бороться с этими неоднородностями, причем как на клиенте (JavaScript), так и на сервере (Perl).

### 3.2. Взаимодействие клиента и сервера

На стадии проектирования новой версии ядра ИС было решено отказаться от cookies как средства для аутентификации и авторизации пользователей, поскольку «печенья» не обеспечивают должный уровень безопасности. Но так как все запросы к серверу идут через AJAX, то есть возможность добавлять в них дополнительные параметры. Практически всегда в запрос включается следующее:

- **login** — логин пользователя, который он ввел в ходе авторизации; не меняется в процессе работы в системе. Именно этот параметр позволяет понять, от какого пользователя пришел запрос.
- **login\_tree** — логин пользователя, для которого рисуется дерево. У большинства пользователей он совпадает со значением параметра **login**. Используется, чтобы дать возможность администраторам системы увидеть дерево дел и интерфейсы такими, какими их видит некий другой пользователь.
- **version** — некоторое натуральное число — версия системы. Используется для поддержания актуальности дерева, которое пользователь видит на странице. База данных системы представляет собой множество структур (узлов), с каждой из которых связано число — версия узла. Пусть  $N$  — максимальное из таких чисел, это и есть версия системы. Если некоторый узел изменился, то номер его версии станет равным  $N + 1$ , версия системы примет такое же значение. Если от некоторого пользователя пришел запрос, в котором значение параметра **version** равно  $K \geq M$  (где  $M$  — версия системы), то это значит, что этому пользователю надо обновить в своем дереве все узлы, версии которых заключены в промежутке от  $K + 1$  до  $M$ . Именно на этом основана технология обновления узлов в дереве.

- **sid** — MD5-дайджест от некоторой строки. Если на сервер пришел некоторый запрос, то на основании данных этого запроса строится другой MD5-дайджест. Если он не совпадает со значением **sid**, то пользователю возвращается форма для авторизации.

Большинство запросов также включают в себя параметр **id** — идентификационный номер того узла, с которым сейчас пытается работать пользователь.

### 3.2.1. Тип запроса

Для повышения уровня безопасности, производительности и эффективности, вся работа с системой ведется через один единый серверный обработчик (который условно можно назвать просто скриптом). Поэтому для того, чтобы обработчик мог легко понять, что же именно хочет получить клиент в результате своего запроса (иначе говоря, какой модуль или функцию надо загрузить или вызвать для работы с запросом), во многие запросы включается еще один параметр **type**. Его возможные значения:

- *branch* — используется, когда пользователь работает с деревом (подгрузка узла, перегрузка узла);
- *info* — используется, когда пользователь переходит на интерфейс какого-либо узла или отправляет данные из формы;
- *admin* — используется для администрирования ИС;
- *modify* — используется функцией, периодически посылающей запросы на обновление;
- *change\_user* — используется, чтобы администраторы системы могли работать, «прикинувшись» другими пользователями;
- *discuss* — используется для работы с дискуссиями;
- *search* — используется для поиска чего-либо (например, персон по фамилии, имени или отчеству).

## 3.3. Гостевой вход

В какой-то момент времени был поднят вопрос о том, что мало иметь информационную систему, с которой нельзя работать, предварительно не авторизовавшись, в которой для каждого пользователя ограничен круг его прав и обязанностей, в которой для обеспечения безопасности приходится использовать шифрованное соединение

(SSL). Нужен также свободнодоступный сайт, для доступа к которому не нужна авторизация, где данные можно передавать без шифрования. В системе был создан «мнимый» пользователь, для которого системные переменные `login` и `login_tree` всегда равны “guest”. Именно этот пользователь автоматически назначается клиенту, если он зашел в систему, используя не зашифрованный протокол `https`, а обычный `http`.

#### 4. «Подводные камни» технологии AJAX

Возможность взаимодействия клиента и сервера в асинхронном режиме во многом основана на том, что объектная модель почти всех современных браузеров включает в себя класс `XMLHttpRequest`, который как раз и позволяет делать асинхронные запросы (в Internet Explorer вместо класса `XMLHttpRequest` используется компонент *ActiveX* под названием `Microsoft.XMLHTTP`). Но в настоящее время ни тот, ни другой не позволяют передавать на сервер файлы; для этой цели приходится создавать невидимые элементы `IFRAME`.

И Internet Explorer, и Opera, и Firefox — все они обладают следующей неприятной особенностью: если с сервера посредством AJAX-запроса был загружен некоторый HTML-код, и в нем есть фрагменты JavaScript-кода, то он не будет выполняться после вставки данных в документ. Более того, Internet Explorer после вставки тут же удаляет из этого HTML-кода все теги `SCRIPT` и их содержимое. Проблема решилась путем создания «своих» тэгов для работы с JavaScript. Используются невидимые элементы `DIV`, которым присваивается специальный класс, внутри себя эти теги могут содержать произвольный JavaScript-код. Каждый раз, когда в документ вставляются данные, загруженные с сервера, вызывается функция, которая ищет все такие элементы, и для каждого из них или делается запрос к серверу на загрузку JS-файла, или вызывается функция `eval`, которая интерпретирует содержимое этих элементов как код на языке JavaScript, затем эти элементы удаляются из документа.

Специфика технологии AJAX состоит в том, что в общем случае асинхронные запросы не попадают в историю посещенных страниц. Соответственно, в AJAX-приложениях становятся бесполезными кнопки браузера для перехода на уже посещенные страницы. Большинство подходов, призванных решить эту проблему, основаны на том, что в адресную строку браузера с помощью JavaScript дописывается символ `'#'`, а после него — некоторая строка. В Internet Explorer

также приходится использовать невидимый элемент IFRAME. Запускается функция, которая периодически (допустим, 5 раз в секунду) сравнивает значение этой строки со значением некоторой JavaScript-переменной (текущий адрес), и если эти значения не совпадают, то инициализируется переход на новый адрес.

## 5. Результаты

Все вышесказанное и позволило сделать так, что вся работа в системе происходит в течении одной клиентской сессии, все запросы идут в асинхронном режиме, DHTML-дерево способно обновляться полностью или частями, а в браузере можно кешировать почти неограниченный объем данных. Если пользователь перешел на некоторый узел, и после этого загрузился соответствующий интерфейс, то при дальнейших обращениях к этому узлу запросы к серверу не будут создаваться. Интерфейс будет удален из HTML-кода страницы, только когда пользователь обновит узел, связанный с этим интерфейсом.

## 6. Дальнейшие перспективы

В настоящее время можно выделить как минимум два направления по совершенствованию клиентской части системы и технологии взаимодействия клиентов с сервером:

- (1) Узлы в дереве дел на клиенте могут содержать специальные иконки, говорящие о том, что в данном узле для пользователя есть какое-то дело (**ToDo** [9]). Сейчас ToDo делятся на две категории: информационные сообщения (пользователю *рекомендуется* зайти на этот узел) и важные дела (пользователь *обязан* зайти на этот узел). Предполагается существенным образом расширить эту градацию, а также ввести определенную категорию администраторских дел.
- (2) Концепцию дел можно расширить, введя понятие приоритета узла. Для каждого пользователя каждый доступный ему узел можно связать с некоторым числом. Оно увеличивается, когда пользователь раскрывает ветку, связанную с узлом, или совершает переход на узел. При закрытии ветки приоритет уменьшается. Наличие дел разной важности

также влияет на приоритет узла. Такой подход даст возможность пользователю указывать, какие узлы дерева он хочет видеть при заходе в систему, а какие нет.

## Список литературы

- [1] Сайт информационной системы УГП: <https://upis.botik.ru>. ↑1
- [2] Страница разработчиков ИС УГП: <http://wiki.botik.ru/IS4UGP>. ↑1
- [3] Крейн Д, Паскарелло Э, Джеймс Д. Ажак в действии. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 640 с. ↑1
- [4] Сайт проекта jQuery: <http://jquery.com>. ↑2
- [5] Документация по jQuery: <http://docs.jquery.com>. ↑2
- [6] Плагины для jQuery: <http://plugins.jquery.com>. ↑2
- [7] Поискковая система Google: <http://www.google.com>. ↑2
- [8] Концепции дерева дел ИС УГП: <http://wiki.botik.ru/IS4UGP/TaskTree>. ↑3.1
- [9] Работа с ToDo в рамках ИС УГП: <http://wiki.botik.ru/IS4UGP/ToDo>. ↑1

D. N. Stepanov. *Development and realization of client part of information system of Pereslavl University based on technology named AJAX* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 161–169. (*in Russian*).

ABSTRACT. This paper is devoted to development and realization of client part of information system of Pereslavl University. Technology named AJAX was taken for base. The approach in which all requests to server are committed in asynchronous mode is realized. Full reloading the page herewith never occurs. The technology of the interaction of the client with server with provision for given approach is developed.

М. В. Стоцкий, А. А. Ардентов

## Поиск похожих изображений для снимков DMSP

Научный руководитель: к.х.н. А. А. Московский

Аннотация. Данная работа посвящена разработке программного обеспечения для осуществления ранжирования изображений по наибольшей степени визуального сходства. Для сравнения двух изображений используются вектора–индексы, которые вычисляются для каждого из снимков с использованием вейвлет–преобразования. В статье описан параллельный алгоритм поиска  $K$  ближайших соседей для заданного вектора–индекса, который использует kd–дерево.

### 1. Введение

Научные работы, такие как метеорологические исследования, генерируют терабайтные базы данных [1]. Данные в таких базах обычно многомерные. Они должны быть визуализированы и исследованы для того, чтобы можно было найти интересующие объекты или извлечь значимые или качественно новые отношения. Один из самых ранних и наиболее продуманных примеров — SkyServer для Sloan Digital Sky Survey (SDSS) [2], который создает подробную цифровую карту большой части видимой вселенной и хранит несколько терабайт данных в общедоступном архиве. Многие статистические алгоритмы, требуемые для подобных задач, работают довольно быстро при обработке небольших по памяти множеств, но при работе с большими базами данных, не помещающихся в памяти, появляются заметные вычислительные трудности.

Данная статья посвящена исследованию одного из методов быстрой обработки и поиска визуальных данных.

Быстрая разработка технологий, в особенности на компьютерном железе и устройствах микроэлектроники, коренным образом изменяют большинство естественных наук с резким увеличением масштабов измерения. Мы могли бы выбрать наши примеры из почти любой дисциплины, но в данной работе будем работать с метеорологическими данными. Наша рабочая база данных — восьмидесятимерное пространство индексов, характеризующие контур и текстуру изображений. Изображения — снимки, полученные с космических спутников.

Каждый снимок представляется двумя изображениями — снимок в инфракрасном и видимом спектрах.

За время полета спутников накопилось огромное число изображений (снимков), которые необходимо обрабатывать при поиске похожих погодных условий для заданной местности. В связи с этим возникает необходимость разработать специальный алгоритм быстрого поиска.

## 2. Алгоритм индексирования

Для определения близости двух снимков необходимо ввести адекватную, с точки зрения метеоролога, метрику. Для этого каждому изображению ставится в соответствие некоторый вектор фиксированной длины. Эти вектора задают пространство индексов. После чего мы вводим некоторую функцию над множеством индексов, которая определяет метрику на заданном пространстве, например Евклидову [3].

Земная атмосфера имеет свойства высокотурбулентной системы, что позволяет естественным образом применить вейвлет–преобразования [4] для описания структур погодных данных, полученных по снимкам с метеорологических спутников. Полученные коэффициенты вейвлет–преобразования, формирующие вектора пространства индексов, описывают текстуру и форму структуры облаков для каждого изображения. Далее эти данные используются для интерактивного поиска изображений, основанного на схожести коэффициентов вейвлет–преобразования.

Вейвлет–преобразования широко используется в современных алгоритмах компрессии изображений; позволяет значительно (до двух раз) повысить степень сжатия чёрно–белых и цветных изображений при сравнимом визуальном качестве по отношению к алгоритмам предыдущего поколения, основанным на дискретном косинусом преобразовании, таких, например, как JPEG.

### 2.1. Сравнение форм

Для описания формы в данной работе мы применили метод центральных моментов. Для описания текстуры изображения используется метод обобщенных Гауссовых плотностей. В обоих случаях — и центральные моменты, и гауссовы плотности — вычисляются для

пирамидального разложения изображения в виде «пирамиды» подобных ему изображений с все уменьшающимся масштабом.

Отображение распределения яркости по масштабам на вектор характеристик формы изображения будет выполняться через центральные моменты амплитуд вейвлет-коэффициентов таким образом, что может быть измерена степень схожести формы. Как вариант, можно применить метод моментов к границам — протяженным линиям, на которых происходит резкое изменение яркости.

Для двумерной действительной функции  $f(x, y)$  в конечном регионе  $S$  момент  $(p + q)$ -го порядка может быть представлен как

$$m_{p,q} = \iint_S x^p y^q f(x, y) dx dy.$$

Для дискретного изображения будем вычислять моменты как

$$m_{p,q} = \sum_{(i,j) \in S} i^p j^q f(i, j).$$

Используя теорию алгебраических инвариантов, возможно найти определенные функции моментов, которые остаются неизменными при преобразованиях изображений таких, как сдвиг, поворот и масштабирование. Например, для преобразования сдвига  $x' = x + \chi$ ,  $y' = y + \Psi$  центральные моменты

$$m_{p,q} = \iint_S (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) dx dy$$

являются инвариантами; здесь  $\bar{x} = \frac{m_{1,0}}{m_{0,0}}$ ,  $\bar{y} = \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}}$  обозначают координаты центра масс изображения. Для сдвига и зеркального отражения инвариантными функциями центральных моментов будут:

- (1) для моментов первого порядка,  $\mu_{1,0} = \mu_{0,1} = 0$  (всегда инвариантны);
- (2) для моментов второго порядка,  $(p + q) = 2$ , инвариантами являются

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \mu_{2,0} + \mu_{0,2}, \\ \theta_2 &= (\mu_{2,0} - \mu_{0,2})^2 + 4\mu_{1,1}^2, \\ &\dots \end{aligned}$$

Итак, предлагаемый алгоритм выделения характеристик формы представлен следующим образом. Для каждого спутникового изображения выполняется:

- (1) вейвлет-декомпозиция;

- (2) сохранение в виде характеристик формы в базе данных, вычисленных нормализованных центральных моментов на всех масштабах.

Для простоты в качестве расстояния между центральными моментами векторов будем использовать Евклидово расстояние [3] или расстояние Махаланобиса [5].

## 2.2. Сравнение текстур

Для описания «текстуры» погодной турбулентности будем использовать статистические параметры распределения коэффициентов вейвлет–преобразования при различных масштабах. В случае, если эти распределения при различных масштабах можно считать «независимыми», их можно смоделировать обобщенными Гауссовыми плотностями

$$p(x, \alpha, \beta) = \frac{\beta}{2\alpha\Gamma(\frac{1}{\beta})} e^{-\left(\frac{|x|}{\alpha}\right)^\beta},$$

где  $\Gamma(\cdot)$  — гамма-функция,  $\alpha$  — величина, моделирующая ширину пика плотности распределения (среднеквадратичное отклонение),  $\beta$  обратно пропорционально скорости спада. Для моделирования межмасштабных зависимостей вейвлет–коэффициентов, вероятно, необходимо расширить пространство обобщенными Гауссовыми плотностями параметров и применить скрытую Марковскую модель [6].

В обоих случаях в качестве меры схожести между параметрами характеристик текстуры изображения  $\theta_1$  и  $\theta_2$  будет использоваться расстояние Кульбака–Лейблера [7], которое характеризует взаимную энтропию соответствующих плотностей  $p(x, \theta_1)$  и  $p(x, \theta_2)$ :

$$D_{KL}(p(x, \theta_1) || p(x, \theta_2)) = \int p(x, \theta_1) \log \frac{p(x, \theta_1)}{p(x, \theta_2)} dx.$$

Используя логарифм по основанию 2, расстояние Кульбака–Лейблера дает в битах взаимную информацию между двумя изображениями.

Таким образом, при выделении характеристик текстуры, для всех изображений выполняется следующее:

- (1) вейвлет–декомпозиция;
- (2) вычисление обобщенных Гауссовых плотностей параметров и сохранение их как текстурных характеристик в базе данных.

### 2.3. Совместный анализ формы и текстуры

Совместный анализ форм и текстур является нетривиальной задачей, и во многом зависит как от характера изображений, так и от «типичных» задач, в которых он используется.

Можно отметить, что для двух различных типов изображений, а именно редкие облака и сильная облачность на фоне блика в телескопе, описанный подход работает и подбирает достаточно схожие снимки.

Последовательная версия программы, реализующей построение индексов, была написана в программной среде Matlab. Так как обработка изображений занимает достаточно много времени, на основе последовательной реализации была разработана параллельная версия программы, которая строит пространство индексов для набора космических снимков. Программа разбивает множество картинок на группы и каждая группа обрабатывается отдельно на разных вычислительных узлах кластера. Тем самым реализуется параллелизм по данным, при котором работа индексирующей программы ускоряется линейно относительно количества используемых узлов. Результатом выполнения алгоритма является множество векторов, каждый из которых соответствует некоторому снимку.

Построив пространство индексов, необходимо научиться на лету определять наиболее близкие вектора к заданному, тем самым определять наиболее похожие изображения для данного. Полный перебор при поиске близких изображений не допустим, т.к. мощность множества индексов очень велика.

## 3. Структуризация данных. Поиск

### 3.1. Деление на подмножества

Для того чтобы уменьшить количество операций во время работы алгоритма поиска, был выбран принцип, при котором происходит разбиение пространства индексов на подмножества. Алгоритм разбиения устроен так, что каждому вектору из пространства индексов ставится в соответствие целое число, тем самым два разных вектора, которым соответствует одинаковое число, принадлежат одному и тому же подмножеству.

Разбиение множества индексов осуществляется с использованием бинарных kd-деревьев [8]. Структура данных kd-дерево позволяет

быстро находить необходимое подмножество для данного изображения.

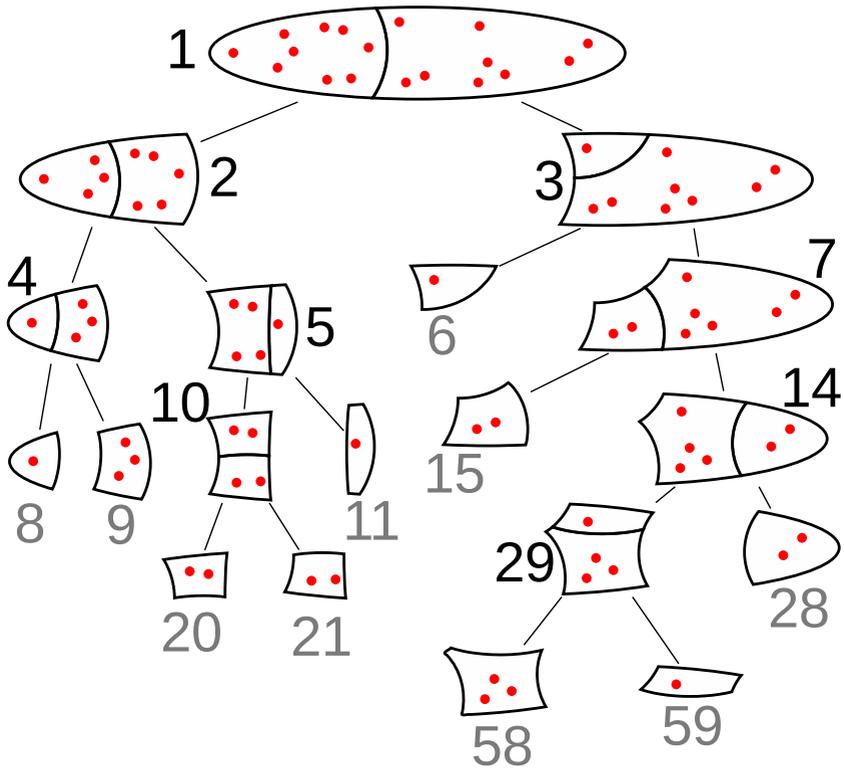


Рис. 1. пример kd-дерева

В каждой вершине kd-дерева имеется информация о разбиении множества векторов индексного пространства, которая представляет из себя номер узла ( $n$ ), некоторое множество векторов и неравенство

$$x_i < C,$$

где  $i$  — это номер координаты, по которой производится разбиение;  $C$  — «место разреза». Вектора, которые удовлетворяют неравенству,

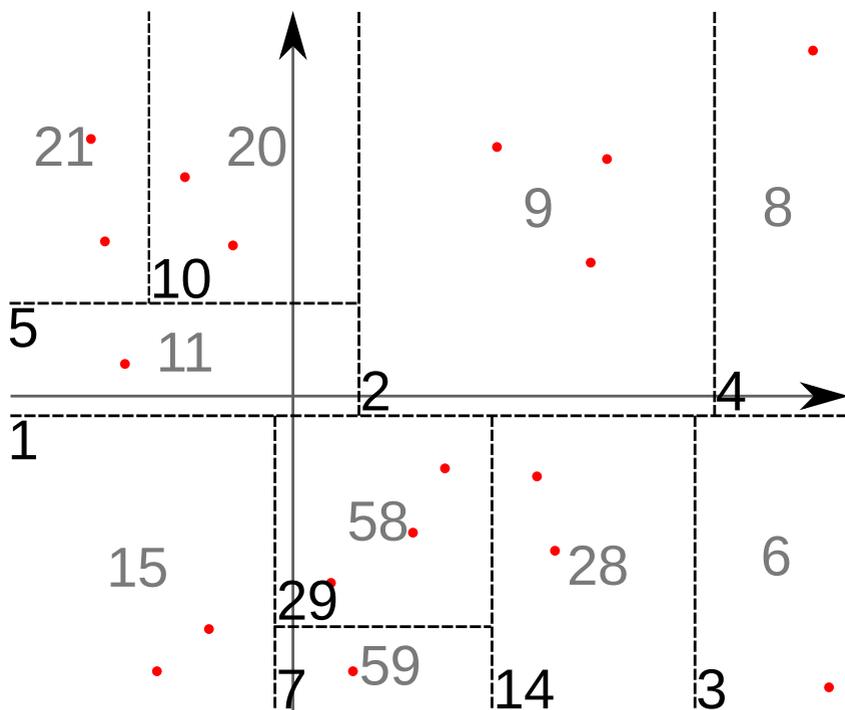


Рис. 2. пример разбиения

«спускаются» по левой ветке в узел с номером  $2n$ , а остальные — по правой с номером  $2n + 1$ . Корневой вершине (узел с номером 1) соответствуют все вектора индексного пространства. Тем самым, имея исходное множество векторов, всегда можно восстановить подмножество для любого из узлов kd-дерева.

При построении kd-дерева число  $i$  (номер координаты) выбирается для каждой из вершин дерева таким образом, чтобы разброс значений по этой координате был наибольшим. Разброс вычисляется как разность между максимальным и минимальным значениями координаты по всем векторам из подмножества. Далее все вектора из подмножества проецируются на  $i$ -ю ось пространства векторов, получаем прямую с точками, количество которых равно мощности подмножества. После этого выбираются две соседние точки  $a$  и  $b$ ,

расстояние между которыми наибольшее, и вычисляется число  $C$ , которое равно  $(a + b)/2$ . Разбиение множества векторов продолжается до тех пор, пока мощность каждого из подмножеств не будет превышать некоторого заданного числа  $N$ . В листовых вершинах дерева окажутся искомые подмножества множества индексов.

На рис. 1 показан пример kd-дерева, которому соответствует разбиение множества векторов двумерного пространства индексов на подмножества, изображённое на рис. 2.

В результате получается, что алгоритм разбиения устроен таким образом, чтобы в первую очередь отсекал отдалённые вектора и группы векторов. Но при таком разбиении не гарантируется, что близкие вектора находятся в одном подмножестве. На основе данной структуры данных был разработан алгоритм поиска  $K$  ближайших соседей для некоторого вектора.

### 3.2. Поиск ближайших соседей

Для поиска  $K$  ближайших векторов для определённого вектора  $v_0$  используется список  $L$ , элементами которого являются пары

$$(n, v),$$

где  $n$  — номер вершины в kd-дереве;  $v$  — кратчайший вектор отложенный от конца вектора  $v_0$  до края области, ограничивающей подмножество, которому соответствует номер  $n$ . Список  $L$  всегда поддерживается в отсортированном по длине вектора  $v$  состоянии. Следовательно, первым элементом списка  $L$  всегда является ближайшее для исходной точки (вектора  $v_0$ ) подмножество векторов. Изначально список  $L$  состоит из одного элемента:

$$(1, (0, 0, \dots)).$$

Алгоритм поиска заключается в следующих шагах (результат работы сохраняется в списке *neighs*, который изначально пуст):

- (1) Если список  $L$  пуст, то закончить работу. Найдено  $K$  ближайших соседей.
- (2) Иначе
  - (a) Взять первую пару  $(n, v)$  из списка  $L$ .
  - (b) Удалить первый элемент из списка  $L$ .
  - (c) Если узел  $n$  является листовой вершиной в kd-дереве, то

- (i) Если расстояние до самого дальнего соседа больше длины  $v$  или длина списка  $neighs$  меньше  $K$ , то
  - (А) Отсортировать все элементы подмножества с номером  $n$  по расстоянию от  $v_0$  и записать их в список  $neighs\_$ .
  - (В) Объединить списки  $neighs\_$  и  $neighs$  при помощи сортировки слиянием. Взять первые  $K$  элементов из объединения.
- (ii) Иначе конец алгоритма. Найдено  $K$  ближайших соседей.
- (d) Иначе
  - (i) Получить по номеру класса номер координаты, по которой был произведен разрез, и «место разреза».
  - (ii) Пересчитать вектора  $v_1$  и  $v_2$  для подмножеств  $2n$  и  $2n + 1$ .
  - (iii) Вставить пары  $(2n, v_1)$  и  $(2n + 1, v_2)$  в список  $L$ , сохраняя список  $L$  отсортированным.
- (3) Повторить процедуру.

Другими словами, мы перебираем точки из ближайших к  $v_0$  подмножеств до тех пор, пока объединение этих подмножеств не охватит шар с центром в точке  $v_0$ , в котором окажется  $K$  точек.

Такой алгоритм поиска гарантирует, что будет найдено  $K$  ближайших векторов для заданного  $v_0$ . В тоже время благодаря kd-дереву резко сокращается количество операций при поиске соседей по сравнению с полным перебором.

В тоже время была создана параллельная версия программы, реализующей поиск близких векторов. Самой тяжёлой операцией (требующей наибольшее количество действий) является сортировка элементов подмножества. Эта часть программы была оформлена в виде функции, которую можно вычислять на различных узлах кластера параллельно.

Также при поиске похожих изображений есть возможность учитывать только некоторые свойства картинок. Сейчас при поиске можно учитывать (или не учитывать) любые комбинации следующих свойств: координаты снимка, текстура или контур изображения, свойства только для видимого или только для инфракрасного изображения.

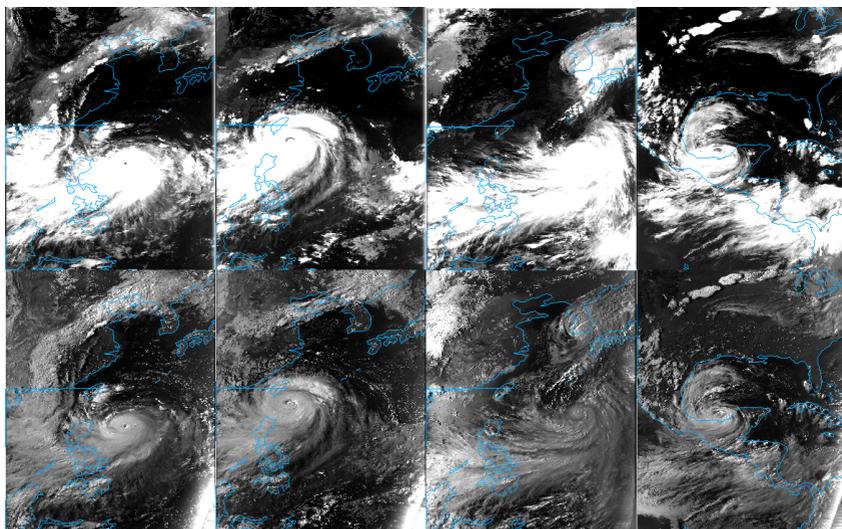


Рис. 3. Пример запроса

На рис. 3, 4 и 5 изображены результаты работы программы, реализующей алгоритм поиска похожих снимков. Самая левая пара изображений (снимки в инфракрасном и видимом спектрах) — это то изображение, для которого был заказан поиск похожих снимков. Вторая пара изображений — наиболее похожая пара на первую. То есть снимки отсортированы в порядке убывания визуального сходства слева направо. На примерах видно, что методы индексирования и поиска изображений дают хорошие результаты. Найденные изображения визуально очень похожи на искомые снимки. Также с помощью данного подхода успешно находят испорченные снимки. Под испорченными снимками понимаются такие изображения, часть которых недоступна (часть снимка залита чёрным цветом). Испорченные снимки, возможно, могут возникать из-за обрывов связи со спутниками или различных помех, проявляющихся во время передачи снимков в базу данных на Земле.

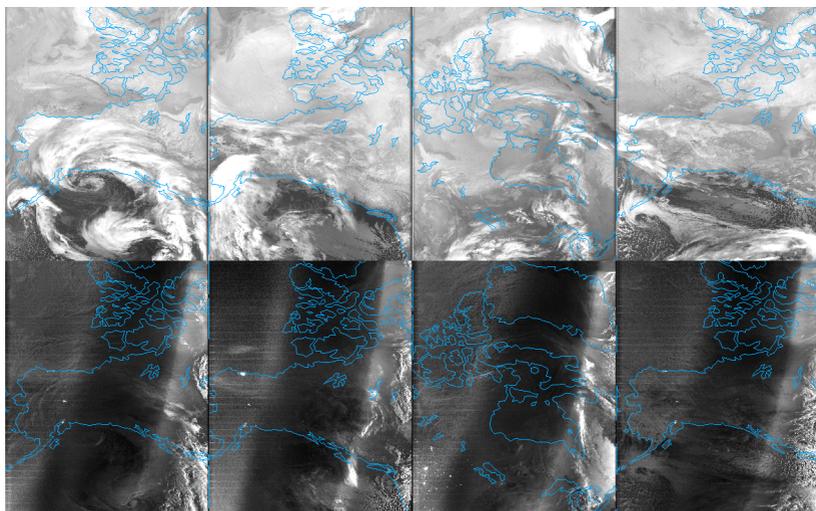


Рис. 4. Пример запроса

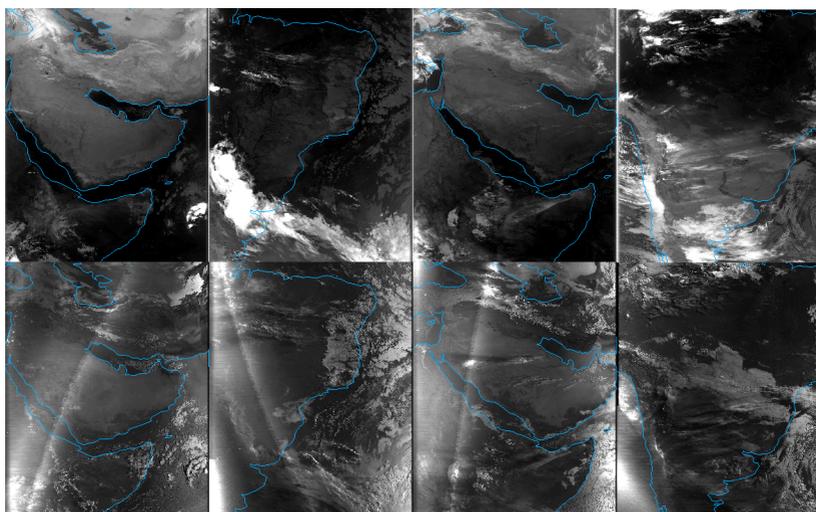


Рис. 5. Пример запроса

#### 4. Заключение

В ходе исследования был разработан алгоритм поиска визуально схожих изображений с использованием вейвлет преобразования. Алгоритм реализован в системе просмотра архива космических снимков поверхности Земли для проекта Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) [9].

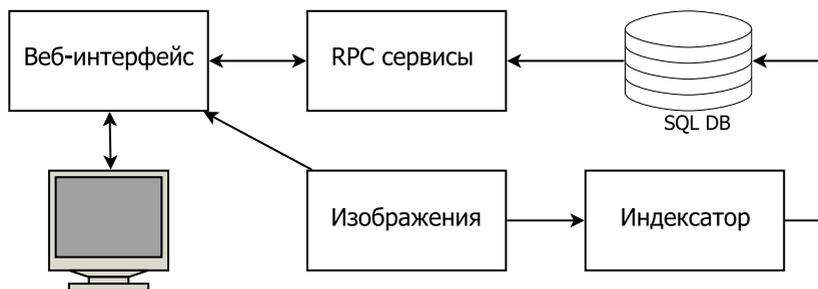


Рис. 6. Диаграмма веб-интерфейса

Для того, чтобы было удобно просматривать и анализировать работу алгоритма, был модифицирован веб-интерфейс. Дополнение заключается в добавлении функции показа схожих изображений. То есть была добавлена специальная возможность в браузер изображений, при использовании которой происходит поиск похожих на текущий снимков с последующим выводом результата на экран пользователю. Программа, реализующая алгоритм поиска похожих изображений, оформлена в виде web-сервиса в среде tomcat.

#### Список литературы

- [1] I. Csabai M. T. (G. Herczegh) Spatial Indexing of Large Multidimensional Databases. ↑1
- [2] SDSS SkyServer DR6. — <http://cas.sdss.org/dr6/en/>. ↑1
- [3] Wikimedia Foundation; Wikipedia the free encyclopedia Euclidean distance. — [http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean\\_distance](http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance). ↑2, 2.1
- [4] Владимир Иванович Воробьев В. Г. Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. ↑2
- [5] Wikimedia Foundation; Wikipedia the free encyclopedia Mahalanobis distance. — [http://en.wikipedia.org/wiki/Mahalanobis\\_distance](http://en.wikipedia.org/wiki/Mahalanobis_distance). ↑2.1

- [6] Владимир Николаевич Потапов Ю. Л. О. Марковские модели. ↑2.2
- [7] Математическая статистика Боровков А.А..—Москва: Наука, 1984. — 472 с. ↑2.2
- [8] Препарата Ф. Ш. М. Вычислительная геометрия: введение.—Москва: Мир, 1989. ↑3.1
- [9] NASA G.S.F.C. Defense Meteorological Satellites Program (DMSP) series.—<http://heasarc.nasa.gov/docs/heasarc/missions/dmsp.html>. ↑4

УГП, 5M41

М. V. Stotsky, A. A. Ardentov. *Searching similar images for DMSP pictures* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university.—Pereslavl, 2009.—p.170–182. (*in Russian*).

ABSTRACT. This paper treats a software development for ranking of images which based on the content-based image retrieval. We use vectors of indexes for the comparison of images (vector are calculated for each image with the help of Wavelet–transformation). Parallel algorithm of the search  $K$  nearest neighbors for the given vector uses kd-trees.

У. Н. Тихонова

## Новый метод определения проблемно-ориентированных языков

Научный руководитель: к. ф.-м. н. Ф. А. Новиков

Аннотация. В статье описан метод определения проблемно-ориентированных языков с помощью интерпретируемых автоматов. Этот метод позволяет формально определить проблемно-ориентированный язык в виде трех составляющих: абстрактного синтаксиса, конкретного синтаксиса и семантики. Программная реализация этого метода, машина автоматного программирования, осуществляет интерпретацию автоматов формального определения языка, и таким образом выполняет разбор и интерпретацию программ на данном языке.

### 1. Введение

Создание программного обеспечения — это сложный процесс. Наиболее критичной частью этого процесса является непосредственно программирование приложения, так как программистам приходится работать с двумя предметными областями: предметной областью целевой задачи и используемым языком программирования. Программист осуществляет отображение одной предметной области в другую, поэтому от него требуется знание обеих предметных областей. Программирование в смысле такого отображения может быть упрощено с помощью проблемно-ориентированных языков (domain-specific languages, DSL). Проблемно-ориентированные языки позволяют решать целевую задачу в терминах этой задачи, а не в терминах вычислительной машины [1] и в идеале могут использоваться непосредственно специалистами в данной области. Такой подход облегчает разработку программ и повышает их качество.

Чтобы достичь всех преимуществ использования проблемно-ориентированных языков, требуется языковой инструментарий, позволяющий легко создавать и модифицировать проблемно-ориентированные языки и инструменты для работы с ними, а также предоставляющий возможность совмещать в разработке программы использование нескольких языков. Ключевым моментом при работе с языковым инструментарием является легкость его использования, так как главной задачей является практическая простота.

Создание языкового инструментария — это достаточно широкая тема. Конкретная задача, решаемая в данной работе, — это исследование метода определения проблемно-ориентированных языков и рассмотрение возможных языковых инструментов, которые могут быть получены при этом автоматически. В дальнейшем на основе данного подхода может быть разработан языковой инструментарий.

## 2. Постановка задачи

Проблемно-ориентированный язык, как и язык программирования общего назначения, является средством решения задач. Он определяется синтаксисом и семантикой. Далее будем подразделять синтаксис на абстрактный и конкретный. Абстрактный синтаксис описывает класс допустимых языком программ, в смысле абстрактного описания решения некоторых задач на уровне понятий предметной области и их взаимосвязей. Конкретный синтаксис определяет представление для этого класса программ, в смысле конкретного описания решения некоторых задач, например, в виде текста, диаграмм или сценариев работы в графическом интерфейсе. Семантика определяет отображение программы в вычислительную модель. Следовательно, описание языка программирования должно включать в себя определение всех этих трех составляющих. А интерпретация описания проблемно-ориентированного языка позволит использовать теоретическую спецификацию языка как его практическую реализацию. Таким образом, необходимо решить следующие задачи:

- определить методы для описания абстрактного синтаксиса, конкретного синтаксиса и семантики проблемно-ориентированного языка;
- проанализировать выразительные средства этих методов;
- выполнить программную реализацию метода, которая позволит интерпретировать описание проблемно-ориентированного языка.

### 3. Методы исследования

Обычно на практике для определения языка используются формальные грамматики, то есть язык описывается в виде синтаксиса, а семантика описывается неформально и скрывается в реализующий язык транслятор. При этом значимое с точки зрения авторов разделение синтаксиса на абстрактный и конкретный не проводится. Такой подход влечет немало неудобств, как для использования языка, так и для его поддержки.

Одной из технологий, разработанных с целью устранить этот недостаток, является языковой инструментарий Meta Programming System (MPS) [2]. В его основе лежит постулат о том, что программа на языке предметной области — это любое точно определенное решение некоторой задачи, а не набор инструкций для компьютера. Общепринятое в практике программирования текстовое представление программы является лишь одним из множества представлений этого решения, и далеко не самым удобным.

Другим методом определения языков программирования, включающим в себя не только формальное описание конкретного синтаксиса языка, но и формальное определение его абстрактного синтаксиса и семантики, является Венский метод [3]. Именно в этом методе впервые было проведено разделение синтаксиса на абстрактный и конкретный и показана важность абстрактного синтаксиса для определения семантики. Для описания абстрактного синтаксиса в Венском методе используется абстрактная грамматика, а для определения семантики языка — интерпретирующие автоматы.

На данный момент автоматы широко применяются как для описания и проектирования алгоритмов, так и для их реализации [4]. Программирование с использованием автоматов, или автоматное программирование, основано на работе виртуальной машины, интерпретирующей автоматы. Согласно этому подходу, определение семантики языка с помощью автоматов является одновременно интерпретатором данного языка. Кроме того, автоматное программирование позволяет рассматривать определение конкретного синтаксиса языка в виде диаграммы состояний и переходов как синтаксический анализатор языка [5].

В данной работе рассматривается метод определения проблемно-ориентированных языков с помощью системы автоматов, интерпретируемых виртуальной машиной автоматного программирования.

Системы интерпретируемых автоматов описывают операционную семантику и конкретный синтаксис языка. Для описания структуры языка, его абстрактного синтаксиса, используется техника моделирования, предлагаемая стандартом OMG [6] — метамоделирование. Метамоделирование активно применяется при разработке объектно-ориентированных технологий и стандартов. Одним из примеров таких разработок является унифицированный язык моделирования UML [7]. Определение абстрактного синтаксиса (метамодели) в виде диаграммы классов в нотации UML позволяет использовать все концепции объектно-ориентированного моделирования, создавать гибкие и переносимые метамодели.

Метамодель проблемно-ориентированного языка определяет представление конкретной программы, которое используют автоматы. Семантика языка задается системой автоматов, которые реализуют интерпретацию программы как экземпляра метамодели. Конкретный синтаксис задается с помощью системы автоматов, реализующих разбор программы. При этом прототипом такой системы автоматов является структура языка, в том смысле, что предложены методы сведения метамодели языка к системе автоматов. Автоматы интерпретируются виртуальной автоматной машиной, поэтому такая спецификация языка и есть программа, его реализующая. Полученный таким образом языковый процессор не использует грамматического описания языка, а основан на связывании распознающих и интерпретирующих автоматов непосредственно с абстрактной структурой языка.

#### 4. Результаты

Предлагаемый метод опробован на примере описания спецификации языка СЛОН (СЛезение и Обработка Наблюдений) [8] системы ЭРА (Эфемеридные Расчеты Астрономии) [9] — прикладной проблемно-ориентированной системы программирования, предназначенной для решения разнообразных задач астрономии. Ниже рассмотрены основные идеи предлагаемого метода и примеры его применения для описания языка СЛОН, а также некоторые аспекты программной реализации.

#### 4.1. Определение абстрактного синтаксиса с помощью диаграммы классов

Для описания абстрактного синтаксиса с помощью диаграмм классов в предлагаемом методе определения проблемно-ориентированных языков используются следующие конструкции UML:

- классы — для представления понятий определяемого языка;
- атрибуты классов — для представления свойств понятий;
- обобщение — для классификации понятий;
- композиция и (реже) ассоциация — для представления отношений между понятиями.

Аналогично тому, как формальная грамматика некоторого языка определяет синтаксическую структуру программы на этом языке, модель абстрактного синтаксиса (метамодель) определяет абстрактную структуру программы и составляющих ее частей. При этом выразительные средства диаграммы классов UML могут заменить все выразительные средства формальных грамматик следующим образом.

- (1) Множество нетерминалов заменяется множеством классов.
- (2) Множество терминалов разделяется на «семантически значимые» токены (например, имена и значения переменных, знаки операций) и «разделители» (скобки, запятые и т.д.). Семантически значимые токены заменяются значениями атрибутов соответствующих классов (например, идентификатор переменной — это атрибут класса Переменная), а разделители в метамодели не указываются.
- (3) Множество правил заменяется отношениями между классами.
- (4) В качестве начального нетерминала (аксиомы грамматики) выступает класс, определяющий абстрактную программу.
- (5) Отношение выводимости заменяется отношением конкретизации (будем говорить, что объект  $a$  и класс  $A$  связаны отношением конкретизации, если объект  $a$  является экземпляром класса  $A$ ).

Таким образом, выразительные средства диаграммы классов UML не слабее выразительных средств контекстно-свободных формальных грамматик. На рис. 1 приведен фрагмент метамодели языка СЛОН и

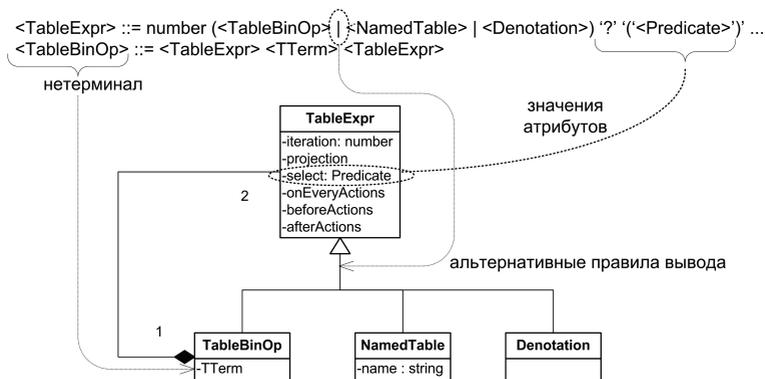


Рис. 1. Фрагмент грамматики и метамодели языка СЛОН: табличное выражение

указаны соответствия между выразительными средствами формальной грамматики и выразительными средствами диаграммы классов.

Важно заметить, что терминалы: „?“ , „(“ , „)“ , — присутствующие в правиле формальной грамматики, не нашли своего выражения в метамодели, потому что они не являются семантически значимыми.

## 4.2. Определение конкретного синтаксиса с помощью распознающих автоматов

В классической теории трансляции для определения конкретного синтаксиса языка используются формальные грамматики. Общеизвестно, что леворекурсивные (автоматные) грамматики эквивалентны конечным автоматам–распознавателям и регулярным выражениям. Однако использование автоматов для грамматического описания не ограничиваются только леворекурсивными грамматиками. Действительно, одним из способов представления грамматических правил вывода являются диаграммы переходов (синтаксические диаграммы Вирта [10]). Если исключить в них появление нетерминалов на переходах и допустить произвольные эффекты на переходах, то можно рассматривать систему таких диаграмм как автоматную программу, которая является синтаксическим анализатором языка. Этот же подход используется авторами статьи [5] для создания системы

автоматического завершения ввода на основе парадигмы автоматного программирования. В предлагаемом методе для описания конкретного синтаксиса проблемно-ориентированного языка используется система конечных автоматов, определенных следующим образом.

- (1) Входным алфавитом системы автоматов является множество терминалов языка.
- (2) Для описания взаимодействия автоматов используется нотация диаграммы состояний UML: составное состояние — это переход к соответствующему автомату.

При этом под терминалом понимается элемент нотации языка. С практической точки зрения терминал — это событие, посылаемое лексическим анализатором текста или графическим редактором, или диалоговым окном — любым источником событий. Такой подход позволяет использовать для представления программы текст, или диаграмму, или последовательность нажатий кнопок в графическом интерфейсе. Прототипы распознающих автоматных программ могут быть получены из метамодели языка с помощью следующих правил сведения.

- (1) Автомат-распознаватель определяется для каждой сущности (каждого класса) метамодели.
- (2) Отношение обобщения сводится к ветвлению в автомате (набору альтернативных сторожевых условий).
- (3) Отношение ассоциации сводится к циклу или к последовательности составных состояний в автомате в зависимости от кратности полюсов ассоциации.

Полученные прототипы автоматных программ преобразуются в распознающие конкретный синтаксис автоматные программы путем внесения необходимых изменений в структуру прототипов и задания элементов нотации (терминалов) языка на переходах. На рис. 2 приведен автомат, распознающий фрагмент языка СЛОН — табличные выражения. Соответствующий фрагмент метамодели языка приведен на рис. 1.

Определенная таким образом спецификация конкретного синтаксиса языка одновременно реализует задачу распознавания для языка (так как есть виртуальная машина, интерпретирующая автоматы спецификации).

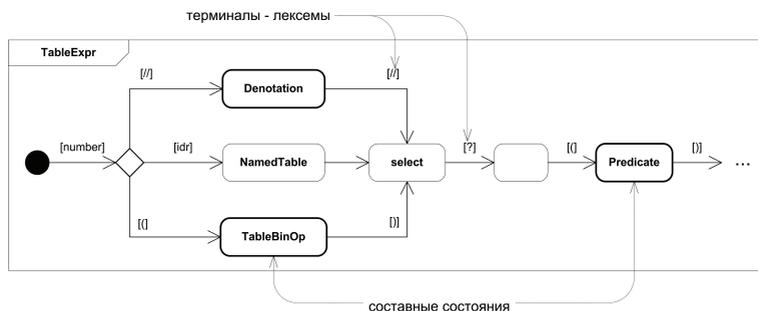


Рис. 2. Автомат, распознающий табличные выражения языка СЛОН

### 4.3. Определение семантики с помощью интерпретирующих автоматов

Операционный подход к определению семантики языка предполагает описание алгоритма интерпретации программы в терминах некоторой абстрактной машины. Будем строить алгоритм интерпретации программы на проблемно-ориентированном языке в виде системы конечных автоматов. При этом интерпретируемая программа (вход алгоритма) — это дерево, являющееся экземпляром абстрактного синтаксиса (метамодели) языка. Для описания алгоритма выполнения проблемно-ориентированной программы в предлагаемом методе используется следующая модель (детерминированного конечного) автомата.

- (1) Автомат выполняется, используя входные события и предикаты.
- (2) Результатом выполнения автомата являются некоторые эффекты (выходные воздействия) и точки выхода (exit points).
- (3) Для взаимодействия между автоматами используются составные состояния и точки выхода.

Согласно парадигме автоматного программирования, автомат управляет некоторым объектом управления. Здесь объектом управления является интерпретируемая программа — экземпляр метамодели проблемно-ориентированного языка. Таким образом, предикаты вычисляются, и эффекты выполняются для экземпляра метамодели. Точка выхода — это состояние, в котором может завершить свое выполнение вложенный в составное состояние автомат. По сути, точка

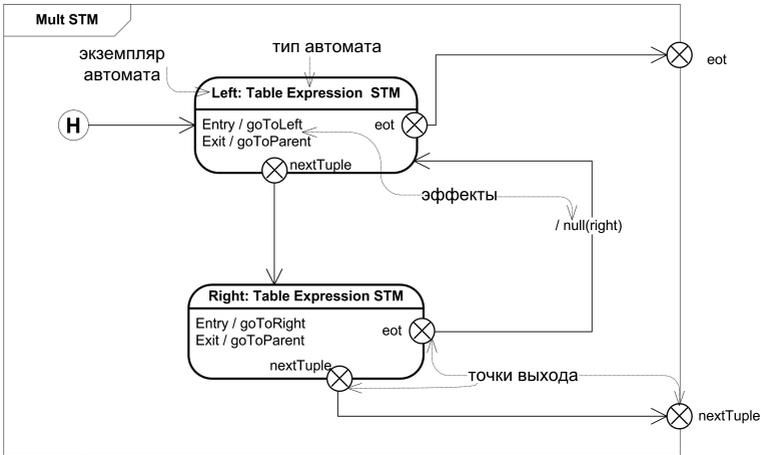


Рис. 3. Семантика операции умножения таблиц

выхода автомата — это возвращаемое им значение. Именно с помощью такой модели системы взаимодействующих автоматов удалось описать семантику наиболее сложного фрагмента проблемно-ориентированного языка СЛОН — табличных выражений. Язык СЛОН реализует таблично ориентированное программирование [9], которое рассматривает таблицу с одной стороны как массив данных, с другой стороны как программу, определяющую последовательность присваивания значений переменным — величинам предметной области. Как массив данных таблица может храниться во (внешней) памяти. Как программа таблица — это итератор, перебирающий кортежи таблицы, чтобы выполнять с ними некоторые действия. Табличные выражения реализуют механизм алгебры таблиц, позволяющий строить из имеющихся таблиц произвольные таблицы. Например, операция умножения таблиц (в метамодели языка она представлена классом бинарных табличных операций TableBinOp, см. рис. 1) позволяет последовательно объединить все кортежи двух таблицы. Если рассматривать таблицу как программу (или как цикл), то умножению таблиц соответствует вложенность циклов (рис. 3).

Кроме того, для описания семантики табличных операций языка СЛОН используется следующая модель выполнения (интерпретации) системы автоматов:

- структура автомата (его состояния и переходы между ними) определяет класс автоматов;
- при выполнении (интерпретации) автомата создается соответствующий экземпляр класса автоматов;
- в процессе выполнения алгоритма, описанного с помощью системы интерпретирующих автоматов, может создаваться столько экземпляров автоматов, сколько потребуется.

Такая модель выполнения системы автоматов позволяет использовать рекуррентное определение семантики с сохранением локальных данных каждого автомата (смыслового элемента этого определения).

#### **4.4. Программная реализация метода с помощью машины автоматного программирования**

Виртуальная машина автоматного программирования позволяет рассматривать определение проблемно-ориентированного языка как реализующую его программу. Интерпретация распознающих автоматов, описывающих конкретный синтаксис, решает задачу распознавания для языка. Интерпретация интерпретирующих автоматов, определяющих семантику, реализует интерпретатор языка. Машина автоматного программирования реализована с помощью применения метода раскрутки (bootstrapping) к предлагаемому методу: автоматное программирование — это проблемно-ориентированный язык. Абстрактный синтаксис этого языка определен в виде метамодели автоматной программы. Семантика выполнения автоматной программы описана в виде автоматной программы (рис. 4). Конкретный синтаксис автоматной программы задан с помощью автоматной программы, распознающей конкретное представление автоматной программы.

Реализованная согласно этой спецификации машина автоматного программирования была применена для интерпретации этой же спецификации, что доказывает действенность автоматного подхода для определения проблемно-ориентированных языков.

### **5. Выводы**

С помощью рассмотренного метода определения проблемно-ориентированных языков удалось описать наиболее сложный с точки зрения семантики фрагмент языка СЛОН: табличные выражения. Машина автоматного программирования позволяет получить языковый процессор этого фрагмента практически без дополнительных трудозатрат.

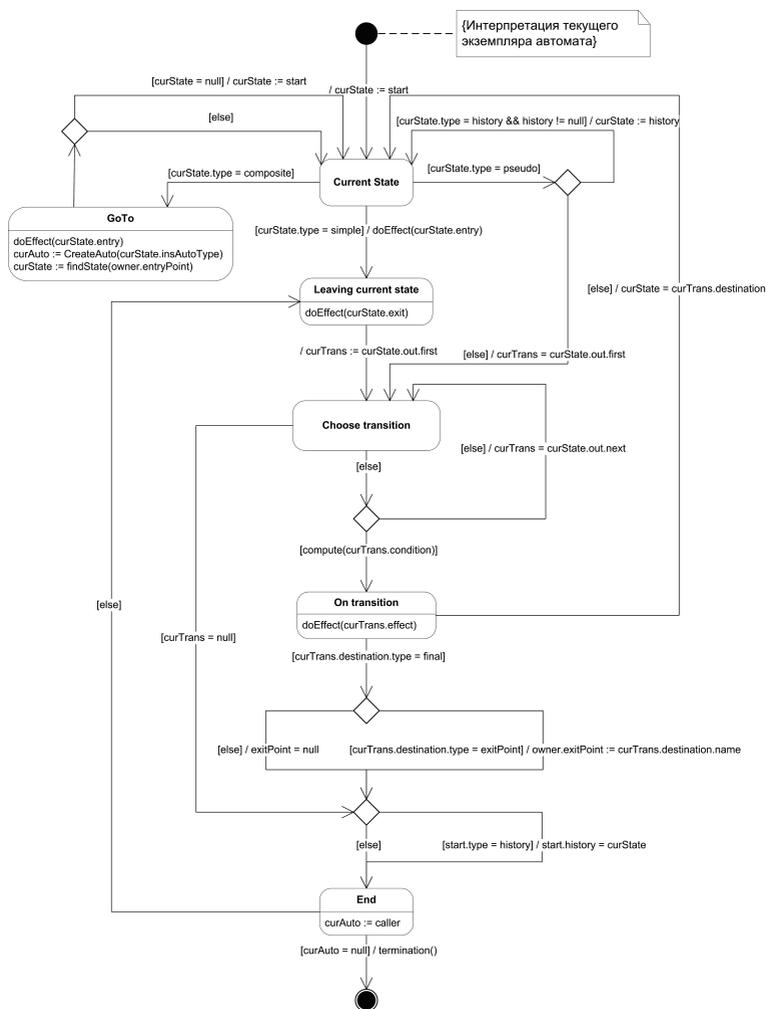


Рис. 4. Алгоритм интерпретации (семантика) автоматной программы

В дальнейшем планируется расширить машину автоматного программирования событийной моделью и поддержкой параллельных процессов, что в том числе позволит создавать нетекстовые редакторы (описания конкретного синтаксиса) проблемно-ориентированных

языков. Кроме того, планируется провести анализ выразительных средств рассмотренного метода в сравнении с более широким (чем контекстно-свободные грамматики) классом формальных грамматик и с различными методами определения семантики языка. Интерпретация описания языка в дальнейшем может быть дополнена кодогенерацией, компиляцией и возможностью корректно обрабатывать синтаксически неправильные программы.

### Список литературы

- [1] Martin Fowler Language Workbenches: The Killer-App for Domain Specific Languages?, June 2005, <http://martinfowler.com/articles.html>. ↑1
- [2] Sergey Dmitriev Language Oriented Programming: The Next Programming Paradigm, February 2005, <http://www.onboard.jetbrains.com>. ↑3
- [3] Оллонгрэн А. Определение языков программирования интерпретирующими автоматами. — М.: Мир, 1977. — 288 с. ↑3
- [4] Шалыто А. А. Сайт по автоматному программированию и мотивации к творчеству. — СПбГУ ИТМО Кафедра «Технологии программирования», <http://is.ifmo.ru>. ↑3
- [5] Гуров В. С., Мазин М. А., Шалыто А. А. Автоматическое завершение ввода условий в диаграммах состояний, 2008, Режим доступа к статье: [http://is.ifmo.ru/works/\\_2008-02-28\\_auto\\_stop.pdf](http://is.ifmo.ru/works/_2008-02-28_auto_stop.pdf). ↑3, 4.2
- [6] The Object Management Group, <http://www.omg.org>. ↑3
- [7] Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2006. — 736 с. ↑3
- [8] Krasinsky G. A., Novikov F. A., Skripnichenko V. I. Problem Oriented Language for Ephemeris Astronomy and its Realization in System ERA. — Vol. 45: Cel. Mech., 1989. — 219-229 с. ↑4
- [9] Новиков Ф. А. Архитектура системы ЭРА - табличный подход к обработке данных. — Л.: ИПА РАН, 1990. ↑4, 4.3
- [10] Йенсен К., Вирт Н. Паскаль. — М.: Финансы и статистика, 1982. ↑4.2

U. N. Tikhonova. *The New Method of Definition of Domain-Specific Languages* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 183–194. (*in Russian*).

ABSTRACT. The method of domain-specific languages definition by interpreted automata is described. This method enables one to define domain-specific language in the form of three parts: abstract syntax, concrete syntax and semantics. The program implementation of this method, virtual machine of automata-based programming, interprets automata of language specification and realizes interpretation and parsing of programs in the language thereby.

Е. О. Тютляева

## **Разработка и реализация распределенного архива изображений дистанционного зондирования Земли**

Научный руководитель: к.х.н. А. А. Московский

Аннотация. Статья описывает разработку и реализацию технологии эффективного хранения и обработки данных дистанционного зондирования Земли с использованием кластерных установок. В статье представлены два подхода к параллельной обработке данных с использованием файловой системы Lustre. Кроме того, в статье представлен обзор аналогичных разработок.

### **1. Сокращения**

В тексте будут использоваться следующие сокращения:

- ПО — программное обеспечение;
- ПС — программная система;
- ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;
- ФС — файловая система;
- API — интерфейс программирования приложений.

### **2. Введение**

Технология Активных хранилищ, использованная при реализации системы «Архус», получила в настоящее время распространение для организации эффективного управления большими объемами данных. Эта технология позволяет решить проблему большой стоимости перемещения данных между обрабатывающими узлами и устройствами хранения путем проведения вычислений непосредственно в местах хранения данных. Передача некоторых вычислительных задач на узлы хранения данных, которые должны в этих вычислениях участвовать, существенно снижает объемы передачи данных по сети, и, следовательно, общесетевой трафик. Это также позволяет эффективно использовать вычислительные мощности узлов хранения. Активные хранилища нацелены на приложения с интенсивной стадией ввода/вывода и данными, которые возможно разбить на независимые наборы. Такая технология нуждается в новых программных

системах для управления каждым из устройств хранения данных, для определения месторасположения различных частей данных и для направления вычислений на узел, хранящий данные, которые должны подвергнуться обработке. В ПС «Архус» предлагается один из возможных подходов к организации такой системы. Использование распределенных Активных хранилищ позволяет создавать масштабируемые, высокоскоростные, с высокой пропускной способностью, управляемые распределенные системы.

### 3. Обзор аналогов

В рамках разработки ПС «Архус» был проведен обзор аналогичных разработок. Рассмотрим наиболее интересующие проекты (концептуально близкие к реализованной программной системе). При проведении обзора наибольший интерес представляли следующие данные:

- на чем базируется данная система,
- дата выхода последней версии,
- краткий обзор концепции системы.

#### 3.1. Active Storage

Active Storage [1] — система, базирующаяся на ФС Lustre.

Дата выхода последней версии: октябрь 2007.

Краткий обзор: На одном из клиентов кластерной файловой системы Lustre (вычислительный узел, узел-хранилище или любой выделенный узел) будет запущена программа на питоне `asmaster`, которая получает правило, описывающее задание для Активного хранилища в виде `xml`-файла и выполняет действия, которые описаны в данном правиле. На остальных узлах запущен Active Storage Runtime Framework, которые помогают `asmaster`'у запускать задание. Правило (задание) в Active Storage Framework определяет программу, которая использует каждый узел, хранящий данные, как вычислительный узел для обработки.

#### 3.2. Cascading

Cascading [2] — система, базирующаяся на Apache Hadoop.

Дата выхода последней версии: версия 0.9.0 была реализована 24 ноября 2008 г.

Краткий обзор: Данные хранятся на Hadoop кластере. Сама программная система Cascading является API для определения, распределения и запуска потоков обработки данных в вычислительной сети или на кластере. API системы позволяет разработчику быстро описывать требуемую распределенную обработку данных при помощи функциональных операций Map-Reduce (поэлементной обработки множества данных и свертки множества данных по определенной операции соответственно). Для эффективности планировщик использует информацию о зависимостях файлов и прочие мета-данные.

### 3.3. Pig

Pig [3] — система, базирующаяся на Hadoop.

Дата выхода последней версии: 2008 г.

Краткий обзор: Платформа для анализа больших множеств данных, состоит из языка программирования высокого уровня Pig, который синтаксически является расширением языка Java, соединенного с инфраструктурой для оценки программ. Базируется на данных, расположенных в Hadoop. Программа, написанная на языке параллельного программирования Pig, при помощи компилятора разбивается на последовательность операций Map-Reduce, которые проводятся параллельно.

### 3.4. Hadoop

Hadoop [4] — самостоятельная система.

Дата выхода последней версии: 2008 г.

Краткий обзор: Hadoop представляет собой платформу для организации распределенных вычислений с использованием парадигмы map/reduce, когда задача делится на множество более мелких обособленных фрагментов, каждый из которых может быть запущен на отдельном узле кластера. В состав Hadoop входит также реализация распределенной файловой системы Hadoop Distributed Filesystem (HDFS), автоматически обеспечивающей резервирование данных и оптимизированной для работы Map-Reduce приложений. Система создана как субпроект поискового механизма и апробировалась в кластере с 600 узлами.

По данным проведенного обзора мы можем заметить, что технология активных хранилищ приобрела особую популярность именно в последние годы, что свидетельствует об актуальности данной тематики. Большинство рассмотренных разработок базируются на

какой-либо специализированной кластерной ФС, удобной для организации активного хранилища. ПС «Архус» не является исключением, данная разработка использует ФС Lustre. Отличительной особенностью нашей разработки является нацеленность на данные ДЗЗ, что позволяет повысить эффективность для решения задач этого типа. В частности, ПС «Архус» предоставляет пользователю два различных подхода к организации высокопроизводительных вычислений по обработке данных.

#### **4. Структура ПС «Архус»**

ПО «Архус» состоит из двух компонент, которые отвечают за выполнение основных функций активного хранилища:

- (1) Кластерная ФС Lustre, которая отвечает за хранение данных и распределение их по узлам. При обращении к прикладному программному интерфейсу данной ФС можно получить информацию о расположении данных.
- (2) Программный комплекс, позволяющий проводить эффективную обработку данных, расположенных в ФС Lustre, путем направления вычислений на узлы, хранящие обрабатываемые данные.

На рис. 1 изображена упрощенная схема взаимодействия основных компонент системы.

#### **5. Шаблоны хранения и обработки данных**

Информация, полученная от спутников ДЗЗ, может храниться в файлах различных форматов и размеров, что влияет на выбираемые способы обработки данных, а также разбиения для хранения в файловой системе Lustre. В связи с этим было разработано два шаблона задач, реализующих различные подходы к хранению и обработке изображений в системе «Архус». Также для каждого шаблона был представлен пример соответствующей задачи обработки данных ДЗЗ. Далее в тексте будет приведено описание подходов и условий, при которых уместно использовать тот или иной шаблон.

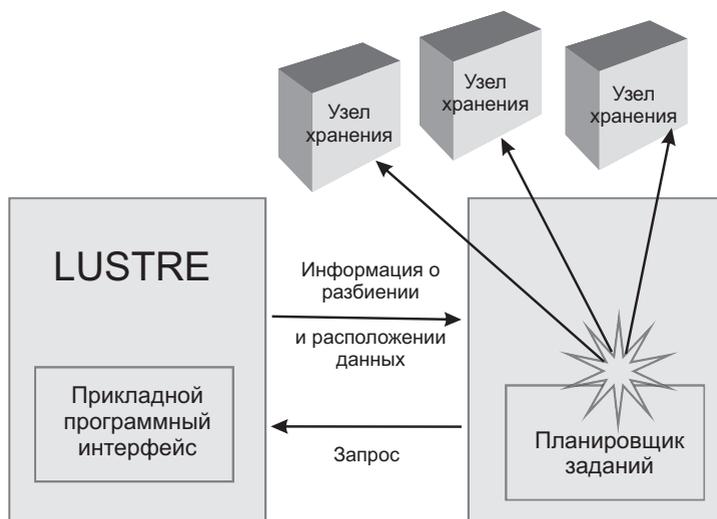


Рис. 1. Структура ПС «Архус»

### 5.1. Шаблон для обработки «больших» изображений

Данный шаблон предоставляет подход к решению задач по обработке изображений, которые обладают следующими свойствами:

- входные данные содержатся в файлах достаточно большого размера;
- формат описания данных — TIFF;
- вычислительная сложность задачи достаточно высока, общий алгоритм обработки можно представить в виде нескольких независимых потоков, так что затраты на распараллеливание вычислений несущественны по сравнению с затратами на обработку одной порции данных.

При распараллеливании вычислений при помощи этого шаблона используется пополосочная обработка TIFF-файла при помощи шаблона параллельного программирования Map. Более подробное описание этого метода, а также иллюстрирующего его использование примера по контролируемой классификации изображения ДЗЗ при помощи метрики Махаланобиса, содержится в моей курсовой работе за 4-й

курс. В этом году код был лишь слегка оптимизирован и поднят на более высокий уровень абстракции для удобства использования в качестве шаблона. В этом году был реализован принципиально новый шаблон, нацеленный на другой класс задач и более простой в использовании, описание которого дано в следующем подразделе.

## 5.2. Шаблон для обработки «небольших» изображений

Данный шаблон предоставляет подход к решению задач по обработке изображений, которые обладают следующими свойствами:

- имеется последовательный код обработки изображения, который нужно многократно запускать для различных наборов данных;
- данные хранятся в файлах небольших размеров, так что обработка файла целиком на одном узле более эффективна, чем разбиение его на порции;
- формат данных не имеет значения.

При реализации этого шаблона задачи в ПС «Архус» файл с данными целиком располагается на узле, его обработка происходит там же; последовательный код обработки отдельного изображения не подвергается никакой модификации, реализуется параллелизм по данным. Файлы равномерно распределены по узлам кластера при помощи средств ФС Lustre. При этом планировщик, реализованный с использованием библиотеки T-Sim, используется для направления вычислений на тот узел кластера, на котором расположен обрабатываемый файл. Отличительной особенностью данного шаблона является то, что последовательный код обработки изображения, как уже было указано, не подвергается никакой модификации. Для того, чтобы получить прирост производительности при обработке многократных запросов по работе с различными файлами, программисту достаточно лишь написать функцию для синтаксического разбора командной строки, которая подается на вход планировщику. Командная строка в данном случае — это строка для запуска последовательного кода программы. Основная задача парсера (синтаксического анализатора) — проанализировать командную строку и выделить полный путь к файлу с исходными данными в ФС Lustre. По этим данным планировщик сможет определить, на каком узле расположен файл, и на какой узел, соответственно, следует послать задачу по обработке этого файла. Конкретный вид строки зависит от того, как

реализован в том или ином случае запуск программы для последовательного исполнения. Командная строка может прямо содержать путь к файлу с данными, в этом случае задача парсера проста — необходимо выделить соответствующий аргумент командной строки и вернуть его. В другом случае, командная строка может содержать имя конфигурационного файла, который содержит имена всех файлов с исходными данными, как это требовалось по спецификации задачи перепроецирования данных. Для такого варианта парсер должен проанализировать содержание этого конфигурационного файла и из него извлечь информацию о полных путях к файлам с данными. Возможны и другие варианты. Таким образом, та работа, которую необходимо проделать парсеру, зависит от вида командной строки. Такой подход в шаблоне получается несколько трудоемким, но обладает большой гибкостью — важно то, что последовательный код программы и вид ее запуска не нуждаются ни в каких модификациях. Данный шаблон был реализован на основании задачи по перепроецированию данных ДЗЗ. Институтом Космических Исследований был предоставлен последовательный код, который перепроецировал указанные в конфигурационном файле изображения, а затем производил склейку всех полученных гранул. Предполагалось, что в дальнейшем будет развернут веб-сервис, к которому будут проводиться множественные запросы, то есть код по перепроецированию изображений нужно будет запускать многократно для различных гранул из архива. Таким образом, для повышения производительности данной задачи эффективно применять планировщик.

## **6. Результаты проверки повышения производительности системы**

Для того, чтобы проверить теоретические выкладки по повышению эффективности, был проведен ряд измерений увеличения скорости обработки изображений ДЗЗ при увеличении числа задействованных узлов кластерного ВМВС на примере двух демонстрационных приложений. Тестирование проводилось на двух машинах — в начале, для работ были предоставлены только 2 узла кластера demo.botik.ru,

конфигурационные параметры которого показаны в таблице 1. Теоретически предполагалось, что при увеличении количества узлов будет получено повышение производительности. В феврале представилась возможность проверить данное утверждение в связи с получением доступа на 4 узла кластера blade.botik.ru, обладающего характеристиками, описанными в таблице 2.

ТАБЛИЦА 1. demo.botik.ru

Место расположения	ИПС РАН
Число вычислительных узлов	2
Тип процессора	Intel(R) Xeon(TM) 2.80GHz
Количество ядер	2
Количество процессоров в узле	2
Оперативная память узла	1 GB
Дисковая память установки	250+80 GB
Тип системной сети	Gigabit Ethernet
Конструктив узла (форм-фактор)	2U

ТАБЛИЦА 2. blade.botik.ru

Место расположения	ИПС РАН
Число вычислительных узлов	8
Тип процессора	Intel(R) Xeon(R) 3.00GHz
Количество ядер	4
Количество процессоров в узле	2
Оперативная память узла	16 GB
Дисковая память установки	Рейд-массив на 3 TB
Тип системной сети	Gigabit Ethernet
Конструктив узла (форм-фактор)	5U

### 6.1. Тестирование классификатора изображений по метрике Махаланобиса

При тестировании классификатора данные располагались в хранилище (в параллельной файловой системе Lustre). При тестовых запусках на одном узле все данные располагались на этом же узле; при тестировании на двух/четырёх узлах, данные, соответственно,

располагались на этих двух/четырёх узлах. Такая особенность расположения обрабатываемых данных связана с планировщиком алгоритма, который отправляет задачу, обрабатывающую данные на тот узел, на котором они расположены.

Было проведено многократное тестирование системы, усредненные результаты обработки шести снимков 151 Мб на кластере demo показаны в таблице 3 и на кластере blade 4.

ТАБЛИЦА 3. Результаты тестирования на кластере demo.botik.ru

Количество узлов	1 узел	2 узла
Время, сек	1650.234	924.166
Процент	100	56

ТАБЛИЦА 4. Результаты тестирования на кластере blade.botik.ru

Количество узлов	1 узел	2 узла	4 узла
Время, сек	203.93	136.76	84.57
Процент	100	67	41

## 6.2. Тестирование планировщика перепроецирования и склейки изображений

При тестировании планировщика в наличии были следующие материалы: архив реальных данных ДЗЗ размеров 1,4 Гб, при том, что средний размер одного файла не превышал 400 КБайт; последовательный код, реализующий операции перепроецирования и склейки изображений. Данные ДЗЗ были размещены в распределенной файловой системе Lustre в соответствии с описанной выше схемой — один файл располагался целиком на узле, файлы были равномерно распределены по узлам с использованием алгоритма round-robin.

Аналогично с предыдущим шаблоном, данные располагались на тех же узлах, на которых проводилось тестирование.

Было проведено многократное тестирование системы, усредненные результаты обработки 80 запросов (320 перепроецирований) на кластере demo показаны в таблице 5 и на кластере blade 6.

ТАБЛИЦА 5. Результаты тестирования на кластере demo.botik.ru

Количество узлов	1 узел	2 узла
Время, сек	102.996	35.602
Процент	100%	34%

ТАБЛИЦА 6. Результаты тестирования на кластере blade.botik.ru

Количество узлов	1 узел	2 узла	4 узла
Время, сек	33.68	26.95	18.76
Процент	100%	80.02%	55.7 %

## 7. Выводы

В ходе работ был разработан механизм распределения заданий на основе информации, получаемой планировщиком от прикладного программного интерфейса Lustre. Данный механизм был реализован в двух различных шаблонах и соответствующих задачах, использующих эти шаблоны, что позволяет получать высокую эффективность при решении задач двух разных типов. Таким образом, была реализована и документирована ПС «Архус», которая является прототипом распределенного архива изображений, полученных от спутников дистанционного зондирования Земли. Данная программная система построена с использованием идеологии активных хранилищ. Эффективность работы системы обеспечивается обработкой данных на тех же узлах распределенного хранилища, на которых они хранятся, что позволяет существенно снизить расходы на передачу больших массивов данных. Балансировка нагрузки на узлах осуществляется планировщиком библиотеки T-Sim на основе информации, предоставляемой интерфейсом кластерной файловой системы Lustre. Для большего удобства использования и гибкости система включает в себя два шаблона, которые реализуют разные подходы к распараллеливанию вычислений. Тестирование, которое проводилось на двух различных машинах, показало повышение производительности. Целесообразность использования системы «Архус» возрастает при работе с большими объемами исходных данных или при большой вычислительной сложности задач обработки изображения.

## 8. Перспективы

Планируется продолжить работы над программной системой «Архус». В ближайших планах перенос и модифицирование web-сервиса для запуска программы перепроецирования-склейки изображений на кластер blade.botik.ru. Также планируется тестирование разработанных шаблонов в различных условиях — предполагается тестирование производительности с системной сетью Infiniband и на восьми узлах кластера, когда будет предоставлена такая возможность.

### Список литературы

- [1] Piernas J. (Nieplocha) Active Storage User's Manual: Pacific Northwest National Laboratory, [http://hpc.pnl.gov/projects/active-storage/as\\_users\\_manual\\_october\\_2007.pdf](http://hpc.pnl.gov/projects/active-storage/as_users_manual_october_2007.pdf). ↑3.1
- [2] Cascading, <http://www.cascading.org/>. ↑3.2
- [3] Welcome to Pig!, <http://hadoop.apache.org/pig/>. ↑3.3
- [4] Welcome to Hadoop!, <http://hadoop.apache.org/core/>. ↑3.4

Е. О. Тютляева. *Development and implementation of distributed remote sensing data storage* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 195–205. (*in Russian*).

ABSTRACT. This paper describes development and implementation of technology for efficient distributed remote sensing data storage and processing using cluster system. Author specify two approaches to data parallel processing using the Lustre file system. Furthermore, the paper includes review of similar developments.

О. В. Фесько

## Оптимизация динамических систем на множестве кусочно-постоянных управлений

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Е. А. Трушкова

Аннотация. Рассмотрен метод решения задачи оптимального управления на множестве кусочно-постоянных управлений. Эта задача сведена к конечномерной задаче минимизации функции многих переменных. Построены соответствующие алгоритмы, которые в последовательной версии реализованы на языке C++, а в параллельной — на T++.

### 1. Введение

Будем рассматривать задачи оптимального управления процессами, которые описываются системами дифференциальных уравнений. Подобные задачи имеют многочисленные приложения в механике космического полета, в вопросах управления химическими или ядерными реакторами и т. д. [1].

При исследовании различных динамических систем с управлением большое значение имеет поиск простых оптимальных законов управления, реализуемых на практике. Настоящая работа посвящена поиску решения задачи оптимального управления в виде кусочно-постоянной функции.

### 2. Постановка задачи

Рассмотрим задачу оптимального управления для системы

$$(1) \quad \begin{cases} \dot{x}(t) = f(t, x(t), u(t)), & t \in [t_0, t_1], \\ x(t_0) = x_0, \end{cases}$$

где  $x = (x_1, \dots, x_n)^T \in \mathbb{R}^n$ ,  $x_l(t)$ ,  $l = \overline{1, n}$  — кусочно-дифференцируемы, управление  $u(t)$  — кусочно-постоянно, т. е.

$$u(t) = w_i, t \in [\tau_i, \tau_{i+1}), w_- \leq w_i \leq w_+, w_i \in \mathbb{R}^1, i = \overline{0, m-1},$$

---

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта НОУ ИПС «Университет города Переславля» им. А. К. Айламазяна.

$$t_0 = \tau_0 < \tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_m = t_1, m \geq 1, m \in \mathbb{Z},$$

с критерием качества

$$(2) \quad F(x(t_1)) \rightarrow \min.$$

Найдем условия, при которых функция  $F$  будет дифференцируема по параметрам  $w_i$ ,  $i = \overline{0, m-1}$ . Для этого докажем две теоремы.

**ТЕОРЕМА 2.1.** Пусть  $x(t)$  — решение дифференциальной системы с начальным условием

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f(t, x(t), w_1), & t \in [t_0, t_1], \\ x(t_0) = a(w_0), \end{cases}$$

где  $w_1 \in \mathbb{R}^1$ ,  $w_- \leq w_1 \leq w_+$ ,  $w_0 \in \mathbb{R}^k$ ,  $w_- \leq w_{0i} \leq w_+$ ,  $i = \overline{1, k}$ ; функция  $f(t, x, w_1)$  непрерывна по  $t$  и непрерывна вместе со своими частными производными по  $x$  и  $w_1$  в области  $D \supset [t_0, t_1] \times \mathbb{R}^n \times [w_-, w_+]$ ,  $a(w_0)$  непрерывно дифференцируема по  $w_0$ , тогда функция  $x(t_1) = M(w_0, w_1)$  будет дифференцируема по  $w_0$  и  $w_1$ .

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Так как функция  $f(t, x, w_1)$  непрерывна вместе со своими частными производными по  $x$  и  $w_1$ , то по теореме о дифференцируемости решения по начальным условиям и по теореме о дифференцируемости решения по параметрам [2] решение задачи  $x(t)$  имеет производные по начальным данным  $a(w_0)$  и по параметру  $w_1$ . Так как функция  $a(w_0)$  непрерывно дифференцируема по  $w_0$ , то по теореме о дифференцировании сложной функции [3]  $x(t)$  имеет производные по параметрам  $w_0$  и  $w_1$ . Значит, функция  $x(t_1) = M(w_0, w_1)$  дифференцируема по  $w_0$  и  $w_1$ .  $\square$

**ТЕОРЕМА 2.2.** Пусть  $u(t) = w_i$ ,  $t \in [\tau_i, \tau_{i+1})$ ,  $i = \overline{0, m-1}$ ,  $t_0 = \tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_m = t_1$ ,  $x(t)$  — соответствующее решение дифференциальной системы (1); функция  $f(t, x, u)$  непрерывна по  $t$  и непрерывна вместе со своими частными производными по  $x$  и  $u$  в области  $D \supset [t_0, t_1] \times \mathbb{R}^n \times [w_-, w_+]$ ;  $F(x)$  дифференцируема по  $x$ , тогда  $F(x(t_1)) = G(w)$ , где  $w = (w_0, \dots, w_{m-1})^T$ , будет дифференцируема по  $w$ .

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Рассмотрим временной отрезок  $[\tau_0, \tau_1]$ . Решение  $x(t)$  на этом отрезке удовлетворяет системе дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f(t, x(t), w_0), \\ x(\tau_0) = x_0. \end{cases}$$

Из теоремы 2.1 следует, что функция  $x(\tau_1) = \mu_1(w_0)$  дифференцируема по  $w_0$ .

Рассмотрим следующий временной отрезок  $[\tau_1, \tau_2]$ . На нем функция  $x(t)$  удовлетворяет системе дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f(t, x(t), w_1), \\ x(\tau_1) = \mu_1(w_0). \end{cases}$$

Из теоремы 2.1 следует, что функция  $x(\tau_2) = \mu_2(w_0, w_1)$  дифференцируема по  $w_0, w_1$ .

Продолжая этот процесс, придем к выводу, что функция  $x(t_1) = \mu(w_0, w_1, \dots, w_{m-1})$  дифференцируема по  $w$ . Так как функция  $F(x)$  дифференцируема по  $x$ , то по *теореме о дифференцировании сложной функции* функция  $F(x(t_1)) = G(w)$  дифференцируема по  $w$ .

□

В силу теоремы 2.2 исходная задача (1), (2) сводится к задаче условной оптимизации функции многих переменных  $G(w)$  на множестве  $W = \{w \in \mathbb{R}^{m-1} : w_- \leq w_i \leq w_+, i = \overline{0, m-1}\}$ .

### 3. Вспомогательный алгоритм минимизации функции многих переменных

Для минимизации многомерной функции  $G(w)$  был выбран широко применяемый градиентный метод спуска [4] с некоторыми модификациями.

Алгоритм начинается с выбора начального приближения  $w_0$ . Опишем одну итерацию метода, считая, что приближение  $w_k$  найдено:

- (1) В точке  $w_k$  вычисляется градиент  $\nabla G(w_k)$ .
- (2) Вычисляется шаг  $\alpha_k$ . Шаг можно искать по-разному. Например, путем минимизации одномерной функции:

$$\alpha_k : G_k(\alpha_k) = \arg \min_{\alpha \geq 0} G(w_k - \alpha \nabla G(w_k)).$$

В этом случае метод носит название наискорейшего спуска.

- (3) Вычисляется очередная точка

$$w_{k+1} = w_k - \alpha_k \nabla G(w_k).$$

При программной реализации этого алгоритма был учтен ряд особенностей:

- (1) **Движение из стационарной точки.** Если текущим приближением вдруг оказалась стационарная точка, т.е. точка, в которой градиент равен нулю, то для избежания остановки алгоритма не в точке локального минимума делается локальный перебор по сетке из этой точки с целью поиска в ее окрестности меньшего значения функции. Если найдено меньшее значение функции, то точка (в которой достигается наименьшее значение) принимается новым текущим приближением, и алгоритм продолжает свою работу, иначе начальное приближение, действительно, точка локального минимума, алгоритм останавливается.
- (2) **Проекция текущего приближения на допустимую область.** При вычислении новой точки возможен случай выхода за область поиска (рис. 1). Для этого точка, оказавшаяся за пределами области, возвращается на ее границу, алгоритм продолжает работу.

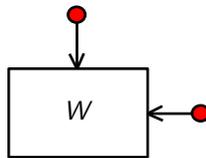


Рис. 1. Проекция точки на границу (двумерный случай)

- (3) **Условия останова.** Предложенные условия останова:
  - $|\nabla G(w_k)| \leq \varepsilon$ ;
  - ограничение на число выходов при вычислении очередной точки за область поиска минимума (во избежание зацикливаний алгоритма).

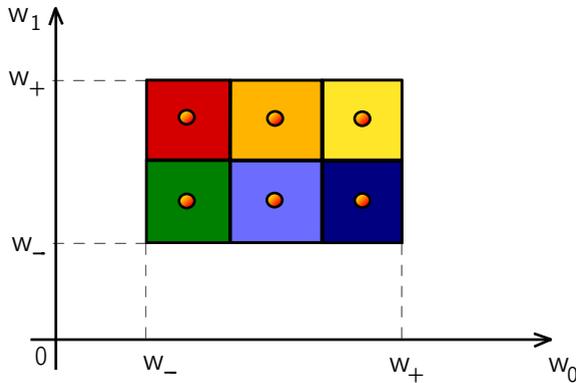


Рис. 2. Пример разбиения области (двумерный случай)

- (4) Метод ‘multistart’. Для успешного поиска всех минимумов многоэкстремальных функций вся область поиска разбивается на непересекающиеся подобласти. Во всех подобластях выбирается начальное приближение, в каждой из них запускается градиентный метод (рис. 2).

#### 4. Схема работы программы

Для численного решения задачи Коши был реализован метод Рунге–Кутты 4-го порядка [5]. В итоге, совместно с вышеописанным алгоритмом многомерной минимизации, в общем виде схема решения задачи оптимального управления выглядит следующим образом (рис. 3):

- (1) подается некоторый начальный вектор управлений, область поиска, точность вычислений, вектор разбиений и прочие данные, собранные в файлах `in.txt` и `inRK.txt`;
- (2) при данном управлении решается задача Коши для системы дифференциальных уравнений, ищется траектория, вычисляется значение целевого функционала;
- (3) вызывается функция `grad_method` поиска нового управления до тех пор, пока не выполняются условия останова.

Программа выполняется для всех подобластей.

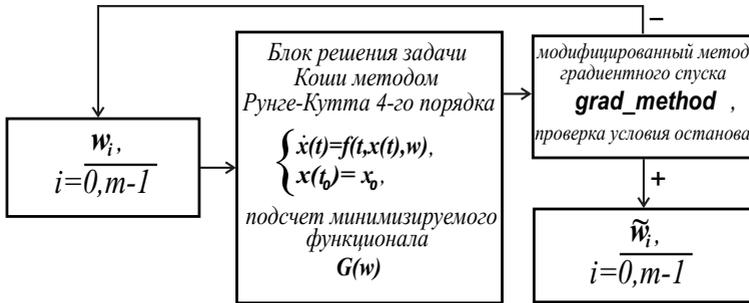


Рис. 3. Схема работы программы

### 5. Входные и выходные данные для программы минимизации и основной программы поиска управлений

Для модуля минимизации функции многих переменных в файле `in.txt` задаются числа:

- (1) `unsigned n`  
Размерность минимизируемой функции;
- (2) `vector<vector<double> > rgn(n, vector<double> (2))`  
Область изменения каждой переменной;
- (3) `double eps`  
Точность вычисления результата (в условии останова);
- (4) `double epsilon`  
Точность вычисления градиента;
- (5) `vector<unsigned> p(n)`  
Число разбиений по каждой переменной.

В выходные файлы `out*.txt` выводятся найденные точки минимума, достигаемые в них значения функционала, значения градиентов, шаги спуска.

Для модуля решения дифференциальной системы методом Рунге-Кутты в файле `inRK.txt` задаются числа:

- (1) `unsigned m`  
Размерность фазового пространства;
- (2) `vector<double> x(m)`  
Начальное значение фазовой траектории;
- (3) `double t0, t1`  
Начальный и конечный момент времени;

- (4) `unsigned num_t`  
Число шагов по времени;
- (5) `unsigned num_upr`  
Размерность пространства управлений;
- (6) `vector<double> c(num_upr)`  
Число точек переключения по каждому управлению.

Выходные файлы `pathRK*.txt` содержат временные моменты и соответствующие найденным управлениям значения траекторий (в каждый момент времени).

Тестирование программы поиска минимума проводилось на многоэкстремальной модели «вулканическая поверхность» (рис. 4) (все минимумы которой были найдены уже при разбиении  $10 \times 10$  в области  $[-52; 52] \times [-52; 52]$ ), а программы поиска управлений — на ниже-следующем примере.

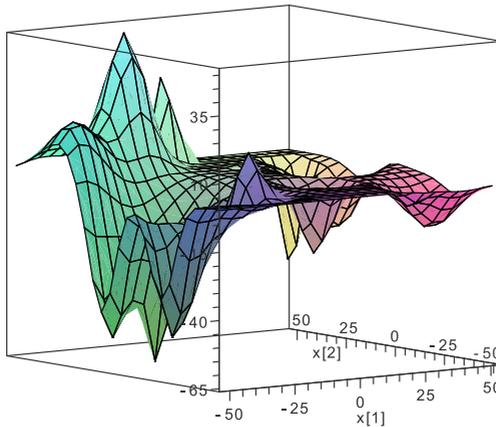


Рис. 4. Функция «вулканическая поверхность»

## 6. Тестовый пример

Рассмотрим задачу оптимального управления на множестве кусочно-постоянных управлений с одной и двумя точками переключения для системы

$$(3) \quad \begin{cases} \dot{x}_1(t) = u(t), & t \in [0, 2], \\ \dot{x}_2(t) = u^2(t) + x_1^2(t), \\ x_1(0) = 1, & x_2(0) = 0 \end{cases}$$

с критерием качества

$$F(x(t_1)) = x_2(t_1) \rightarrow \min,$$

где  $u(t) = w_i, t \in [\tau_i, \tau_{i+1})$ ,

а)  $i = 0, 1, \tau_0 = 0, \tau_1 = 1, \tau_2 = 2$ ;

б)  $i = 0, 1, 2, \tau_0 = 0, \tau_1 = \frac{2}{3}, \tau_2 = \frac{4}{3}, \tau_3 = 2$ .

Найдем решение системы (3), считая  $w_i$  параметрами. Тогда для задачи (3), а) решение можно записать в виде

$$x_1(t) = \begin{cases} w_0 t + 1, & t \in [0, 1), \\ 1 + w_1 t + w_0 - w_1, & t \in [1, 2], \end{cases}$$

$$x_2(t) = \begin{cases} \frac{1}{3} \frac{(w_0 t + 1)^3}{w_0} + w_0^2 t - \frac{1}{3w_0}, & t \in [0, 1), \\ \frac{1}{3} \frac{(w_1 t + 1 + w_0 - w_1)^3}{w_1} + w_1^2 t + \frac{4}{3} w_0^2 + \\ + w_0 + 1 - \frac{1}{3} \frac{(w_0 + 1)^3}{w_1} - w_1^2, & t \in [1, 2]. \end{cases}$$

При этом функция  $F(x)$  переписется в виде функции от  $w_0, w_1$ :

$$F(x(t_1)) = G(w_0, w_1) = \frac{7}{3} w_0^2 + \frac{4}{3} w_1^2 + 3w_0 + w_1 w_0 + w_1 + 2.$$

Ее минимум достигается в точке

$$\tilde{w}_0 = -\frac{63}{103} \approx -0.61116, \tilde{w}_1 = -\frac{15}{103} \approx -0.14563$$

и равен  $\frac{104}{103} \approx 1.0097$ .

Для задачи (3), б) решение имеет вид:

$$x_1(t) = \begin{cases} w_0 t + 1, & t \in [0, \frac{2}{3}), \\ 1 + w_1 t + \frac{2}{3} w_0 - \frac{2}{3} w_1, & t \in [\frac{2}{3}, \frac{4}{3}), \\ w_2 t + \frac{2}{3} w_1 + \frac{2}{3} w_0 - \frac{4}{3} w_2 + 1, & t \in [\frac{4}{3}, 2], \end{cases}$$

$$x_2(t) = \begin{cases} \frac{1}{3} \frac{(w_0 t + 1)^3}{w_0} + w_0^2 t - \frac{1}{3w_0}, & t \in [0, \frac{2}{3}), \\ \frac{1}{81} \frac{(3w_1 t + 2w_0 + 3 - 2w_1)^3}{w_1} + w_1^2 t + \frac{62}{81} w_0^2 + \\ + \frac{4}{9} w_0 + \frac{2}{3} - \frac{1}{81} \frac{(2w_0 + 3)^3}{w_1} - \frac{2}{3} w_1^2, & t \in [\frac{2}{3}, \frac{4}{3}), \\ \frac{1}{81} \frac{(2w_0 + 3 - 4w_2 + 2w_1 + 3w_2 t)^3}{w_2} + w_2^2 t + \frac{62}{81} w_1^2 + \\ + \frac{8}{27} w_0 w_1 + \frac{4}{9} w_1 + \frac{86}{81} w_0^2 + \frac{4}{3} w_0 + \frac{4}{3} - \\ - \frac{1}{81} \frac{(2w_1 + 2w_0 + 3)^3}{w_2} - \frac{4}{3} w_2^2, & t \in [\frac{4}{3}, 2]. \end{cases}$$

При этом  $F(x)$  перепишется в виде функции от  $w_0, w_1, w_2$ :

$$F(x(t_1)) = G(w_0, w_1, w_2) = 2 + \frac{4}{9} w_2 + \frac{62}{81} w_2^2 + \frac{20}{9} w_0 + \frac{110}{81} w_0^2 + \frac{4}{3} w_1 + \frac{86}{81} w_1^2 + \frac{8}{9} w_1 w_0 + \frac{8}{27} w_2 w_1 + \frac{8}{27} w_2 w_0.$$

Минимум  $F(x)$  достигается в точке

$$\tilde{w}_0 = -\frac{42921}{61039} \approx -0.70317, \tilde{w}_1 = -\frac{19575}{61039} \approx -0.32069, \tilde{w}_2 = -\frac{5625}{61039} \approx -0.09215$$

и равен  $\frac{60088}{61039} \approx 0.98441$ .

На рис. 5, а) и 5, б) представлены графики управлений с одной и двумя точками переключения, найденных программно (программа на C++) и теоретически (см. решение примера выше). При этом полученное программно значение критерия для задачи (3), а) — 1.0096, для задачи (3), б) — 0.9844. Дополнительно изображен график теоретически посчитанного непрерывного управления.

## 7. Параллельные версии программ

Программы минимизации многомерных функций и решения задачи оптимального управления были реализованы на языке T++ [6, 7], т. к. вариант программ на C++ естественным образом ориентирован на параллельные вычисления (рассылка подобластей по узлам). Вычисления проводились на суперкомпьютере семейства «СКИФ» [8] (ИПС РАН).

Для исследования эффективности программы поиска минимума было взято разбиение  $8 \times 8$  для минимизации функции «вулканическая поверхность». При этом ускорение  $S_2$  на двух узлах составило  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1067.034}{549.503} = 1.94$ . Ускорение, достигнутое при распараллеливании программы решения задачи оптимального управления для двух точек переключения (см. пример выше), равно  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{167.785}{136.976} = 1.22$ . При большем числе узлов полученные данные позволяют сделать вывод об эффективном распараллеливании *данных* тестовых примеров лишь для весьма небольшого числа узлов.

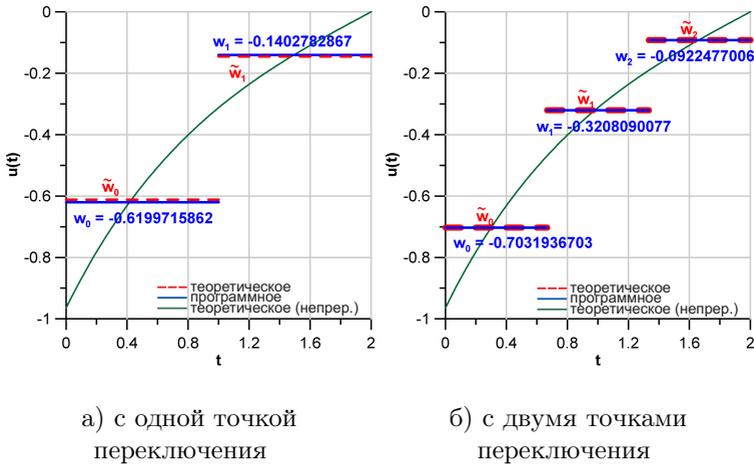


Рис. 5. Сравнение программно и теоретически найденных управлений

## 8. Результаты

- (1) Доказаны теоремы, позволяющие свести задачу оптимального управления на множестве кусочно-постоянных управлений к конечномерной задаче минимизации функции многих переменных.
- (2) Написана программная реализация алгоритма минимизации функции многих переменных в области на языках C++ и T++.
- (3) Написана программная реализация алгоритма оптимизации динамических систем на множестве кусочно-постоянных управлений на языках C++ и T++.
- (4) Проведено тестирование программ на конкретных примерах (программа минимизации — сложная многоэкстремальная функция типа вулканической поверхности, метод Рунге–Кутты — различной сложности динамические системы с управлением).
- (5) Решена основная задача поиска кусочно-постоянных управлений.

## 9. Выводы

Получившиеся результаты могут быть использованы для решения большого класса оптимизационных задач. Указанный алгоритм можно использовать при построении кусочно-постоянных приближений точных теоретических результатов и при поиске начального приближения для дальнейшего улучшения известными методами. Полученные программы будут активно использоваться в работе Исследовательского центра процессов управления и в дальнейшем войдут составной частью в программный комплекс ISCON (**I**mprovement and **S**ynthesis of **C**ontrol) [9, 10], разрабатываемый в настоящее время в Институте программных систем РАН.

### Список литературы

- [1] Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач. — Учеб. пособие для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1988. — 552 с. ↑1
- [2] Трушков В. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — Учебное пособие. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2008. — 319 с. ↑2
- [3] Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Б. Х. Математический анализ. Начальный курс. — 2-е изд., перераб. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 662 с. ↑2
- [4] Васильев О. В., Аргучинцев А. В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях. — Учебное пособие. — М.: Физматлит, 1999. — 208 с. ↑3
- [5] Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. II. — Учебное издание. — Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. — 118 с. ↑4
- [6] Абрамов С. М., Загорский И. М., Коваленко М. Р., Матвеев Г. А., Рогонов В. А. *Миграция от MPI к платформе OpenTS: эксперимент с приложениями PovRay и ALCMD*. // Международная конференция «Программные системы: теория и приложения». — М.: Наука. Физматлит, 2006, с. 265–275. ↑7
- [7] Абрамов С. М. ., Кузнецов А. А. *Кроссплатформенная версия T-системы с открытой архитектурой* // Труды международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2007)». — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007, с. 115–121. ↑7
- [8] Суперкомпьютерная программа «СКИФ», <http://skif.pereslavl.ru>. ↑7
- [9] Коваленко М. Р., Матвеев Г. А., Осипов В. И., Трушкова Е. А. *Параллельный алгоритм улучшения управления* // Труды четвертой международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО'2008). — М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2008. — ISBN 978-5-91450-016-7, с. 979–984. ↑9

- [10] Бельшев Д. В., Блинов А. О., Фраленко В. П. *Параллельный алгоритм аппроксимации моделей управляемых систем* // Труды четвертой международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО'2008). — М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2008. — ISBN 978-5-91450-016-7, с. 968–978. ↑9

О. V. Fesko. *Optimization of dynamical systems in the set of piecewise constant controls* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 206–217. (*in Russian*).

ABSTRACT. The method of optimal control problem solution in the set of piecewise constant controls is considered. This problem has been reduced to finite-dimensional problem of multidimensional function minimization. Corresponding algorithms have been formulated and implemented in C++ (sequential version) and T++ (parallel version).

М. К. Черников

## Разработка сенсора, процесса-обработчика спам-статистики и web-страниц на интерфейсе пользователя системы Nadmin

Научный руководитель: сотрудник лаб. «Ботик» А. В. Карлаш

Аннотация. Данная работа освещает проблему борьбы с незапрашиваемой электронной корреспонденцией. В работе рассматривается создание сенсора, процесса-обработчика спам-статистики и web-страниц на интерфейсе пользователя системы Nadmin.

### 1. Введение

На сегодняшний день не существует действительно надежного метода борьбы с такой головной болью, как незапрашиваемая электронная корреспонденция, или спам [1,2]. Этой проблемой озабочены все: как пользователи, так и поставщики услуг, вплоть до AOL<sup>1</sup> и других крупнейших компаний. Ложное срабатывание — это беда всех антиспам-фильтров. Большие потери несут, конечно, сами пользователи электронной почты, поскольку на сервере теряются важные письма, так и не увидевшие своего получателя. Нынешние антиспам-фильтры не всегда корректно обрабатывают входящую почту, поэтому некоторые письма попадают в корзину для спама. Однако, если проанализировать информацию о письмах, которые были определены как спам, то можно, исходя из этой информации, составить списки «белых» и «черных» адресов и более комфортно управлять настройками своей почты.

---

<sup>1</sup>AOL LLC (бывшая America Online, Inc.) — американская медиа-компания, поставщик онлайн-сервисов и электронных досок объявлений, владелец четвертой по популярности в мире поисковой системы, социальной сети Bebo, популярных интернет-пейджеров ICQ и AIM, а также медиаплеера Winamp.

## 2. Постановка задачи

Наша цель — это создание механизма обработки и просмотра спам-статистики для дальнейшего анализа, то есть предоставление абоненту СТ «Ботик» возможности просмотра лога срабатывания антиспам-фильтра. Это позволит авторизованному пользователю видеть информацию о незапрашиваемой корреспонденции и отслеживать, насколько правильно сработал антиспам-фильтр. Чтобы это все воплотить в жизнь, необходимо решить следующие задачи:

- (1) создать сенсор, который обрабатывает логфайл и формирует порции статистики (слайсы);
- (2) создать процесс-обработчик, который принимает данные от сенсора и сохраняет их в архив;
- (3) разработать web-страницы на интерфейсе пользователя системы Nadmin, где можно просмотреть спам-статистику за определенный период.

## 3. Реализация

Разработка ведется в системе Nadmin [3]. Это объясняется богатым выбором инструментов, наличие которых позволяет нам не создавать такие вещи, как, например, web-интерфейс пользователя.

### 3.1. Общие принципы реализации сенсоров

Для реализации статистической подсистемы в структуру системы Nadmin введено понятие сенсоров. Сенсоры — это обычные процедурные программы на языке perl. Сенсор является обработчиком «сырой»<sup>2</sup> статистики. Сенсор берет сырую статистику от конкретного источника, обрабатывает ее и отдает основному процессу-обработчику. Обычно естественным источником статистической информации по использованию ресурсов пользователями через различные серверы системы являются логфайлы этих серверов.

---

<sup>2</sup>Сырая статистика появляется из различных источников из «внешнего» (по отношению к Nadmin) мира в момент, когда абоненту оказывается та или иная услуга.

### 3.2. Спам-сенсор

Новый сенсор должен отвечать следующим требованиям:

- (1) уметь разбираться в конкретном виде логфайла и извлекать необходимые данные;
- (2) формировать порции статистики и передавать их процессу-обработчику;
- (3) сохранять информацию в виде закладки, до какой строки был обработан логфайл.

Антиспам-фильтр формирует свой логфайл, а спам-сенсор берет из него данные, которые являются для него сырой статистикой. Записи в логфайле спам-статистики бывают двух видов: однострочные (независимые) и многострочные (зависимые).

В первом случае вся информация, которая необходима для создания слайса, содержится в одной строке. Во втором случае, чтобы сформировать слайс, необходимо обработать несколько строк. В таких случаях запись имеет следующий вид: в первой строке указаны адреса получателя и отправителя, IP-адрес отправителя, и также дается объяснение, почему данное письмо может быть классифицировано как спам. В следующих строках дается подробная информация, которая, по сути, представляет собой заголовок письма. Данный заголовок включает в себя тему письма (subject), информацию о почтовом клиенте и другие данные. Для некоторых строк необходимо выполнять декодирование, поскольку они находятся в формате MIME.

Рассмотрим порцию статистики.

```
Date1: 20070103121110
Date2: 20070103121910
Host: 198.22.33.18
ID: torrent.botik.ru
Msg_FROM: linengelkemet@engelke.de
Msg_TO: someuser@torrent.botik.ru
Subject: reklama v seti
```

Поля Date1 и Date2 указывают период, в течение которого было получено письмо, поле HOST указывает IP-адрес отправителя, поле ID — это подключение абонента, на которое поступило письмо, поля Msg\_FROM и Msg\_TO — адреса отправителя и получателя соответственно, поле Subject содержит тему письма и значение данного поля может быть пустым.

Вышеуказанная порция статистики описывает следующее: пользователь someuser подключения torrent.botik.ru за указанный период (2007/01-03 12:11:10-2007/01/03 12:19:10) получил письмо от отправителя linengelkemet@engelke.de с IP-адреса 198.22.33.18.

Еще одним важным механизмом постоянной обработки логфайлов являются закладки (marks). Для спам-сенсора закладкой будет являться прочитанная и обработанная строка логфайла, так что при следующем чтении сенсор начнет обработку со следующей строки.

Сенсор должен отслеживать ротацию логфайлов. Под ротацией понимается процесс закрытия, переименования старого логфайла и создание нового, информация которого относится к следующим суткам. Таким образом, сенсор должен уметь при смене логфайлов открыть указатель на новый файл. Большинство сенсоров отслеживают данное событие как смену индексного описателя файла (inode). В случае изменения inode происходит закрытие старого логфайла и открытие нового.

Спам-сенсор запускается процессом-обработчиком как программа-демон, постоянно находящаяся в рабочем состоянии. После получения очередной порции статистики из логфайла и ее обработки сенсор «засыпает» на некоторое время, по прошествии этого времени сенсор просыпается и процесс повторяется. За счет постоянно открытого указателя на логфайл сенсор всегда помнит, до какого места в логфайле он уже обработал статистику. Таким образом, одна строка никогда не обрабатывается дважды. Дальше порции статистики передаются процессу-обработчику.

### 3.3. Процесс-обработчик спам-сенсора

Процесс-обработчик создан на основе главного процесса системы Nadmin и построен следующим образом. Сначала происходит идентификация порций статистики, то есть процесс-обработчик определяет, к какому сенсору принадлежит статистика. Затем процесс-обработчик принимает слайсы и для каждого из них по полю ID ищет в справочнике организацию, к которой принадлежит эта статистика. Дальше происходит процесс сохранения полученных данных в архив для каждой организации.

**Абонент:** БОТИК

**Пользователь:** tux

**Права:** USER



ЛС (руб.): 0.00 ● Прогноз (дни): 0

ПБ (руб.): 0.00 Цена 1 Мб (руб.): 2.35

ПС (руб.): 0.00

Абоненту
★ ?

**Статистика спам почты за март 2009 года**

Вернуться к статистике по месяцам

Период	Подключение	IP-номер отправителя	E-mail отправителя	E-mail получателя	Тема письма
Mar 19, 07:09:48	- radoslav.botik.ru	89.218.234.211	linengelkemet@engelke.de	jurij@radoslav.botik.ru	
Mar 19, 07:09:48	- radoslav.botik.ru	89.218.234.211	linengelkemet@engelke.de	jury@radoslav.botik.ru	
Mar 19, 07:09:48	- radoslav.botik.ru	89.218.234.211	linengelkemet@engelke.de	jura@radoslav.botik.ru	
Mar 19, 07:09:48	- radoslav.botik.ru	89.218.234.211	linengelkemet@engelke.de	jurij@radoslav.botik.ru	
Mar 19, 07:09:48	- radoslav.botik.ru	89.218.234.211	linengelkemet@engelke.de	jury@radoslav.botik.ru	

Рис. 1. Web-страница просмотра спам-статистики

### 3.4. Web-интерфейс

На интерфейсе пользователя системы Nadmin можно получить информацию о спам-статистике. Каждый авторизованный пользователь системы Nadmin имеет возможность просмотреть содержимое своей спам-корзины, а именно: на web-странице создаются ссылки на те месяца за конкретный год, где есть спам-статистика за данный период. Если спам-статистика отсутствует, то выдается соответствующее сообщение.

## 4. Результаты

Были разработаны сенсор и процесс-обработчик спам-статистики, созданы web-страницы на интерфейсе пользователя системы Nadmin (рис. 1), отвечающие приведенным выше требованиям, и протестированы на локальной машине. Данные модули можно внедрять в систему Nadmin.

## Список литературы

- [1] А. Дилевский; И. Сегалович; Д. Тейблом; Принципы и технические методы работы с незапрашиваемой корреспонденцией (Доступно как: <http://www.spamtest.ru/document.html?context=15932&pubid=27&printdoc=1>). ↑1
- [2] Методы борьбы со спамом (Доступно как: [http://www.opennet.ru/base/net/spam\\_greylis.txt.html](http://www.opennet.ru/base/net/spam_greylis.txt.html)). ↑1
- [3] Е. Ермилова; П. Жбанов; А. Карлаш; А. Нестеров; Ю. Шевчук; Nadmin — система администрирования для региональных сетей., 2004. ↑3

М. К. Chernikov. *Sensor, a SPAM statistics process-handler and web-pages in the Nadmin system User Interface development* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 218–223. (*in Russian*).

ABSTRACT. This paper sheds light on the subject of SPAM control. In this work development of a sensor, a SPAM statistics process-handler and web-pages in the Nadmin system User Interface are considered.

М. А. Амелькина

## Определение качественных характеристик продукции, реализуемой предприятием на нестационарном рынке

Научный руководитель: к. т. н. С. А. Амелькин

Аннотация. Рассмотрена задача определения оптимального качества продукции фирмы. Задача выбора качественных характеристик продукции решена для двух случаев: когда рынок, на котором реализуется продукция, стационарен, т. е. все параметры, характеризующие рынок, постоянны, и когда рынок нестационарен, а фирма своими действиями меняет параметры рынка.

### 1. Введение

В классической микроэкономике [1] рассматривается задача определения ценовой политики фирмой, обладающей монопольной властью. Эта задача заключается в определении такой цены на продукцию, которая в стационарных условиях (неизменность предпочтений покупателей, постоянные цены на продукцию фирм-конкурентов, наличие полной информации о продукции на рынке) обеспечит максимум прибыли предприятию. Такая задача может быть записана в виде

$$(1) \quad \pi = q(p)p - c(q(p)) \rightarrow \max_p,$$

где  $p$  — цена на продукцию предприятия,  $q$  — интенсивность продаж, определяемая функцией спроса на продукцию предприятия,  $c$  — издержки предприятия,  $\pi$  — прибыль.

Условия оптимальности для задачи (1) приводят к требованию равенства предельного дохода предельным издержкам:

$$(2) \quad p + \frac{q(p)}{dq/dp} = \frac{dc}{dq}.$$

При решении задачи (1) предполагается, что товар, реализуемый на рынке, однороден и известна функция спроса на него, которая,

с учетом ценовой политики конкурентов, определяет функцию спроса для конкретной фирмы. Если эластичность функции спроса для фирмы почти всюду конечна, то фирма может управлять ценой на продукцию, то есть обладает монополистической властью [1]. На самом деле продукция фирмы обладает рядом качественных характеристик, которые отличают продукцию данной фирмы от продукции фирм-конкурентов, влияют на поведение покупателей и, следовательно, наряду с ценой, являются управляющими переменными в задаче максимизации прибыли [2].

Далее задача максимизации прибыли решена для стационарного рынка, а также рассмотрен случай, когда предпочтения потребителей меняются во времени — т. е. случай нестационарный. Для поставленных задач определены условия оптимальности, позволяющие определить как цену продукции (ценовой фактор конкуренции), так и набор качественных характеристик (неценовые факторы конкуренции).

## 2. Управление качеством в стационарных условиях

Рассмотрим фирму, производящую единственный вид продукции. Фирма назначает цену продукции  $p$  и определяет вектор качественных характеристик  $s$ . Спрос на продукцию зависит как от цены, так и от вектора  $s$ :  $q = q(p, s)$ ; таким образом, в координатах  $(p, q)$  спрос может быть изображен семейством кривых, каждая из которых соответствует постоянному значению  $s$ . Издержки производства также зависят от  $s$ , причем  $\partial q / \partial s_\nu > 0$ ,  $\partial c / \partial s_\nu > 0$ . Задача заключается в том, чтобы определить такую цену  $p$  и вектор качественных характеристик  $s$ , которые обеспечивают наибольшую прибыль предприятия:

$$(3) \quad \pi = q(p, s)p - c(q(p, s), s) \rightarrow \max_{p, s}.$$

Необходимые условия оптимальности задачи (3)  $\partial \pi / \partial p = 0$ ,  $\partial \pi / \partial s_\nu = 0$  приводят к системе уравнений

$$(4) \quad p - \frac{\partial c}{\partial q} = -\frac{q(p, s)}{\partial q / \partial p} = \frac{\partial c / \partial s_\nu}{\partial q / \partial s_\nu}.$$

В левой части этого равенства — разность между ценой и предельными издержками. Эта разность показывает степень монополистической власти фирмы на рынке (для совершенно конкурентного рынка эта разность равна нулю). Задача (3) имеет одно решение,

если функция  $\pi(p, s)$  выпукла вверх; в противном случае возможно существование нескольких решений.

Рассчитаем пример. Пусть качество продукции определяется скалярном  $s$ ; функция спроса  $q = \alpha s(v - p)$ , а издержки пропорциональны выпуску продукции и ее качеству:  $c(q, s) = kqs$ . Тогда уравнения (4) примут вид

$$(5) \quad p - ks = v - p = ks,$$

откуда

$$p = \frac{2}{3}v; \quad s = \frac{v}{3k}.$$

### 3. Управление качеством на нестационарных рынках

Изменение спроса, вызываемое выбором качественных характеристик, не может произойти быстро — рынок инерционен; поэтому определение качества продукции следует проводить с учетом изменения параметров спроса во времени. Задача для такого нестационарного рынка формулируется следующим образом: *требуется определить такой закон изменения цены на продукцию  $p(t)$  и вектора ее качественных характеристик  $s(t)$ , чтобы усредненная за время  $\tau$  прибыль предприятия была бы наибольшей:*

$$(6) \quad \bar{\pi} = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} [q(t)p(t) - c(q(t), s(t))] dt \rightarrow \max_{p(t), s(t)}$$

при условии, что

$$(7) \quad \dot{q} = f(q(t), s(t), p(t)), \quad q(0) = q_0.$$

Необходимые условия оптимальности для задачи (6), (7) приводят к требованию, аналогичному условию (4):

$$(8) \quad \frac{q(t)}{\partial f / \partial p} = \frac{\partial c / \partial s_\nu}{\partial f / \partial s_\nu}.$$

Произведенные численные эксперименты показывают, что существует критическое значение  $\tau^*$ , такое, что если  $\tau < \tau^*$ , то целесообразно качественные характеристики выбирать на нижней границе множества допустимых значений. Благодаря инерционности рынка это позволит сохранить высокий спрос при низких издержках на поддержание качества. Если же  $\tau > \tau^*$ , то при низком качестве продукции

рынок успевает среагировать, и спрос уменьшается, тогда как увеличение качественных характеристик позволяет за счет увеличения спроса достичь большего значения усредненной прибыли.

### Список литературы

- [1] Гальперин В.М., Игнатьев С.М., Моргунов В.И. Микроэкономика. — М.: Омега-Л, 2008. — 1040 с. ↑1, 1
- [2] Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 212 с. ↑1

ИПС РАН

М. А. Amelkina. *Determination of quality of yield product selling at nonstationary markets* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 224–227. (*in Russian*).

ABSTRACT. A problem of optimal control of quality of production is considered. This problem is formulized for two kinds of market: stationary and nonstationary. In the first case analytical solution is obtained. Nonstationary market needs numerical solution.

З. Х. Байджанова

## Элементы ценообразования на примере подакцизных товаров

Научный руководитель: Г. Н. Ардыльян

Аннотация. В данной работе описано ценообразование на бензин, выполнен расчет розничной цены за литр бензина в соответствии с Федеральными законами и письмами ФНС.

### 1. Введение

Ценообразование является одной из составных частей маркетинга. Цена, качество, обслуживание и прибыльность сплелись в один запутанный клубок.

В условиях рыночных отношений цена выступает как связующее звено между производителем и потребителем, как механизм обеспечения равновесия между спросом и предложением.

Правильно установленная цена должна не только полностью возмещать все издержки производства, распределения и сбыта товара, но и нематериальный фактор имиджа, а также обеспечивать получение определенной нормы прибыли. Стратегия ценообразования заключается в том, чтобы найти такую цену, при которой общая масса прибыли была бы максимальной.

В условиях отношений рынка определение цены позволяет предприятию вырабатывать эффективные политики сбыта и снабжения, а также ориентировать предприятие на проведение активной ценовой политики, что является особенно актуальным.

### 2. Постановка целей и задач

Важное место среди различных рычагов экономического механизма политики хозяйства предприятия принадлежит ценам и ценообразованию подакцизных товаров, в которых отражаются все стороны его экономической деятельности. Снижение стоимости бензина является катализатором для уменьшения цены многих продовольственных товаров в стране.

Целью данной работы является:

- исследовать структуру налогообложения;
- изучить разновидности налогов.

Ввиду этого, необходимо решить следующие задачи:

- изложить последовательность и алгоритм расчета цены на бензин;
- рассмотреть влияние цены бензина на формирование конечной цены товаров народного потребления.

### 3. Методы исследования

Методологической основой работы послужили: законодательные и нормативные акты, Налоговый кодекс РФ, учебная литература, раскрывающие сущность ценообразования подакцизных товаров.

Для определения роли цены на бензин в цене продовольственных и промышленных товаров были проанализированы различные публикации в периодической печати. Также была дана сравнительная оценка налоговой политики в отношении нефтяной отрасли и изменения цен на нефтепродукты на внутреннем рынке. В ходе определения цены на бензин изучен алгоритм расчета цены на данный продукт.

Для того чтобы понять принципы ценообразования на бензин, было проведено исследование затрат, формирующих цену и налоги, которые включены в себестоимость бензина.

### 4. Результаты

Затраты, которые формируют цену бензина по всему циклу от момента добычи до залива топлива в бак, следующие: в первую очередь это затраты на добычу и транспортировку нефти, переработку, транспортировку нефтепродуктов, содержание оптовой и розничной инфраструктуры; во-вторых, это налоги, которые составляют более половины розничной цены. Так, по оценкам Минпромэнерго [1] структура цены на бензин включает около 10 параметров, причем более половины стоимости формируется четырьмя налогами: налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ), налог на прибыль, НДС и самая объемная составляющая – акциз.

Доля себестоимости добычи нефти в цене бензина составляет 9%, транспортировки – 1%, переработки – 5%, прибыли НК (нефтяных компаний) – 19%, расходов на розницу – 11%. Доля налогов: НДПИ –

8%, НДС—15%, акциза—22%, налога на прибыль—10%. Обобщенная структура цены 1 л. бензина в мае 2008 года на примере АИ–92 по данным Минпромэнерго выглядит следующим образом (1).

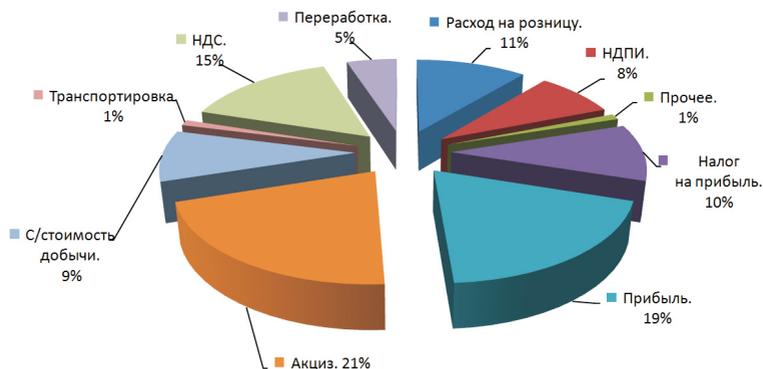


Рис. 1. Обобщенная структура цены 1 л. бензина в мае 2008 года на примере АИ-92

Известно, что прибыль является частью цены изделия и определяется как разница между ценой продажи изделия и затратами на его создание.

Таким образом, прибыль — это доход предприятия, уменьшенный на величину произведенных расходов, определяемых в соответствии с действующим законодательством [2]. Однако Минпромэнерго почему-то считает, что налог на прибыль входит в цену. С такой оговоркой можно согласиться, если понимать под термином прибыль — чистую прибыль компании после налогообложения.

Одни аналитики считают, что установившиеся в 2008 году в России высокие цены на бензин связаны с ростом мировой цены на нефть, другие считают наоборот, что не связаны. По их мнению, причина высокой цены на бензин кроется в непомерно раздутой розничной марже.

По майским данным Росстата, оптовая цена на бензин АИ–92 составила 12 рублей за литр, а средняя розничная цена по России за этот же период составила 22 руб. 56 коп.

По нашим расчетам, выполненным в соответствии с Федеральными законами [3] и письмами ФНС [4], розничная цена за литр бензина

указанной марки должна была составить 19,67 руб. В нее включены: налог на добычу полезных ископаемых — 21,2%, акцизы — 18,5%, НДС — 23%, затраты на добычу переработку и транспортировку нефти — 18%. Кроме того, в цену бензина закладывают прибыль АЗС — 10,6% и нефтяных компаний — 8,7% (2).

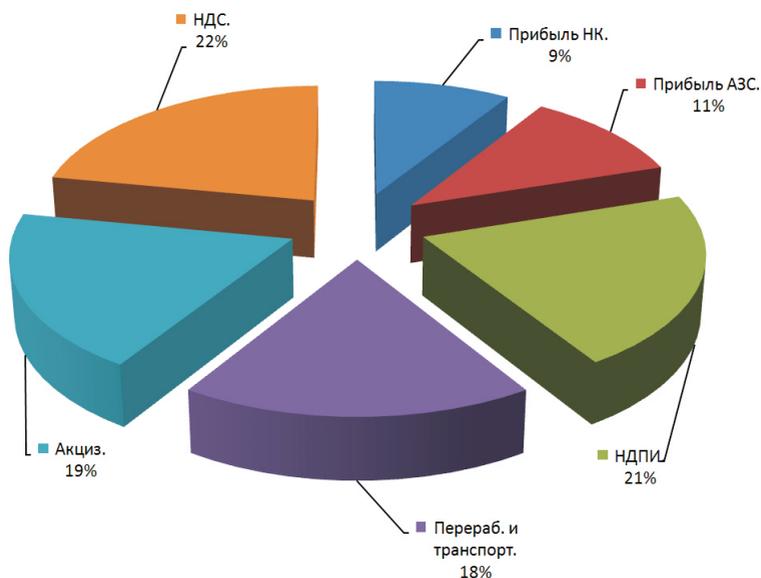


Рис. 2. Структура цены 1 литра бензина

Для получения еще более наглядной картины переведем проценты в рубли. В начале своего пути по ценовой лестнице литр бензина был в виде более шести литров сырой нефти. Российские нефтеперерабатывающие заводы делают из одной тонны нефти только 160 л. бензина, против 400 в Европе и 480 — в США.

Себестоимость 1 л. нефти с учетом доставки заказчику по России составляет немногим более 0,15 доллара. Среднее значение курса доллара в мае 2008 года составило 23,7296 руб. Следовательно, себестоимость 1 л. нефти составила 3,55 руб.

Готовое топливо заливают в бензовоз — на выезде с завода оно стоит уже 15,88 рублей. В этой цене «сидит» НДС в размере 4,53 руб. и

акциз в 3,63 руб. за 1 л [5]. Тогда доля налогов в цене бензина складывается на уровне 41,5%. Если также взять пропорциональную долю НДС, которая заложена в цену нефти, то получится еще 4,17 руб. Таким образом, доля исключительно специфических «нефтяных» и «бензиновых» налогов в конечной цене бензина составляет 62,7%. Прибыль НК — 1,71 руб., прибыль АЗС — 2,08 руб. Розничная цена при такой структуре ценообразования составила бы 19,67 руб., но на выходе из заправочного пистолета — окончательная цена за литр, которую, платит потребитель — 22,56 руб. Остальные 2,89 руб. фактически являются розничной маржой (разница между закупочной и продажной ценами товаров), а рентабельность компании в розничном звене с учетом прибыли АЗС складывается на уровне 22%.

Такая ситуация возникла в связи с фактическим отсутствием конкурентной среды на российском рынке горюче-смазочных материалов.

## 5. Выводы

Во всем мире существует практика — цены регулируются налогами и больше ничем. Уменьшение налоговой нагрузки приводит к уменьшению цены. Однако в России наблюдается парадокс: если даже снизить акцизы, НДС, все равно компании одновременно повысят прибыль, и цены останутся теми же.

Необходимо совершенствование системы налогообложения нефтяного сектора, а именно: дифференциация налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) без привязки к мировым ценам на нефть и акцизов на топливо, отмена таможенных пошлин на ввозимое оборудование для нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), дифференциация экспортных пошлин на нефтепродукты, организация биржевой торговли нефтепродуктами и совершенствование антимонопольного законодательства.

Разные ценники на автозаправочных станциях говорят не о рыночной конкуренции, а скорее всего, о разном качестве бензина.

Снижение стоимости бензина, по сути, является катализатором для снижения стоимости многих товаров в стране. Доказано, что очень многое зависит от цены литра бензина в продовольственных товарах. Будет дешевле бензин — станут дешевле те продукты, производство которых требует постоянной перевозки сырья, например, хлеб. Снижение цен на бензин имеет очень мощное социальное влияние в обществе.

## Список литературы

- [1] Ю. Щербанин Журнал «Нефть России», 2008. ↑4
- [2] Соловьев Б.А. Экономка торговли. Учебник для вузов., 2006. ↑4
- [3] Федеральный закон Российской Федерации от 22.07. 2008 г. № 158-ФЗ.. ↑4
- [4] Письмо ФНС от 18.06.2008 Российская газета, № 125, 11.06.2008. ↑4
- [5] Налоговый Кодекс Российской Федерации Налоги и отчетность, 2003. ↑4
- [6] Войтов А.Г. Экономика. Общий курс: Учебник, 2006. ↑
- [7] Маркарян Э.А. Экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие, 2008. ↑
- [8] Седов К. В. Налогообложение в РФ и пути совершенствования, 2007. ↑

Z. Baidjanova. *Pricing of excise commodities* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 228–233. (*in Russian*).

ABSTRACT. Pricing of excise commodities as well as given are of great importance in an economic policy of enterprise. The process of pricing fully reflects its economic activity. Petrol cost reduction in price on many foodstuffs in the country. The following problems have to be solved: to make both succession and algorithm of petrol pricing calculations; to consider the petrol prices influence on shaping the final commodity prices.

И. А. Бондаренко

## Концепция жизненного цикла товара фирмы сетевого маркетинга

Научный руководитель: к.э.н. В. В. Лучшева

Аннотация. В работе проведен анализ жизненного цикла туалетной воды 7135 Расцвет женственности (Life Circle Blossom) косметической фирмы сетевого маркетинга Орифлэйм.

### 1. Введение

Маркетинг — комплекс продвижения продукта рыночной деятельности от производителя к потребителям с удовлетворением потребностей потребителей и получения максимально возможной прибыли от полезной деятельности производителя в условиях конкуренции [1].

Маркетинговое исследование является ключевым элементом во всем объеме информации о рынке. Оно связывает покупателя с продавцом продукта или услуги посредством информации, которая используется для идентификации и определения рыночных возможностей и проблем; для создания, совершенствования и оценки рыночных действий; для улучшения понимания маркетинга как организационного процесса и путей повышения эффективности отдельных маркетинговых действий.

Маркетинговое исследование детально определяет необходимую информацию и методы ее сбора; управляет процессом сбора информации; анализирует результаты; сообщает их применение. Сетевой Маркетинг — это способ продвижения товаров и услуг от производителя к потребителю посредством создания и расширения сети однородных точек продаж. Актуальность темы определена тем, что маркетинговые исследования необходимы при создании нового продукта.

Цель работы — исследовать продукт фирмы сетевого маркетинга от начала его создания.

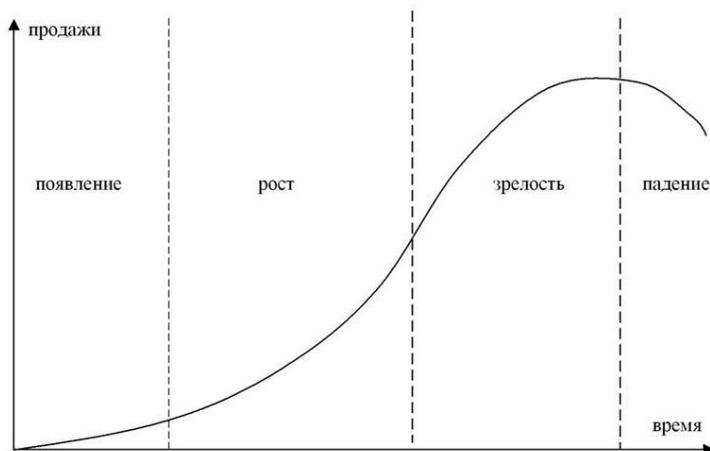


Рис. 1. Жизненный цикл продукта

## 2. Жизненный цикл продукта

С созданием нового товара начинается его жизненный цикл, который характеризуется следующими стадиями (рис. 1):

1) Исследование и разработка. На этом этапе происходит зарождение товара, его идеи. Сбыт товара пока еще нулевой, прибыль отрицательна.

2) Внедрение. На этом этапе товар начинает свое продвижение к потребителю, происходит активная рекламная кампания, но при росте сбыта прибыль продолжает расти в отрицательную сторону.

3) Этап роста. Самый благоприятный этап для производителя. Предприятие получает значительную прибыль, сбыт товара продолжает расти.

4) Этап зрелости. Товар выпускается большими партиями, сбыт растет невысокими темпами, прибыль снижается, так как чувствуется конкуренция.

5) Этап спада. Сбыт падает, предприятие перестает выпускать товар, прибыль низка.

Маркетинг сопровождает товар на всем пути его жизненного цикла. Закон новых товаров можно рассмотреть с точки зрения жизненного цикла так: предприятие будет иметь максимальную прибыль

только тогда, когда жизненные циклы различных товаров перекрывают друг друга.

Жизненный цикл товара фирм сетевого маркетинга, продающих свою продукцию с помощью печатных изданий, будет немного отличаться от стандартной схемы.

На стадии исследования и разработки нового продукта происходит зарождение товара, его идеи. Стадии внедрения, этап роста и этап зрелости будут совпадать по временному периоду. Стадия внедрения связана с размещением нового продукта в каталоге с выделением для него большего пространства, коммуникаций и текстового сопровождения. Также одновременно могут проводиться рекламные компании в СМИ. Этап роста практически отсутствует, так как сразу наступает период зрелости — высокие продажи нового продукта в течение данного каталожного периода. В следующем каталожном периоде сразу наблюдается этап спада. На этом этапе необходимо стимулировать продажи следующими методами:

- ценовой метод — стимулирование продаж за счет изменения цены:
  - (1) делать скидку на товар;
  - (2) продавать в наборе за меньшую стоимость;
  - (3) продавать продукт с большей скидкой, при условии покупки другого продукта;
  - (4) отдавать продукт бесплатно, при условии покупки другого продукта.
- неценовой метод:
  - (1) изменять оформление продукта (изображение на странице, модель, упаковку);
  - (2) располагать продукт в последующих каталогах в других секциях каталога. Человек способен сконцентрироваться только на первых 50 страницах каталога, далее каталог просматривается невнимательно и поверхностно;
  - (3) использовать ароматизированные страницы.

### **3. Жизненный цикл продукта фирмы сетевого маркетинга Орифлэйм**

Рассмотрим жизненный цикл продукта на примере туалетной воды 7135 Расцвет женственности (Life Circle Blossom).

Исследование и разработка.

I. Внешний аспект. Тенденции и пожелания потребителей.

а. Нынешние ощущения не позитивны:

- Счастье не в деньгах — рост доходов и увеличение личных расходов не гарантируют счастья.
- Долгосрочные тревоги — потребители озабочены долгосрочными проблемами: охрана окружающей среды, угроза войны, здоровье семьи, образование детей и пенсия. Долгосрочная картина полна неопределенности.
- Давление жизни — новые технологии не сделали жизнь проще. Многие потребители считают, что они живут под давлением в сложном техническом мире.

б. Как защитная реакция на эти негативные чувства, потребитель ищет комфорта и уверенности:

- счастья;
- благополучия физического и духовного;
- эмоционального удовлетворения;
- потребители ищут то, что даст их жизни новый смысл. Они хотят быть вдохновленными. Надо придумать историю, которая в меньшей степени будет о конкретном продукте, больше — об абстрактных концепциях, которые будут вдохновлять.

с. Природа всегда была одной из ключевых тенденций. Природа является ценностью, но мы рискуем потерять ее. Этот страх движет потребителей использовать „природные“ продукты и ингредиенты. Люди чувствуют необходимость восстановления первоначальной гармонии, которая существовала между человеком и природой, чтобы вновь найти смысл жизни.

Конкуренты (табл. 1):

- престижные и популярные парфюмерные бренды используют натуральное позиционирование;
- мы видим два подхода к природе:
  - природа сама по себе;
  - природа и человек.
- природные продукты массовых брендов всегда продавались по самой низкой цене (стратегия Эйвон — сад исцеления).

II. Внутренний аспект:

ТАБЛИЦА 1. Уровень цены на туалетную воду у прямых конкурентов

Уровень цены	Эйвон	Фаберлик
Высокий, евро	25,00	17,20
Средний, евро	14,00	11,30
Низкий, евро	3,00	7,60

ТАБЛИЦА 2. Внутренний уровень цен на туалетную воду объемом 50 ml

Код	Название	Средняя цена, евро
7013	Solliden	18,9
7543	Divine	17,7
7541	Eclat	17,7
7698	Freya	16,5
7537	Giordani Gold	16,5
7010	Nomadic	16,5
7448	Volare	14,0
7610	Together	14,0
7490	Delice	12,9
7714	Miss O	12,0
7135	Life Circle Blossom	12,0
7536	Sun, Moon, Eclipse	6,9
7151	Ice	6,9

- необходимо обновить имидж;
- необходимо укрепить низкие/средние цены;
- нужен аромат для летнего периода времени;
- Орифлэйм — натуральная шведская косметика. Это позиционирование должно поддерживаться круглый год в парфюмерной категории.

Цели:

- низкий ценовой сегмент;
- потребители — женщины в возрасте от 20 до 30 лет;
- запуск в летнее время (июнь 2006);
- позиционируется как аромат благополучия;
- основная тенденция — поиск духовности с природой.

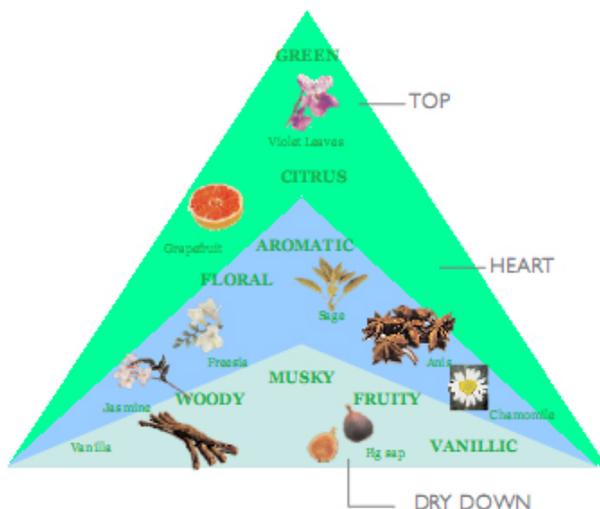


Рис. 2. Распределение ароматов в туалетной воде 7135

В таблице 2 туалетная вода 7135 занимает желаемую позицию в ценовом сегменте.

Экстракты, которые будут присутствовать в туалетной воде:

- экстракт алоэ, который успокаивает, смягчает и увлажняет кожу;
- экстракт листьев березы, обладающий антиоксидантными свойствами;
- экстракт таволги, известный размягчающими и увлажняющими свойствами;
- экстракт яблока.

Целевые потребители категории ароматов: 20-50 лет.

Желательный возраст для данного аромата: 20-30 лет.

Высокие ноты (шлейф): листья фиалки, грейпфрут (рис. 2).

Сердце: жасмин, шалфей, солодка, ромашка.

Основание (первый запах): рисовый сок, ваниль, мускус и запах леса.

Внедрение. Этап роста. Этап зрелости.

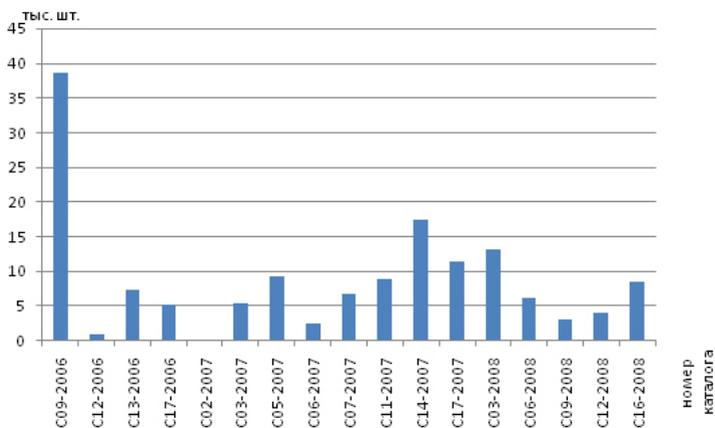


Рис. 3. Уровень продаж туалетной воды 7135 в штуках

Туалетная вода 7135 Расцвет женственности (Life Circle Blossom) запущилась с 9 каталога 2006 года. В момент появления она располагалась на стр. 43, страница была ароматизирована, цена без скидки составляла 575 руб., цена со скидкой составляла 399 руб., уровень скидки был равен 30%.

Из рис. 3 и таблицы 3 можно сделать вывод, что наименьшие продажи были в каталогах 12-2006, 2-2007 и 6-2007, когда продукт продавался по регулярной цене без скидки. Всплеск продаж наблюдается в каталоге 14-2007. В этот период действовало комбинированное предложение: купи 1 продукт со скидкой 25%, купи два — со скидкой 35%, при этом накануне было принято решение о снижении регулярной цены на этот продукт. Продажи прямо пропорционально зависят от количества места на странице, выделенного продукту. При запуске продукт был представлен на развороте (2 стр.), в каталогах 14-2007 и 3-2008 на продукт приходилось по целой странице.

В 2006 году данный продукт продавался в 4 каталогах, из них со скидкой 30% — в трех. В 2007 году продукт был представлен в 8 каталогах, из них со скидкой — в пяти каталогах. Соответственно продажи в 2007 году возросли на 26847 шт. по сравнению с 2006 годом. В 2008 году продукт продавался в 5 каталогах. Как следствие, продажи в 2008 году упали на 44303 шт. по сравнению с 2007 годом (табл. 4).

ТАБЛИЦА 3. Изменение цен на туалетную воду 7135 на протяжении 2006-2008 годов

№ каталога	Рег. цена, руб.	Скидка, %	№ стр.
09-2006	575	30	43
12-2006	575		16
13-2006	575	30	45
17-2006	575	30	67
02-2007	575		74
03-2007	575	30	16
05-2007	575		36
06-2007	575		66
07-2007	575	40	92
11-2007	430	30	91
14-2007	430	35	102
17-2007	430	30	80
03-2008	430	30	113
06-2008	430	30	82
09-2008	450	30	50
12-2008	450	30	60
16-2008	450	30	104

ТАБЛИЦА 4. Продажи продукта 7135 в штуках

Год	Продажи, шт	Темп роста, %	Темп прироста, %
2006	52851	-	-
2007	79698	150,8	50,8
2008	35395	44,4	-55,6

ТАБЛИЦА 5. Чистая выручка от продаж продукта 7135 в евро

Год	Чистая выручка, евро	Темп роста, %	Темп прироста, %
2006	398681	-	-
2007	298508	74,9	-25,1
2008	197821	66,3	-33,7

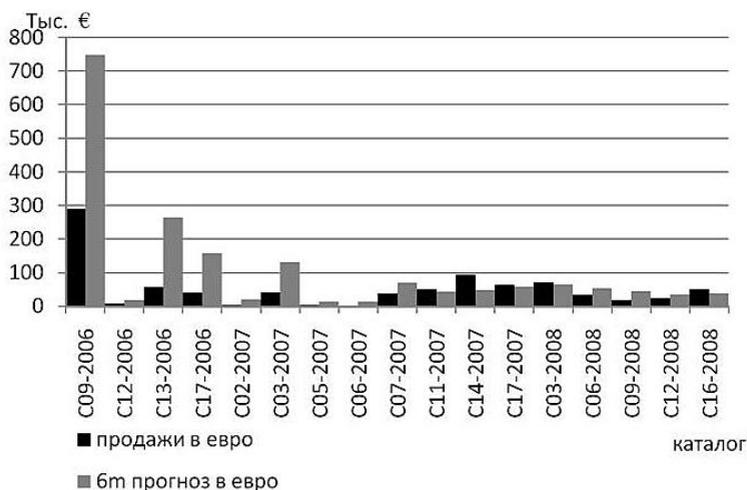


Рис. 4. Уровень продаж туалетной воды 7135 по сравнению с прогнозом

Наибольшая чистая выручка в евро была в 2006 году при уровне регулярной цены — 575 руб. В 2007 году с 11 каталога уменьшили регулярную цену на 25%. Это сказалось на чистой выручке, она снизилась на 100173 евро. В 2008 году было принято решение поднять регулярную цену на 4%, но это решение сказалось на уровне заказов (даже небольшое повышение цены сильно снижает уровень продаж), как следствие чистая выручка упала на 100687 евро по сравнению с 2007 годом (табл. 5).

На рис. 4 видно, что фактические результаты продаж в евро в момент запуска более чем в 2 раза меньше, чем планировалось. Это могло быть вызвано распределением продаж среди аналогичной туалетной воды этого же бренда — 7133 Life Circle Fruit, 7134 Life Circle Leaf, 7136 Life Circle Sap

#### 4. Заключение

Товарная политика на предприятии решает задачи создания нового товара и связана со сферой производства. Разработки маркетинга в этой области помогают предпринимателю избежать многих

ошибок, подстерегающих его на данной стадии хозяйственной деятельности. Поэтому можно четко сказать, что маркетинговая товарная политика помогает повысить эффективность фирмы.

### Список литературы

[1] Голубков Е. П. Основы маркетинга. — М.: Финпресс, 1999. — 656 с. ↑1

I. A. Bondarenko. *The concept of product life-cycle of the network marketing* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 234–243. (*in Russian*).

ABSTRACT. In this article I had analyzed the life cycle of fragrance 7135 "Life Circle Blossom" of Oriflame cosmetic company.

Н. Ю. Буланова

## Негосударственные пенсионные фонды: реальность и перспективы

Научный руководитель: ст. преподаватель Г. Н. Ардыльян

Аннотация. Цель работы — объективная оценка развивающихся негосударственных пенсионных фондов. Рассмотрены характерные черты накопительной системы финансирования пенсии. Сделаны выводы о перспективах развития негосударственного пенсионного обеспечения.

### 1. Введение

В современном обществе объективно существуют определенные категории лиц, неспособные, либо испытывающие значительные затруднения самостоятельно обеспечивать свое существование. Временная или постоянная материальная поддержка таких слоев населения реализуется через систему социального обеспечения, основанную на принципах страхования.

Ведущая роль в процессе российского социального страхования принадлежит Пенсионному фонду Российской Федерации, который относится к числу централизованных внебюджетных социальных фондов. Средства фонда служат финансовой гарантией конституционных прав граждан России на социальную защиту (по старости, нетрудоспособности или различного неблагоприятного социального положения) [1].

Важным дополнением к государственным пенсионным институтам является негосударственное пенсионное обеспечение. Финансовые и правовые механизмы негосударственных пенсионных фондов позволяют проводить дополнительное пенсионное страхование населения, используя при этом гибкие формы коллективного и личного страхования.

Одной из характерных черт текущих и планируемых реформ пенсионной системы в России, как и во многих других странах, является переход от распределительных методов финансирования пенсионных систем к накопительным. В этом плане большие надежды возлагаются на усиление роли негосударственных пенсионных фондов.

На сегодняшний день в ситуации экономической нестабильности в стране вопрос размещения накопительной части пенсии является особенно актуальным. Ведь государство сейчас призывает граждан самим заботиться о размерах будущей пенсии.

## 2. Постановка целей и задач

Пятнадцатилетний опыт функционирования негосударственной пенсионной системы в России свидетельствует о том, что на ее становление потребуется затратить еще достаточно много усилий. Создание полноценного негосударственного пенсионного обеспечения — это задача, которую нужно решать сегодня. Это актуально для будущих пенсионеров. Поэтому очень важно дать объективную оценку развивающимся негосударственным пенсионным фондам и переходу от распределительных методов финансирования пенсионных систем к накопительным. Ввиду этого необходимо решить следующие задачи:

- (1) определить место и роль негосударственных пенсионных фондов в национальных пенсионных системах;
- (2) исследовать становление и развитие негосударственных пенсионных фондов в России;
- (3) изучить алгоритм расчета пенсии.

## 3. Методы исследования

Методологической основой работы послужили законодательные и нормативные акты, Налоговый кодекс РФ, раскрывающие сущность функционирования негосударственной системы пенсионного обеспечения [2].

Для определения места и роли негосударственных пенсионных фондов в национальных пенсионных системах были проанализированы различные публикации в периодической печати [3], [4]. Это помогло проследить процесс становления негосударственных систем пенсионного обеспечения в странах Европы и сравнить его с ситуацией в России.

Также была дана сравнительная оценка основных показателей деятельности пенсионных фондов (внеоборотные и оборотные активы, пенсионные резервы и накопления) и результатов инвестирования средств пенсионных накоплений. Оценка проводилась на основании

сводных документов, таких как бухгалтерский баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет о финансовой деятельности формы НПФ-Ф.

В ходе оценки развития негосударственных пенсионных фондов изучен алгоритм расчета пенсии в случае размещения накопительной части в Государственной Управляющей Компании или в негосударственном пенсионном фонде.

Для того, чтобы понять отношение населения к развитию негосударственных пенсионных фондов, было проведено разведывательное исследование. Оно охватило небольшую по численности исследуемую совокупность (50 чел.), основывалось на упрощенной программе и сжато по объему инструментарии [5]. В данном случае использовался экспресс-опрос, в ходе которого предстояло ответить лишь на один единственный вопрос: «Где размещена накопительная часть пенсии?». В ходе опроса учитывался возраст и пол респондента.

#### 4. Результаты

До 2002 года в нашей стране действовала распределительная пенсионная система. В рамках этой системы все средства, направляемые на пенсионное обеспечение, перечислялись работодателем в Пенсионный фонд России. Они не участвовали в процессе инвестирования, а сразу распределялись на всех граждан, получающих пенсию.

С 2002 года для мужчин, не достигших 55 лет, и женщин, не достигших 50, пенсия по старости или, иначе говоря, трудовая пенсия состоит из трех частей: базовой, страховой и накопительной. Таким образом, начала действовать накопительная система пенсионного обеспечения (рис. 1).

Рассмотрим пример расчета пенсии для мужчины 01.01.1967 г.р., стаж которого составляет 40 лет (дата выхода на пенсию 01.01.2027 г.). Заработная плата — на уровне средней по стране по данным Федеральной службы государственной статистики [6].

Базовая часть пенсии не зависит ни от стажа работы, ни от заработка, и по закону равняется 450 рублям [7], но поскольку она постоянно повышается (индексируется), в настоящее время ее размер составляет 1950 рублей.

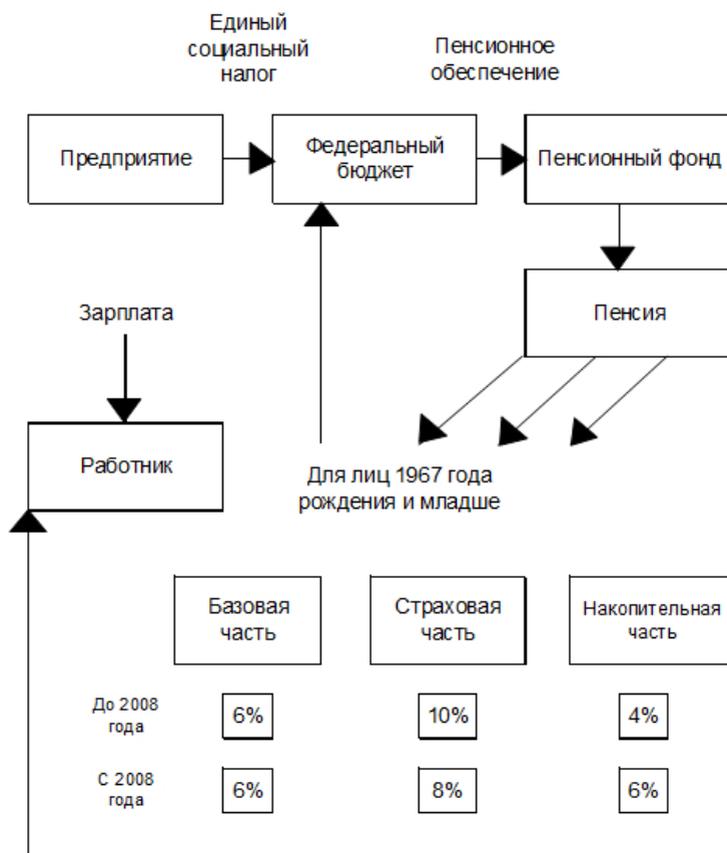


Рис. 1. Схема системы пенсионного обеспечения

Страховая часть пенсии по старости определяется так: берется расчетный пенсионный капитал, который накопился на лицевом счете работника в Пенсионном фонде на день оформления пенсии и делится на «период дожития», то есть на среднестатистическую продолжительность жизни после выхода на пенсию. Так как дата выхода на пенсию — 2027 г., то «период дожития» составит 228 месяцев.

Пенсионный капитал (ПК) состоит из двух частей:

- ПК, приобретенный до 2002 г. (pk1);
- ПК, приобретенный после 2002 г., с учетом индексации пенсионного капитала в соответствии с п. 8 ст. 30 Закона о трудовых пенсиях (pk2).

Для приведенного примера:

$$(1) \quad pk1 = (0,55 \times 1 \times 1671 - 450) \times 228 \times 0,6 = 64166.$$

В формуле (1) применяются следующие значения:

- 0,55 – коэффициент стажа;
- 1 – коэффициент отношения заработной платы работника к средней заработной плате по стране (не более 1,2);
- 1671 руб. – средняя заработная плата в стране за III квартал 2001 г.;
- 450 руб. – базовая часть пенсии;
- 228 месяцев – «период дожития»;
- 0,6 – коэффициент корректировки при трудовом стаже менее 25 лет по состоянию на 01.01.2002.

Показатель pk2 равен 584969 рублей. Он предположительно рассчитан с учетом неизменности тарифной ставки (после 2008 года – 8%) и индексации на уровне не ниже инфляции.

Таким образом, пенсионный капитал составит 649135 рубля (сумма pk1 и pk2), а страховая часть пенсии – 2847 рублей (649135/228).

Ежемесячная накопительная часть трудовой пенсии по старости рассчитывается как отношение суммы страховых взносов на индивидуальный лицевой счет застрахованного лица в Пенсионном фонде РФ с учетом доходности от их инвестирования к «периоду дожития».

Для приведенного примера накопительная часть составит 257427 рублей (получили с учетом доходности от инвестирования на уровне не ниже инфляции).

Ежемесячная накопительная часть пенсии составит 1129 рублей (257427/228).

Исходя из произведенных расчетов, пенсия составит:

$$1950 + 2847 + 1129 = 5926 \text{ рублей.}$$

Как видно, накопительная система основана на разделении потоков денежных средств, направляемых на пенсионное обеспечение. Часть пенсионных отчислений, так называемая накопительная составляющая трудовой пенсии, поступает уже не в общий фонд, а на

индивидуальный лицевой пенсионный накопительный счет [8]. Таким образом, человек, работая, начинает накапливать себе на пенсию.

Важнейшие преимущества новой пенсионной системы:

- возможность существенного повышения пенсии, поскольку размер пенсии будет зависеть от заработка;
- возможность самостоятельно распорядиться своими пенсионными накоплениями, передав управление ими профессиональной управляющей компании;
- возможность добровольного перечисления дополнительных средств на индивидуальный счет.

В связи с переходом на новую систему расчета пенсии, а также ввиду роста численности пенсионеров (38,5 миллионов на 1 января 2008 г. [9]) особое внимание уделяется развитию негосударственной системы пенсионного обеспечения, в частности негосударственным пенсионным фондам.

Перечень негосударственных пенсионных фондов, осуществляющих деятельность по обязательному пенсионному страхованию, на 5 февраля 2009 года составляет 133 наименования, и еще 3 фонда приняли решение пока приостановить привлечение новых застрахованных лиц [1].

Доходность по накопительной части пенсии в государственной Управляющей компании («Внешэкономбанк») на сегодняшний день составляет в среднем около 8%, а в негосударственных фондах — до 20–25%, что естественно делает более выгодным размещение накопительной части пенсии в негосударственных пенсионных фондах [10].

По состоянию на 30 сентября 2008 года по количеству застрахованных лидирует негосударственный пенсионный фонд «Благосостояние» (761 645 человек, доля рынка — 21,2%).

По данным опроса большинство (около 83%) предпочитают, чтобы накопительная часть пенсии находилась под управлением Государственной Управляющей Компании, но, по крайней мере, третья часть из них в ближайшем будущем намерена следить за доходностью и не исключает возможности перехода в негосударственный пенсионный фонд. Примерно 2% опрошенных в возрасте от 20 до 25 лет совсем не интересуются вопросами будущей пенсии.

## 5. Выводы

Негосударственные пенсионные фонды (НПФ) в России, несмотря на все трудности и проблемы, связанные в частности с нестабильной экономической ситуацией в стране, будут жить и развиваться, поскольку они объективно нужны всем.

Для российского бизнеса необходимость НПФ становится все более явной, так как корпоративное пенсионное обеспечение — это цивилизованный способ проведения социальной политики, управления персоналом и конкуренции между предприятиями за качественных наемных работников. Безусловно, тормозом на пути его развития является недружественная система налогообложения, но даже и в этих условиях работодатели, по всей вероятности, не откажутся от уже начатых пенсионных программ.

Для населения России обращение к услугам НПФ — вопрос времени и доверия. Действительно, население по-прежнему плохо знает о фондах и не видит в них осмысленной возможности формирования своего будущего пенсионного благосостояния. Но избежать прихода в НПФ не удастся, если российский потребитель хочет жить по стандартам развитых стран: в этих странах принято копить на пенсию самостоятельно и смолоду в дополнение к государственной пенсии. Государство же явно демонстрирует, что сможет обеспечить лишь базовую пенсию [11]. Подключение НПФ к системе обязательного пенсионного страхования не только создаст для НПФ новый рынок, но и придаст новый импульс добровольному пенсионному обеспечению за счет повышения узнаваемости НПФ как института.

В заключении хотелось бы сказать, что при формировании пенсионного капитала главное — это сбережение и разумное приумножение средств, поэтому при выборе негосударственного пенсионного фонда или управляющей компании следует стремиться к максимально взвешенному соотношению доходности и стабильности.

## Список литературы

- [1] Пенсионный фонд РФ [Электронный ресурс]. <http://www.pfrf.ru>. ↑1, 4
- [2] Налоговый кодекс РФ [Электронный ресурс]. <http://www.garant.ru>. ↑3
- [3] Синенко Л. *Пенсионный лабиринт* // Россия, № 29, 2008. ↑3
- [4] Соловьев В. Г., Чермянина О. К. *Пенсионный вопрос* // Советская Россия, № 129, 2005. ↑3
- [5] Ядов В. А. Социологические исследования: методология, программа, методы. — Самара: Издательство «Самарский университет», 1995. — 334 с. ↑3

- [6] Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. <http://www.gks.ru>. ↑4
- [7] Федеральный закон от 15 декабря 2001 г. № 167-ФЗ «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации». ↑4
- [8] Бандюк Т. П., Бровчак С. В. Молодым о пенсии [Электронный ресурс]. <http://www.pension.ru>. ↑4
- [9] Информация о социально-экономическом положении России. Статистический сборник [Электронный ресурс]. <http://www.gks.ru>. ↑4
- [10] Николаева Е. *Время выбирать управляющую компанию* // Старая Русса, № 117, 2007. ↑4
- [11] Вавилов А. *Стратегические фонды* // Профиль, № 40, 2007. ↑5

N. Y. Bulanova. *The not state pension funds: a reality and prospects* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 244–251. (*in Russian*).

ABSTRACT. The purpose of work is an objective estimation of developing not state pension funds. Characteristic features of accumulation system of financing of pension are considered. Conclusions about prospects of development of the not state provision of pensions are made.

А. Ю. Вахрина

## Математическая модель ресурсообмена в замкнутой экономической системе

Научный руководитель: к.т.н. С. А. Амеликин

Аннотация. Описан процесс ресурсообмена в замкнутой экономической системе, состоящей из двух экономических агентов. Рассмотрены условия общего равновесия с учетом и без учета времени. Для каждого из случаев построена диаграмма Эджуорта. Как пример процесса ресурсообмена с учетом времени приведено описание торгов на интернет аукционе eBay.com.

### 1. Введение

Микроэкономика рассматривает взаимодействие отдельных экономических агентов (ЭА). К ним относятся потребители, работники, инвесторы, землевладельцы, фирмы — фактически любой индивидум или хозяйствующий субъект, который играет какую-либо роль в функционировании экономики.

Совокупность ЭА называется экономической системой, где каждый экономический агент является подсистемой. Главной особенностью экономических систем является «принцип добровольности», т. е. в результате обмена ресурсами каждый из агентов стремится максимизировать свое благосостояние, добровольно выбирая, какой ресурс, в каком количестве и на что обменивать [1]. ЭА не передает свой ресурс другому без какой-либо компенсации.

Экономические системы делятся на замкнутые и открытые. В открытой системе ЭА обмениваются ресурсами не только между собой, но и с окружением экономической системы, в замкнутой — такой обмен отсутствует [2].

### 2. Ресурсообмен в равновесной экономической системе

В микроэкономике процесс ресурсообмена между ЭА в замкнутой экономической системе рассматривается в теории общего равновесия. Общее экономическое равновесие определяется как такое состояние экономики, когда вся система находится в равновесии, а каждый ЭА

максимизирует свое благосостояние. Другими словами, если количество товара, которое хочет купить (или продать) один ЭА, равно тому количеству товара, которое хочет продать (или купить) другой ЭА, то после купли-продажи экономическая система окажется равновесной. В противном случае, когда возможен дальнейший взаимовыгодный ресурсообмен, система неравновесная.

### 2.1. Условия обмена

Обмен ресурсами может проходить в системе, состоящей не менее чем из двух ЭА не менее чем двумя ресурсами, один из которых выполняет функции денег: выступает как мера стоимости и средство обращения. При этом на процесс ресурсообмена накладываются следующие условия [3]:

- (1) Общее количество ресурсов в процессе обмена не изменяется, то есть они не производятся, не уничтожаются и не потребляются в ходе ресурсообмена.
- (2) Обмен заканчивается в точке равновесия, где предельные нормы замещения одного ресурса другим одинаковы для обоих ЭА.

### 2.2. Описание экономического агента

Каждый ЭА характеризуется [4, 5]:

- Функцией полезности  $U(\bar{Q})$ , где  $\bar{Q}$  — вектор запасов ресурсов. Функция  $U(\bar{Q})$  характеризует уровень жизни потребителя.
- Бюджетным ограничением, которое показывает, какое количество денег ЭА может потратить на покупку ресурсов при данном уровне цен  $(p_i)$ . Ограничение имеет следующий вид:

$$M = \sum_{i=1}^n p_i \cdot Q_i.$$

- Предельной полезностью, т. е. приростом общей полезности, имеющихся у ЭА ресурсов, при увеличении объема потребления одного из ресурсов на единицу:

$$MU(Q_i) = \frac{\partial U}{\partial Q_i}.$$

- Предельной нормой замещения:

$$MRS = \frac{MU_i}{MU_j},$$

MRS показывает, сколько единиц  $j$ -го ресурса получит ЭА в обмен на единицу  $i$ -го ресурса.

### 2.3. Диаграмма Эджуорта

Рассмотрим экономическую систему, состоящую из двух ЭА —  $A$ ,  $B$ , — и двух ресурсов. Обозначим начальный запас ресурсов у агента  $A$  через  $(Q_{1A}^0, Q_{2A}^0)$ , где  $Q_{1A}^0$  — количество первого ресурса, имеющееся у  $A$  до обмена, а  $Q_{2A}^0$  — соответственно количество второго ресурса. Тогда для агента  $B$  начальный запас представим как  $(Q_{1B}^0, Q_{2B}^0)$ .

В процессе ресурсообмена количество ресурсов у ЭА изменяется. Конечный потребительский набор  $A$  составит  $(Q_{1A}, Q_{2A})$ , где  $Q_{1A}$  и  $Q_{2A}$  — количество ресурсов, которое находится в распоряжении ЭА после обмена. Для  $B$  конечный потребительский набор —  $(Q_{1B}, Q_{2B})$ .

Общее количество каждого ресурса в ходе обмена не изменяется:

$$Q_{1A}^0 + Q_{1B}^0 = Q_{1A} + Q_{1B} = \bar{Q}_1,$$

$$Q_{2A}^0 + Q_{2B}^0 = Q_{2A} + Q_{2B} = \bar{Q}_2,$$

где  $\bar{Q}_1, \bar{Q}_2$  — общее количество первого и второго ресурсов в экономической системе.

Для графического представления процесса обмена двумя ресурсами между двумя ЭА используется диаграмма Эджуорта (рис. 1). Она позволяет отобразить начальный запас и предпочтения агентов. Предпочтения описываются кривыми безразличия, т. е. линиями уровня функции полезности.

Обмен начинается в точке  $W_0$ , соответствующей начальным запасам ресурсов как у одного из ЭА, так и у другого. В ходе обмена каждый агент стремится увеличить свое благосостояние. На диаграмме Эджуорта область, в которой благосостояние обоих ЭА выше начального, ограничивается их кривыми безразличия, проходящими через точку начального запаса ресурсов  $W_0$ . Область взаимовыгодного обмена имеет форму линзы. Именно в ней происходит взаимовыгодный обмен, то есть участники обмена могут перейти в любую точку этой области, не ухудшив свое благосостояние [3, 5]. При этом цена ресурса в процессе ресурсообмена может как изменяться, так и оставаться

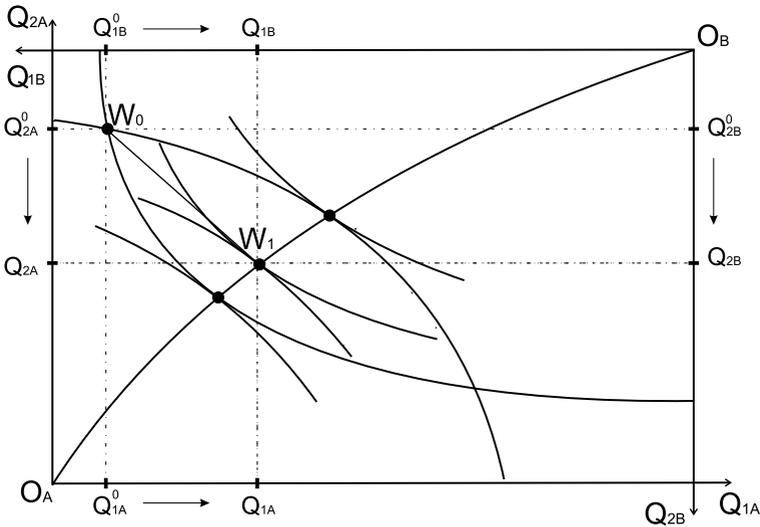


Рис. 1. Диаграмма Эджуорта

постоянной. Обмен продолжается до тех пор, пока область взаимовыгодного обмена не будет представлять точку.

Траектория, вдоль которой происходит процесс ресурсообмена, соответствует кривой бюджетного ограничения, в каждой точке которой стоимость ресурсов у ЭА в текущих ценах не изменяется.

Рассмотрим ресурсообмен при постоянных ценах на ресурсы. Обмен, перемещающий распределение ресурсов за пределы области взаимовыгодного обмена, ухудшает положение одного из ЭА, и потому не произойдет.

Склонность к обмену исчезает только тогда, когда конечное, достигнутое в ходе обмена, распределение ресурсов между ЭА окажется таким, что точка ( $W_1$ ), отображающая конечный потребительский набор на диаграмме Эджуорта, будет точкой касания кривых безразличия обоих агентов и бюджетной прямой обоих ЭА. В этой точке их  $MRS$  равны, т. е. благосостояние одного из агентов не может увеличиться без уменьшения благосостояния другого [4].

Так как карта безразличия каждого ЭА содержит множество его кривых безразличия, то и диаграмма Эджуорта будет вмещать бесконечное множество точек касания кривых двух ЭА. Это множество

образует контрактную кривую. Она представляет все точки, для которых невозможен дальнейший взаимовыгодный обмен, т. е. множество равновесных состояний.

Для определения точки равновесия экономической системы при постоянных ценах необходимо решить систему уравнений, в которой неизвестными являются цены ресурсов  $(p_1, p_2)$  и их конечные запасы у ЭА  $(Q_{1A}, Q_{2A}, Q_{1B}, Q_{2B})$ :

$$(1) \quad Q_{1A}^0 + Q_{1B}^0 = Q_{1A} + Q_{1B} = \bar{Q}_1,$$

$$(2) \quad Q_{2A}^0 + Q_{2B}^0 = Q_{2A} + Q_{2B} = \bar{Q}_2,$$

$$(3) \quad p_1 \cdot Q_{1A}^0 + p_2 \cdot Q_{2A}^0 = p_1 \cdot Q_{1A} + p_2 \cdot Q_{2A} = \bar{M}_A,$$

$$(4) \quad p_1 \cdot Q_{1B}^0 + p_2 \cdot Q_{2B}^0 = p_1 \cdot Q_{1B} + p_2 \cdot Q_{2B} = \bar{M}_B,$$

$$(5) \quad \frac{MU_{1A}}{p_1} = \frac{MU_{2A}}{p_2},$$

$$(6) \quad \frac{MU_{1B}}{p_1} = \frac{MU_{2B}}{p_2}.$$

Уравнения (1), (2) системы — балансы по ресурсам; (3), (4) — балансы по бюджету; (5), (6) — условия оптимального выбора ЭА.

Поскольку в ходе такого обмена один из ресурсов выполняет функции денег, то цены ресурсов можно определить только с точностью до цены этого ресурса. Пусть функцию денег выполняет первый ресурс. Тогда мы можем определить только отношение  $p_2/p_1$ . Действительно, уравнения (1)–(4) являются линейно зависимыми.

Таким образом, при обмене рассматриваются только две точки: точка начала обмена  $W_0$  и точка, принадлежащая контрактной кривой  $W_1$ , но не рассматривается процесс перехода от  $W_0$  к  $W_1$ . Для данной системы не существует промежуточных состояний при переходе в точку равновесия, поэтому цена в ходе обмена не изменяется.

### 3. Ресурсообмен при ограничении его продолжительности

Введем в систему время. В этом случае нам необходимо выяснить: сможет ли экономическая система за определенный промежуток времени достичь равновесия или нет.

Так же, как и в предыдущем разделе, рассмотрим процесс ресурсообмена, в котором участвуют два ЭА. У каждого из них имеется некоторый начальный запас двух ресурсов. Так как система является замкнутой, то общее количество каждого из ресурсов не изменяется. Также каждый ЭА характеризуется:

- функцией полезности;
- оценками стоимости ресурсов  $v_i$ ,  $i \in \{A, B\}$ ;
- кинетикой ресурсообмена  $q(v_i, p)$ ,  $i \in \{A, B\}$ .

Рассмотрим подробнее понятия «оценка стоимости ресурсов» и «кинетика ресурсообмена».

Каждый ЭА имеет оценку своих ресурсов ( $v_i$ ), зависящую от запасов. Эта зависимость является монотонно убывающей, т. е. чем больше ресурса у агента, тем ниже он его оценивает. Оценка ресурса  $v_i$  — это минимальная цена, по которой ЭА готов продать свой ресурс, и это же максимальная цена, по которой он готов его купить [2]. Фактически,  $v_i$  — это предельная норма замещения одного ресурса другим.

В процессе обмена агенты покупают/продают ресурс; интенсивность обмена определяется функциями спроса и предложения  $q_i(p)$ . Они показывают интенсивность покупки или продажи, то есть количество купленных/проданных ресурсов за единицу времени по данной цене  $p$ . Таким образом, предложение — это то количество ресурса, которое ЭА готов продать при данных ценах за единицу времени, а спрос — количество ресурса, которое он хочет купить при данных ценах за единицу времени. Так как мы ввели в экономическую систему время, то функции спроса/предложения определяются потоком ресурсов  $q(v, p)$ . Данный поток  $q(v, p)$  определяет кинетику ресурсообмена [2].

Пусть ЭА  $A$  покупает ресурс, следовательно, его оценка превышает цену продажи ( $v_A > p$ ). ЭА  $B$  продает ресурс, его оценка ниже цены ресурса ( $v_B < p$ ). Запишем функции спроса и предложения в

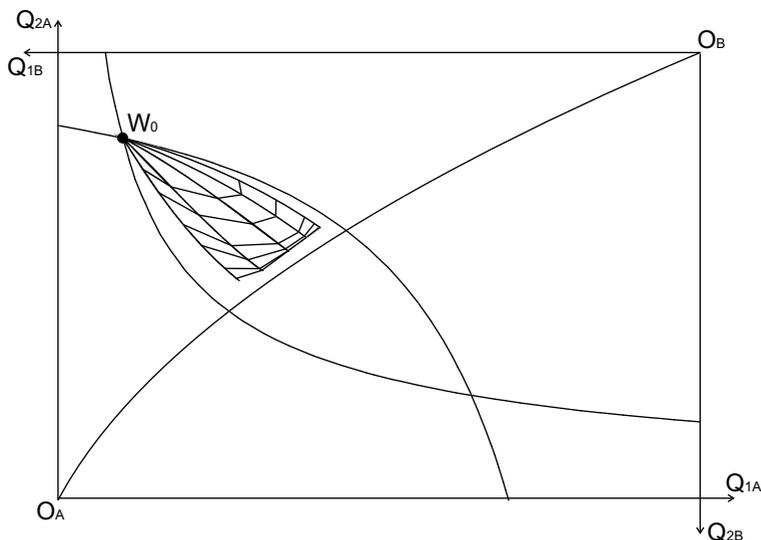


Рис. 2. Диаграмма Эджуорта при ограничении на продолжительность обмена

линейной форме:

$$q_A = \alpha \cdot (v_A - p),$$

$$q_B = \beta \cdot (p - v_B),$$

где  $\alpha, \beta > 0$  — коэффициенты пропорциональности.

Промежуточная цена  $p$  в момент времени  $t$  определяется из условия равенства спроса и предложения  $\alpha \cdot (v - p) = \beta \cdot (p - v)$  и имеет следующий вид:

$$p = \frac{\alpha \cdot v_A + \beta \cdot v_B}{\alpha + \beta}.$$

Для того, чтобы определить запас ресурсов для ЭА  $A$  в момент времени  $t$ , необходимо решить систему уравнений:

$$(7) \quad \frac{\partial Q_{1A}}{\partial t} = q_A = \alpha \cdot (v_A - p), \quad Q_{1A}(0) = Q_{1A}^0,$$

$$(8) \quad \frac{\partial Q_{2A}}{\partial t} = -p \cdot q_A = -p \cdot \alpha \cdot (p - v_A), \quad Q_{2A}(0) = Q_{2A}^0.$$

Уравнение (7) характеризует изменение количества первого ресурса агента  $A$  в момент времени  $t$ , а уравнение (8) показывает изменение запаса денег у ЭА  $A$ . Кроме того, справедливы уравнения (7), (8) для ЭА  $B$ , так что нам не надо вводить дополнительно уравнения динамики запасов ресурсов у ЭА  $B$ . Они в момент времени  $t$  находятся следующим образом:

$$Q_{1B}(t) = \bar{Q}_1 - Q_{1A}(t),$$

$$Q_{2B}(t) = \bar{Q}_2 - Q_{2A}(t).$$

Процесс ресурсообмена также можно представить на диаграмме Эджуорта (рис. 2). При приближении к контрактной кривой интенсивность обмена уменьшается, и за конечное время достигнуть состояния равновесия не представляется возможным.

#### 4. Практическая реализация

Иллюстрацией процесса ресурсообмена могут служить торги на различных аукционах. В качестве примера рассмотрим один из крупнейших интернетаукционов — eBay.com, принадлежащий одноименной компании.

Аукцион eBay является интернет-платформой для продажи любых товаров. Компания выступает лишь в роли посредника при заключении договора купли-продажи между продавцом и покупателем.

Интернет-аукцион (он же «онлайн-аукцион») — аукцион, проводящийся посредством интернета. В отличие от обычных аукционов, участникам интернет-торгов нет необходимости находиться в определенном месте — ставки делаются посредством интернет-сайта или с помощью специальных приложений. Торги на интернет-аукционе ведутся до истечения времени, назначаемого самим продавцом при выставлении лота. Обычный же аукцион завершается в тот момент, когда прекращают повышаться ставки [6].

Исходя из того, что интернет-аукцион является ограниченным по времени его проведения, а также его можно считать закрытой экономической системой, то для описания процесса ресурсообмена можно воспользоваться функциями спроса/предложения, определяющими интенсивность обмена. Описание этих функций дано в разделе 3.

Рассмотрим построение теоретической кривой спроса на основе данных, полученных с аукциона eBay.com. Модель ресурсообмена по-прежнему состоит из двух ЭА — продавца и покупателя (совокупность всех предложений цены покупки) — и двух ресурсов, одним из которых являются деньги, а вторым — ноутбук (обобщение однотипных товаров).

Из завершенных сделок по продаже ноутбуков в ценовом диапазоне от 900 до 1200 долларов были отобраны сделки, в которых имелось от 10 до 20 предложений по цене покупки. Всего рассматривалось сто аукционов. Для каждого из аукционов в таблице была отмечена его продолжительность, начальная цена лота и цена продажи. Для каждого участника торгов — минимальная и максимальная ставки. Максимальную ставку можно считать оценкой данного товара покупателем, начальную цену лота — оценкой продавца, после чего из полученных данных был построен ряд распределения (Таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Распределение покупателей по максимальной предложенной цене

Максимальная цена, долл.	Число покупателей, чел.
150	100
250	83
350	75
450	60
550	52
650	42
750	31
850	22
950	16
1050	9
1150	2
1250	0

Данные таблицы 1 показывают, для какого числа участников торгов та или иная цена является максимальной оценкой товара. На основе этих данных аналитическим путем было найдено уравнение, характеризующее зависимость цены покупки от числа участников торгов, которое и является функцией спроса (рис. 3).

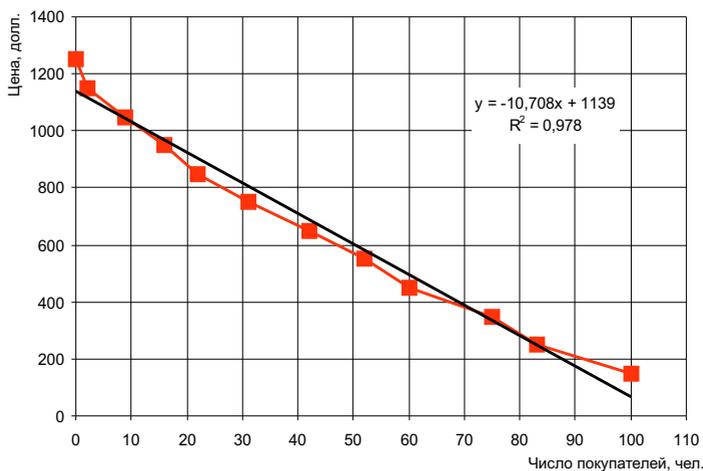


РИС. 3. Зависимость цены покупки от числа участников аукциона

Для получения уравнения, описывающего функцию предложения, необходимо сформировать ряд распределения, показывающий, за какую минимальную цену какое количество продавцов готово продать свой товар.

Описывая процесс ресурсообмена на примере интернет-аукциона можно сказать, что такой обмен из-за ограничения на продолжительность обмена не является взаимовыгодным как для продавца, так и для покупателя. В ходе торгов участники не достигают равновесной цены и поэтому несут дополнительные издержки, связанные с продажей/покупкой товаров.

## 5. Заключение

В микроэкономике существует два подхода к рассмотрению процесса ресурсообмена:

- (1) без учета времени;
- (2) с учетом времени.

В первом случае экономическая система является равновесной. Для нее можно определить только точку начала обмена и точку на контрактной кривой, в которой этот обмен завершится. Во втором же случае система неравновесная. Для такой системы можно показать не только точки ее начального и конечного положения, но и все точки, в которых система находится в каждый момент времени.

Практическим примером процесса ресурсообмена с учетом времени могут служить торги на интернет-аукционах.

### Список литературы

- [1] Амелькин С. А. *Математическая модель равновесия в открытой микроэкономической системе* // Труды Международной конференции «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, г. Переславль-Залесский, октябрь 2006: В 2-х т. Т. 2. — М.: Физматлит, 2006, с. 267–276. ↑1
- [2] Цирлин А. М. *Необратимая микроэкономика: оптимальные процессы и равновесие в замкнутых системах* // Автоматика и телемеханика, № 7, 2008, с. 113–128. ↑1, 3
- [3] Вэриан Х. *Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход*: учеб. для вузов : пер. с англ. — М.: ЮНИТИ, 1997. — 767 с. ↑2.1, 2.3
- [4] Гальперин В. М., Игнатьев С. М., Моргунов В. И. *Микроэкономика: В 2-х т. Общая редакция В.М. Гальперина.* — Т. 2. — СПб.: Экономическая школа, 1999. — 498 с. ↑2.2, 2.3
- [5] Пиндайк Р., Рубинфельд Д. *Микроэкономика.* — М.: Экономика, 1992. — 510 с. ↑2.2, 2.3
- [6] eBay, Википедия — свободная энциклопедия, <http://ru.wikipedia.org/wiki/EBay>. ↑4

A. Y. Vakhrina. *Mathematical model of resources exchange in a closed economic system* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 252–262. (*in Russian*).

ABSTRACT. The process of resources exchange in a closed economic system is described. The system consists of two economic agents. General equilibrium circumstances are considered with time and without time. For both cases diagram of process of resources exchange between economic agents has been drawn. This diagram is called Edgeworth's diagram. Description of auction by the online market eBay.com are considered as example of the process of resources exchange with time.

Е. О. Гришанина

## Оценка доли рентного дохода добывающих производств, поступающей в консолидированный бюджет Российской Федерации

Научный руководитель: к.э.н. А. М. Аникина

Аннотация. В работе произведена оценка доли рентного дохода добывающих производств, поступающей в консолидированный бюджет Российской Федерации.

### 1. Введение

В настоящее время Россия считается одной из самых богатых стран мира по запасам полезных ископаемых. Ее обеспеченность разведанными и прогнозными запасами топливных ресурсов оценивается: по нефти — в 35 лет, по газу — в 80 лет, по углю — в 150 лет. Согласно закону РФ «О недрах» (ст. 1.2) полезные ископаемые в России являются собственностью государства. Эти природные богатства сегодня дают возможность Российской Федерации достигать высоких темпов роста макроэкономических показателей. Они могут и должны способствовать восстановлению необходимого индустриального и технологического уровня в стране. Для достижения этой цели государство должно владеть точной информацией о размерах того дохода, который приносит добыча и экспорт природных ресурсов. Но ни государственная статистика, ни Министерство финансов не рассчитывают величину природной ренты, получаемой предприятиями, эксплуатирующими природный капитал страны. В связи с этим актуальной является тема оценки рентного дохода, который получают добывающие отрасли промышленности. Данная статья посвящена как расчету величины рентного дохода, так и сравнению полученных данных с тем объемом налоговых доходов, который получает государство от добывающего сектора промышленности.

## 2. Характеристика экономического развития России

В постперестроечный период в России снизились темпы экономического роста, внешнеторговый оборот, вдвое сократился объем производства. В промышленности выделился сектор богатых производств, связанных с добычей и экспортом топливно-сырьевых ресурсов. При этом обрабатывающая промышленность и сельское хозяйство, работающие на внутренний рынок, оказались низко рентабельными и непривлекательными для отечественных и зарубежных инвесторов в силу невысокого уровня внутренних цен и доходов потребителей. В результате значимость природных ресурсов по сравнению с другими производственными ресурсами резко повысилась.

К настоящему времени экономика страны преодолела кризисный период 1991–1998 гг. В 2007 году валовой внутренний продукт в сопоставимых ценах вырос по сравнению с 2000 годом на 56,4% [1]. По состоянию на начало 2008 года Россия занимает восьмое место в мире по объему ВВП, рассчитанному в долларах США по паритету покупательной способности.

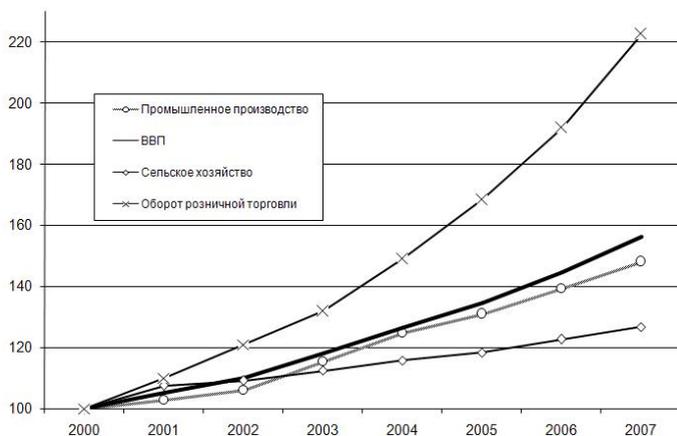


Рис. 1. Динамика основных показателей развития экономики России (в % к 2000 году в сопоставимых ценах)

Одной из наиболее доходных отраслей экономики нашей страны, как в кризисный, так и в посткризисный период, является добывающая промышленность. Для этого вида деятельности характерны

наиболее высокие темпы промышленного роста: за восемь лет, с 2000 по 2007 годы, промышленное производство в этой сфере выросло на 40%. Уровень рентабельности производства в добыче полезных ископаемых в 2007 году составил 31,5%. Это значительно выше, чем уровень рентабельности в целом по промышленности — 18,1%. Инвестиции в добывающую отрасль в 2007 году составили 15,2% от всех вложений в экономику страны, то есть добыча полезных ископаемых занимает сегодня 3-е место по объемам инвестирования после таких видов деятельности, как операции с недвижимостью, транспорт и связь.

На сегодняшний день не существует единой официальной методики расчета величины природной ренты, получаемой предприятиями, эксплуатирующими природный капитал страны. Тем не менее существует множество методических разработок, посвященных этому вопросу. В частности, в 2000 году научными сотрудниками экономических институтов РАН В. А. Волконским, А. И. Кузовкиным и А. Ф. Мудрецовым был произведен расчет величины рентных доходов по четырем отраслям, получающим основной объем рентного дохода от использования запасов полезных ископаемых: нефтяному и газовому комплексам, черной и цветной металлургии. По их оценкам, в 1999–2000 годах доля рентного дохода в фактических доходах до уплаты налогов в нефтегазовом секторе доходила до 85%, в черной металлургии — 20%, а в цветной — 60% [2].

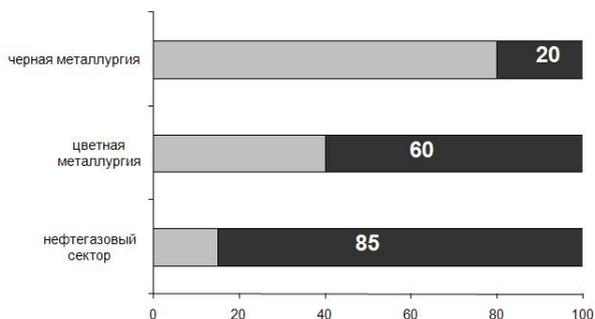


Рис. 2. Удельный вес рентного дохода в валовой добавленной стоимости, создаваемой в отрасли, %

В последние годы государство предпринимает попытки перераспределить «сверхдоходы», получаемые в сфере добычи полезных ископаемых, в свою пользу. Основным инструментом изъятия рентных доходов в бюджет государства являются налоги, взимаемые с предприятий добывающих отраслей. Налоговые доходы государства формируют доходную часть бюджета более чем на 65%. При этом основными налогами, определяющими доходы государства, являются доходы от внешнеэкономической деятельности — 18,2%, налог на добавленную стоимость — 17,1% и налог на прибыль организаций — 16,4%.

ТАБЛИЦА 1. Структура доходной части консолидированного бюджета РФ в 2007 году [3]

	Млрд.руб.	В % к итогу
Доходы всего, в том числе	13250,7	100,0
Налог на прибыль организаций	2172,0	16,4
Налог на доходы физических лиц	1266,6	9,6
Единый социальный налог	656,7	5,0
Налог на добавленную стоимость	2261,7	17,1
Акцизы по подакцизным товарам	314,4	2,4
Налоги на совокупный доход	141,8	1,1
Налоги на имущество	411,2	3,1
Налоги, сборы и регулярные платежи за пользование природными ресурсами	1235,1	9,3
Доходы от внешнеэкономической деятельности	2408,3	18,2
Доходы от использования государственного и муниципального имущества	525,0	4,0
Платежи, возникающие при использовании природными ресурсами	82,4	0,6
Безвозмездные поступления	17,7	0,1
Доходы от предпринимательской и иной приносящей доход деятельности	112,3	0,8

С 2002 г. в систему налогообложения были внесены существенные изменения: введен налог на добычу полезных ископаемых, взимаемый с тонны добытой нефти; значительно возросла экспортная пошлина. Но доля налога на добычу полезных ископаемых так и не превысила 10% всех налоговых доходов государства. Т.е. государство, являясь собственником природного капитала, большую часть дохода от его эксплуатации оставляет предприятиям отрасли. В связи с этим целью работы стала оценка доли рентного дохода добывающих производств, поступающая в консолидированный бюджет Российской Федерации. Для достижения этой цели была поставлена и решена следующая задача: расчет размера природной ренты и объема налоговых поступлений по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых».

### **3. Оценка рентного дохода предприятий добывающей отрасли промышленности**

Оценку рентного дохода в добыче полезных ископаемых мы произведем с помощью удельных весов, которые были рассчитаны Волконским, Кузовкиным и Мудрецовым для отраслей топливной промышленности. С 2005 года российские статистические наблюдения и обследования в разрезе отраслей экономики были переведены с классификации ОКОНХ (общесоюзный классификатор отраслей народного хозяйства) на новую классификацию ОКВЭД (общероссийский классификатор видов экономической деятельности). Этот переход связан с тем, что реформирование российской экономики и новые рыночные отношения вызвали существенные изменения в общественной и социально-экономической жизни России и потребовали коренного совершенствования российской статистики, комплексного пересмотра всей системы учета и статистики в стране.

В ОКВЭД объектами классификации являются виды экономической деятельности субъектов хозяйственной деятельности. Наиболее существенным различием между классификаторами ОКОНХ и ОКВЭД является отсутствие в последнем вида деятельности «Промышленность». Сегодня вся промышленная деятельность разделена на 3 раздела: «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства» и «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды». Раздел «Добыча полезных ископаемых» включает два

вида экономической деятельности: 1) добыча топливно - энергетических полезных ископаемых и 2) добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических. К топливно-энергетическим полезным ископаемым относят добычу каменного угля, бурого угля и торфа, сырой нефти и природного газа, а также добычу урановой и ториевой руды. А нетопливо - энергетические полезные ископаемые - это металлические руды и прочие полезные ископаемые. Раздел «Добыча полезных ископаемых» в основном соответствует собирательной отрасли ОКОНХ «Топливная промышленность», в которую входили топливная, нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, газовая и угольная промышленность.

Таким образом, для оценки рентного дохода в виде деятельности «Добыча полезных ископаемых» мы можем использовать результаты расчетов, которые были произведены Волконским, Кузовкиным и Мудрецовым для отрасли народного хозяйства «Топливная промышленность». В соответствии с ними доля рентного дохода вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» в общем объеме добавленной стоимости составляет 85%. По данным за 2007 год валовая добавленная стоимость этой отрасли составила 2 953 млрд. рублей. Таким образом, рентный доход, который получили предприятия, занимавшиеся в 2007 году деятельностью «Добыча полезных ископаемых», оценивается в 2 510 млрд. рублей. Это составляет 56,1% от объема продукции, отгруженной добывающими производствами в РФ за 2007 год (4473 млрд. руб.).

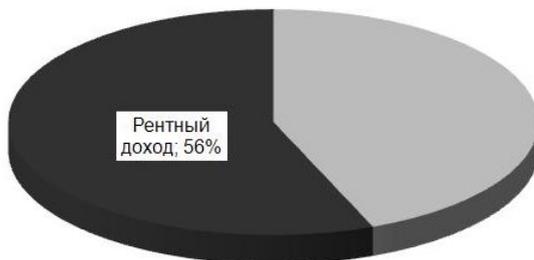


РИС. 3. Удельный вес рентного дохода в объеме промышленного производства по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых»

#### **4. Оценка налоговых поступлений от вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» и сравнение их с величиной рентных доходов отрасли**

Сложности возникают не только с оценкой рентного дохода в добывающем секторе, но и с оценкой налоговых поступлений от этого вида деятельности. В общедоступных статистических данных отсутствует информация о налоговых поступлениях в консолидированный бюджет Российской Федерации по видам экономической деятельности. Но на сайтах территориальных налоговых органов выложены сводные отчеты по формам статистической налоговой отчетности. Среди них есть форма 1-НОМ «Отчет о поступлении налоговых платежей в бюджетную систему Российской Федерации по основным видам экономической деятельности». В ней содержится информация о том, сколько начислено и сколько поступило налогов за полугодие в конкретном регионе страны. Для того чтобы получить информацию о налоговых поступлениях от вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» в целом по стране, мы вынуждены были собирать и изучать формы 1-НОМ, представленные на сайтах 81 субъекта Российской Федерации за первое полугодие 2007 года. При этом на территориальных сайтах девяти субъектов Российской Федерации (Агинский Бурятский АО, Костромская обл., Архангельская обл., Еврейский АО, Саратовская обл., Республика Татарстан, Республика Ингушетия, Республика Бурятия, Таймырский Эвенский АО) информация о поступлении налогов за этот период не была представлена.

Полученные данные были собраны в одной сводной таблице. Составленная таблица позволяет узнать, на какую сумму начислено и поступило налогов в консолидированный бюджет от региона, как в целом по экономике, так и отдельно по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых». За первое полугодие 2007 года в бюджетную систему государства от 72 регионов поступило 2732 млрд. рублей, из них по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» — 543 млрд. рублей, в том числе налог на добычу полезных ископаемых 262 млрд. рублей.

Сопоставление размеров налоговых средств, перечисляемых в бюджет государства, и величины доходов, получаемых предприятиями, занятыми добычей полезных ископаемых, происходило следующим образом. Для расчета рентного дохода по каждому региону России

была взята информация об объемах производства добывающих производств из статистического сборника «Россия в цифрах 2008». Валовая добавленная стоимость по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» была рассчитана в каждом регионе как 56% от регионального объема производства. Ввиду отсутствия данных о налоговых поступлениях в некоторых регионах, для сопоставления суммарный рентный доход по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» был рассчитан по 72 регионам страны за первое полугодие 2007 года.

Рассчитанная нами сумма рентного дохода составила 1 152 млрд. рублей. При этом в консолидированный бюджет государства от предприятий, занимающихся добычей полезных ископаемых, поступило налогов на сумму 543 млрд. рублей, в том числе 262 млрд. рублей – налог на добычу полезных ископаемых. Таким образом, государство в 2007 году получило только 22,7% всех рентных доходов отрасли «Добыча полезных ископаемых», а немногим менее 80% сверхдохода осталось у предприятий.

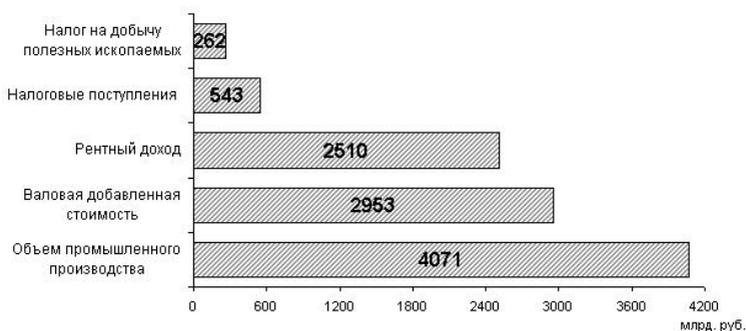


Рис. 4. Экономические показатели вида деятельности «Добыча полезных ископаемых»

## 5. Заключение

По данным за 2007 год валовая добавленная стоимость этой отрасли составила 2 953 млрд. рублей. Таким образом, рентный доход, который получили предприятия, занимавшиеся в 2007 году деятельностью «Добыча полезных ископаемых», оценивается в 2 510 млрд.

руб. Это составляет 56,1% от объема отгруженной продукции добывающих производств. При этом налоговые поступления от этого вида деятельности - 543 млрд. руб. Таким образом, значительная часть дохода (около 80%) от добычи и продажи нефти, газа и другого минерального сырья, минуя казну, является источником «сверхдоходов» частных лиц или предприятий, получивших права на эксплуатацию природных месторождений. В большинстве развитых стран, обладающих богатыми природными ресурсами, государство получает основную долю этого дохода. Например, в законодательствах Великобритании и Норвегии закреплено понятие дополнительного дохода, который возникает за счет использования полезных ископаемых, являющихся собственностью государства. Часть его государство изымает в виде налога на дополнительный доход с более высокой ставкой, чем налог на прибыль. В Норвегии в бюджет поступает 80% такого дополнительного дохода.

Но увеличивать налоговую нагрузку в добывающей отрасли нельзя, так как даже сейчас она составляет 40%, что в два раза выше, чем в целом по стране. Дальнейшее повышение налоговой ставки на добычу полезных ископаемых, одинаковой для всех месторождений, приведет к тому, что многие производства с менее выгодными условиями станут нерентабельными, поскольку уже сегодня сумма налога на добычу полезных ископаемых составляет около 66% в себестоимости добычи нефти [4]. Результатом увеличения налоговой ставки также может стать рост внутренних цен на топливо.

При этом большой объем рентных доходов топливно-сырьевых отраслей обеспечивается возможностью продавать их за рубежом по ценам, намного превосходящим затраты и внутренние цены. Этот разрыв определяется отличием валютного курса рубля от паритета его покупательной способности по отношению к доллару. Именно на этом этапе, по нашему мнению, государство должно изымать большую часть рентного дохода в форме экспортных пошлин. Такой механизм изъятия сверхдоходов добывающего сектора сделает налогообложение в отрасли более справедливым и позволит избежать роста внутренних цен на топливо.

### Список литературы

- [1] Национальные счета России в 2000-2007 годах. — М.: Росстат, 2008. — 213 с.  
↑<sup>2</sup>

- [2] Волконский В. А., Кузовкин А. И., Мдрецов А. Ф. Природная рента в экономике России. — М.: Институт экономических стратегий, 2004. — 182 с. ↑[2](#)
- [3] Россия в цифрах.2008.Крат.стат.сб. — М.: Росстат, 2008. — 504 с. ↑[1](#)
- [4] Причины роста цен на внутреннем рынке нефтепродуктов и меры по их сдерживанию. — источник в Интернете: : [http://www.au92.ru/msg/20060420\\_jbh4219.html](http://www.au92.ru/msg/20060420_jbh4219.html): Минпромэнерго, 2006. ↑[5](#)

Е. О. Grishanina. *The estimation of share rental income of extractive production incoming consolidated budget of the Russian Federation* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 263–272. (*in Russian*).

ABSTRACT. In this article I had estimated the share rental income of extractive production incoming consolidated budget of the Russian Federation.

О. С. Иванова

## Анализ состояния рынка труда города Переславля-Залесского с учетом существования слабозащищенных слоев населения

Научный руководитель: к.т.н. С. А. Амелькин

Аннотация. В данной работе рассматривается сегментация рынка труда, приводится модель Дж. Аткинсона и ее дополнения. На примере рынка труда города Переславля-Залесского проанализировано положение слабозащищенных категорий граждан.

### 1. Введение

Под безработицей обычно понимается несоответствие на рынке труда, когда предложение труда превышает спрос, причем это несоответствие может быть как в количественном, так и в качественном отношении.

Безработным, по методологии Международной организации труда (МОТ), считается тот, кто в настоящий момент не имеет работы, ищет ее, готов к ней приступить и не имеет других источников дохода, кроме заработной платы в сфере оплачиваемой занятости. По российскому законодательству, безработными признаются трудоспособные граждане, которые не имеют работы и заработка, зарегистрированы в органах службы занятости в целях поиска подходящей работы, ищут работу и готовы приступить к ней [1].

Экономический интерес работника определен спецификой его деятельности в системе производственных отношений. Работник в процессе производства реализует свою способность к труду и его интерес состоит в том, чтобы его способность к труду (его рабочая сила) была оплачена работодателем соответственно цене рабочей силы. Поэтому главный экономический интерес работника заключается в получении заработной платы на уровне, обеспечивающем стоимость жизни самого работника и той хозяйственной ячейки, в которой он ее воспроизводит, т. е. семьи. Величина заработной платы работника должна быть достаточной для воспроизводства его рабочей силы и семьи. Это

означает, что реализация зарплаты должна обеспечить удовлетворение физических, духовных, социальных, культурных потребностей работника и его семьи. Однако на рынке труда, где осуществляется купля-продажа рабочей силы, экономическому интересу работника противостоит экономический интерес работодателя — достижение максимальной прибыли, что предполагает экономию на всех факторах производства, в том числе и на заработной плате работника.

Регулирование безработицы является одной из первостепенных проблем государства. Изучение моделей безработицы, особенно в условиях, когда экономия на заработной плате приводит к массовым увольнениям сотрудников, является актуальной задачей. В данной работе, на основе сегментной модели, проведен анализ рынка труда города Переславля-Залесского, в котором особое внимание уделяется слабозащищенному слою населения. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

- собрать необходимый материал о сегментации рынка труда;
- описать модель рынка труда с распределенными параметрами;
- обработать данные статистического опроса фирм и жителей города;
- проанализировать состояние рынка труда в Переславле с учетом существования слабозащищенных страт.

## 2. Структура рынка труда

Многие экономисты разделяют идею о дифференцированности, неоднородности рабочей силы, что и предопределяет место каждого работника как на рынке труда, так и в организационной структуре фирмы [2]. Одним из следствий такой неоднородности является существование слабозащищенных слоев населения (женщины, инвалиды, молодежь) и безработицы, связанной с ними — маргинальной безработицы. Проблемы регулирования рынка труда и занятости слабозащищенных слоев населения, в том числе молодежи, стали актуальными для изучения в 70-е годы, в так называемых моделях двойного рынка труда, состоящего из двух секторов [3]:

- Первичный — это рынок, для которого характерны стабильный уровень занятости и сравнительно высокий уровень заработной платы, возможность профессионального продвижения, прогрессивные технологии, система управления и так

далее, он охватывает рабочие места опытных специалистов, управляющих и администраторов всех звеньев, высококвалифицированных рабочих. Это высокооплачиваемые группы рабочей силы, имеющие высокий уровень квалификации, надежные гарантии занятости. К нему также можно отнести рабочие места техников, административно-вспомогательного персонала и работников средней квалификации. Первичный рынок, охватывает постоянных работников, работающих полный рабочий день и неделю, и подверженных в случае неблагоприятной конъюнктуры лишь функциональной адаптации (временное сокращение рабочего дня, вынужденные отпуска или переподготовка за счет фирмы). Увольнения и дискриминация этих групп работников не допускается.

- Вторичный рынок, который характеризуется временной или менее стабильной занятостью, сравнительно невысокой заработной платой, низкой квалификацией работников. Он охватывает рабочие места, как правило, не требующие специальной подготовки и значительной квалификации. Их занимают работники обслуживания, неквалифицированные рабочие, низшие категории служащих.

Подобная модель рассмотрена в макроэкономической модели рынка труда Ч. Лидбитера и Дж. Аткинсона [4], представляющей рынок труда в виде концентрических колец (рис. 1): внутреннего («ядра»), представляющего собой первичный рынок, и внешнего («периферию») — вторичный рынок, который разделяется на два сегмента: в первом располагаются постоянные работники, которые трудятся полный день, но подверженные численной адаптации, т. е. увольняются и в случае необходимости принимаются вновь. Во втором сегменте этого круга находятся работники, работающие по краткосрочным контрактам, частично занятые, ученики и аналогичные категории.

### 3. Модель рынка труда с распределенными параметрами

Представленная модель отражает современную структуру совокупной рабочей силы. Однако она не учитывает движение работников между секторами рынка труда. Дополним эту модель динамикой рабочей силы. Для начала введем и опишем следующие параметры:

- (1) Распределение заработной платы: стремясь сохранить высококвалифицированных, проверенных рабочих, находящихся в первичном секторе, предприниматели готовы платить им достаточно высокую заработную плату. Во вторичном же секторе дела состоят иначе, не сильно дорожа менее опытными и ценными кадрами, работодатели могут сильно экономить на их заработной плате.
- (2) Риски: по теории Дж. Аткинсона [4] люди, находящиеся в «ядре», в случае неблагоприятной конъюнктуры не могут быть уволены и даже быть подвержены какой-либо дискриминации, а соответственно, будучи уверенными в будущем формируют «средний класс», т.е. мы можем сказать, что сотрудники данного сектора фактически не подвержены рискам увольнения, в то время как с переходом во вторичный сектор значительно увеличивается вероятность увольнения, а, следовательно, и значительно возрастают и сами риски.
- (3) Легальность: как правило, первичный рынок является полностью легальным и, как следствие, социально защищенным. Во избежание утечки кадров сотрудников, являющихся



Рис. 1. Модель „концентрических колец“ рынка труда по Дж. Аткинсону

важными для процесса производства, работодатели не будут ущемлять их права, идя против закона. Частично теневые (нелегальные) отношения более характерны для вторичного рынка труда, где происходят нарушения, например, Трудового кодекса (невыплата больничных листов, пособий, неоплачиваемый отпуск и т.д.). Не боясь расстаться с сотрудниками периферии, предприниматели могут позволить себе экономить на их содержании.

Таким образом, мы добавляем в модель Дж. Аткинсона динамику движения рабочей силы, распределение уровня заработной платы и характеристики рабочих мест для различных секторов рынка труда. Пусть распределение заработной платы  $w$  в  $i$ -ом секторе рынка труда характеризуется плотностью распределения  $f_i(w)$ . Ожидается, что заработная плата для вторичного рынка, как правило, меньше, чем для первичного. Поскольку не существует жесткой границы между секторами рынка труда, то максимальная заработная плата для вторичного сектора может быть больше минимальной для первичного. В качестве параметра распределения для вторичного рынка труда выберем 90% квантиль. Граница  $w_0$  характеризует политику фирм при приеме на работу и связана в том числе с легальностью бизнеса. Разница  $w_0$  для легального и нелегального бизнеса показывает долю социального налога, передаваемого работником и характеризует эластичность предложения труда. Добавив в модель Дж. Аткинсона динамику, мы будем говорить о межсекторном перемещении сотрудников. Низкоквалифицированные, неопытные рабочие, в том числе слабозащищенные могут претендовать лишь на места вторичного сектора.

Введем обозначения:

$q_{02}$  — интенсивность трудоустройства рабочей силы во вторичный сектор (низкоквалифицированные, неопытные рабочие, в том числе слабозащищенные, которые по ряду причин не могут сразу попасть в первичные сектор);

$q_{20}$  — увольнение работников вторичного сектора, подверженных численной адаптации, связанной с неблагоприятными изменениями конъюнктуры;

$q_{12}$  — интенсивность перехода сотрудников из первичного во вторичный сектор, вызванного неблагоприятными изменениями конъюнктуры за счет функциональной адаптации;

$q_{21}$  — интенсивность перехода рабочей силы из вторичного в первичный сектор, за счет повышения квалификации и опыта работы (рис. 2).



Рис. 2. Модель «концентрических колец» рынка труда с учетом динамики рабочей силы.

## 4. Анализ рынка труда в Переславле-Залесском

### 4.1. Положение слаботзащищенных

Проверим данную модель на примере рынка труда города Переславля-Залесского, для которого характерно усиление напряженности для отдельных категорий людей: женщин, инвалидов, лиц, ищущих работу впервые и т.д. (т.е. речь как раз идет о слаботзащищенных слоях населения). На данный момент по результатам статистических исследований среди безработных граждан 53% составляют женщины, 30% — молодежь (в возрасте от 16 до 29 лет), 18% — лица предпенсионного возраста. Для примера рассмотрим состав безработных по полу (рис. 3), из которого отчетливо видно, что наибольшее число безработных приходится на женщин.

Подобная тенденция наблюдается и в случае сокращения штата, и этот показатель лишь увеличивается. Так, если в 2007 году среди высвобожденных работников 54,5% приходилось на женщин, то на начало 2009 года этот показатель уже равен 62,5%.

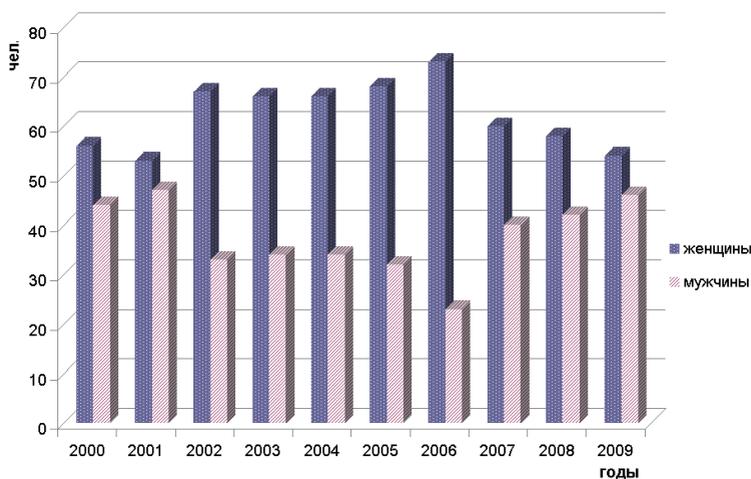


Рис. 3. Изменение состава безработных граждан по полу

ТАБЛИЦА 1. Профессии с наибольшим риском увольнения

Должность	Человек	%
Контролер КПП	19	23,2
Машинист насосных установок	11	13,5
Бухгалтер	6	7,4
Водитель автомобиля	5	6,1
Сторож	5	6,1
Отделочник кинофотоматериалов	5	6,1
Охранник	4	4,8
Дежурный по общежитию	4	4,8
Продавец непродовольственных товаров	4	4,8
Другие	19	23,2

Как уже говорилось, неблагоприятные изменения конъюнктуры рынка более сильно отражаются на вторичном рынке труда и, соответственно, затрагивают низкоквалифицированных, неопытных рабочих, низшие категории служащих и т.д. В условиях кризиса наш город не стал исключением, в таблице 1 приведены профессии людей, оставшихся без работы (данные за февраль-март 2009 года) [5].

Как видно из представленной таблицы, в условиях кризиса в первую очередь пострадали работники вспомогательного состава.

Предприятия стараются сохранить основной кадровый потенциал, поэтому под сокращения попали пенсионеры (37% от числа высвобожденных), лица предпенсионного возраста (25%), женщины (68%) и работники вспомогательного состава (контролеры КПП, сторожа). одновременно с этим на 31% увеличилось и количество высвобожденных работников, в то время как спрос на рабочую силу сократился почти в три раза (см. рис. 4).

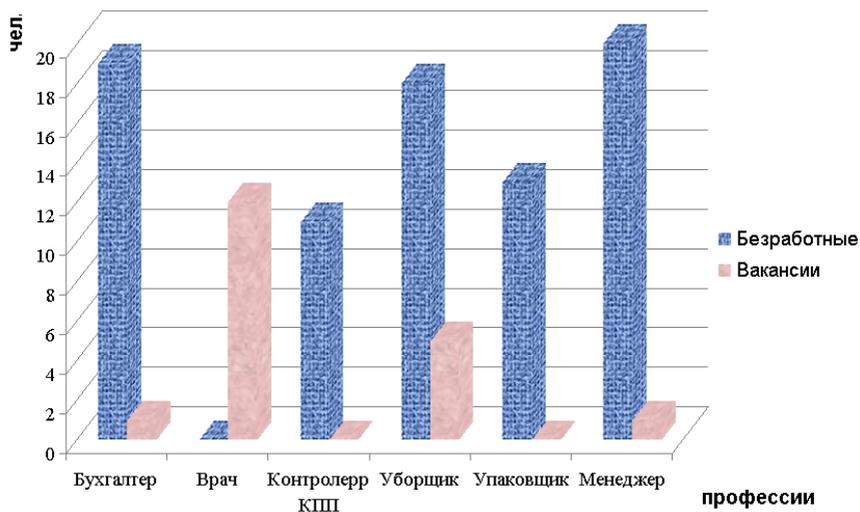


Рис. 4. Спрос и предложение рабочей силы

## 4.2. Граница слабозащищенности

Кроме того, при анализе рынка труда требуется учитывать его неоднородность, так как усредненные показатели искажают реальное состояние рынка. Зароботная плата не совпадает с подушевым доходом. Для модели были собраны и проанализированы данные, взятые с центра занятости, а также получены путем опроса фирм и жителей города<sup>1</sup> (таблица 2).

<sup>1</sup> Опрос жителей города проводился в июле 2008 года, а опрос фирм – с ноября 2008 по январь 2009.

- (1) Опрос предприятий: были собраны данные о том, какую заработную плату готовы предложить работодатели людям, впервые появившимся на рынке труда, т.е. молодежи (являющейся одним из представителей слабозащищенных слоев населения). Выборка составила 164 предприятия города из 227 (рассмотрены промышленные предприятия<sup>2</sup>, предприятия розничной торговли, в том числе сотовая и цифровая техника, а также организации автоперевозки).
- (2) Данные с биржи труда: на бирже труда была получена информация о вакансиях и заработной плате, предлагаемой предприятиями нашего города людям, стоящим на учете в Центре занятости, не имеющим достаточного опыта и стажа работы. Выборка составляет 178 человек, нашедших работу через центр занятости из 333 безработных города, стоящих на учете в службе занятости (данные на конец декабря 2008 года).
- (3) Опрос жителей города: данные о средних доходах населения были взяты с анкетирования, проводимого компанией Meotec-development, в ходе которого было опрошено 554 человека.

<sup>2</sup> Рассмотрено производство мебели, пищевых продуктов, включая напитки и табак, химическое производство, а так же текстильное и швейное

ТАБЛИЦА 2. Статистические характеристики рядов данных (руб.)

	Медиана	90% квантиль	Среднее значение
Опрос предприятий	8500	11500	8370
<i>из них:</i>			
<i>легальное трудоустройство</i>	8000	10500	8300
<i>частично легальное трудоустройство</i>	8500	11000	8530
Данные с биржи труда	6000	12000	6842
Опрос жителей города	10754	23659	13686
Данные из службы статистики	...	...	13851

Полученные данные позволяют найти корреляционную зависимость между сегментом рынка труда, к которому относятся трудоустроенные жители города, и заработной платой. Распределение заработной платы существенно зависит от сегмента рынка труда. 90% квантиль для слабозащищенного слоя населения соответствует заработной плате 10500 рублей в месяц. Эту величину можно считать границей слабозащищенного слоя. Она соответствует подушевому доходу равному 7323 рублей в месяц на одного человека.

### 5. Конкуренентоспособность слабозащищенных страт населения

Сегментация рынка труда и уязвимость слабозащищенных слоев населения является актуальной проблемой. На примере нашего города можно убедиться в том, что наибольшие трудности в поисках работы испытывают женщины, люди предпенсионного возраста, молодежь. Аналогичная картина наблюдается и в Ярославской области, и по России в целом. В течение 2008 года в органы службы занятости Ярославской области за содействием в трудоустройстве обратилось 67,3 тыс.чел. Среди обратившихся в поиске работы женщины составляют 53,7% (в 2007 году — 53,9%), молодежь в возрасте 14–29 лет — 44,6% (41,3%). В таблице 3 представлены данные Федеральной службы по труду и занятости [6].

ТАБЛИЦА 3. Численность безработных

	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Численность безработных, тыс. человек	1037,0	1499,7	1638,9	1920,3	1830,1	1742,0	1553,0
<i>Из их числа:</i>							
<i>женщины</i>							
<i>тыс. человек</i>	714,8	1012,6	1106,2	1272,6	1199,5	1132,5	982,7
<i>процентов</i>	68,9	67,5	67,5	66,3	65,5	65,0	63,3

То есть можно говорить о слабой конкурентоспособности этих категорий граждан на рынке труда, а следовательно необходимо повысить интерес к ним со стороны государства. Возьмем, к примеру, молодежь: несмотря на то, что она является самой трудоспособной частью экономически активного населения, все-таки испытывает

значительные трудности в поиске работы. Для поддержки молодежи в жестких условиях рынка труда разрабатываются различные программы социальной адаптации. Такие программы составляют и утверждают структуры, осуществляющие государственную политику в сфере содействия занятости молодежи (службы занятости, комитеты по делам молодежи, биржи труда, фонды занятости молодежи и прочие структурные организации). В идеальном варианте следует активизировать деятельность отвечающих за профобучение государственных структур и, привлекая незанятую молодежь, необходимо организовать эффективную подготовку профессионального обучения молодых специалистов, а также проводить опережающую профориентацию выпускников с целью повышения их квалификации и конкурентоспособности на рынке труда.

## 6. Заключение

Современное состояние рынка труда и его сегментная оценка требуют методологического подхода к типологии с позиций конкурентоспособности различных категорий граждан на рынке труда. В соответствии с этим признаком необходимо выделить «категории повышенного риска», которые и могут считаться слабозащищенными на рынке труда. Например, молодежь и женщины выделены в большинстве исследований по данной тематике как особые категории весьма условно, тогда как их положение в сфере занятости требует придания определенного статуса, позволяющего формировать целевые программы регулирования занятости этих групп населения. Возможно стоит на основе оценки положения слабозащищенных категорий населения (молодежь, женщины) на рынке труда внести необходимые коррективы в механизм их социальной адаптации применительно к сфере занятости (снижение уровня безработицы, профессиональное обучение, переквалификация, трудоустройство) [7].

## Список литературы

- [1] Адамчук В. В. Экономика и социология труда. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ, 2003. — 416 с. ↑1
- [2] Шубвинкова Е. В. (Миргород Е.Е.) Экономика труда. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Российская экономическая академия, 2003. — 315 с. ↑2
- [3] Браверман Э. М. Неравновесные модели экономических систем. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1997. — 351 с. ↑2
- [4] Дадаян В. М. Глобальные экономические модели. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1991. — 456 с. ↑2, 2

- [5] Центр занятости населения города Переславля-Залесского. ↑4.1
- [6] Федеральная служба государственной статистики. ↑5
- [7] Карпенко Т. И. Институт проблем занятости РАН. ↑6

O. S. Ivanova. *Analysis of state of labour-market in Pereslavl-Zalessky accounting distribution of wage* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 273–284. (*in Russian*).

ABSTRACT. The differentiation of labour-market is investigated in this paper. A model of two-staged labour-market is represented. To analyze the state of labour-market in Pereslavl-Zalessky we used statistic data obtained from the Plaument Service.

Р. Г. Канайкин

## **Анализ состояния дебиторской и кредиторской задолженностей ООО «Реамол»**

Научный руководитель: преподаватель Н. М. Зубкова

Аннотация. В работе рассмотрен финансовый анализ дебиторской и кредиторской задолженности. Раскрыто понятие и сущность дебиторской и кредиторской задолженности. Проанализирована дебиторская и кредиторская задолженности на примере ООО «Реамол».

### **1. Введение**

В работе рассмотрен финансовый анализ дебиторской и кредиторской задолженности. Это одна из актуальных тем на современных предприятиях. Прежде всего это связано с растущим влиянием внешней среды на работу предприятий. Финансовое состояние хозяйствующих субъектов существенно зависит от внешних экономических процессов, надежности контрагентов (поставщиков и покупателей), усложняющихся организационно-правовых форм функционирования.

Дефицит денежных средств, а также неплатежеспособность многих предприятий, сделали вопросы работы с дебиторами одними из главных в перечне функций финансовых менеджеров.

Целью работы является изучение методик анализа дебиторской и кредиторской задолженностей, проведение исследования состояния дебиторской и кредиторской задолженностей на примере ООО «Реамол», исследование и поиск возможных резервов повышения эффективности работы предприятия на основе анализа состояния дебиторской и кредиторской задолженностей.

ООО «Реамол» осуществляет следующие виды деятельности: реализация молочных и кисломолочных напитков; посредническая и дистрибьютерская деятельность.

Дебиторская задолженность возникает в результате использования безналичных форм взаиморасчетов с хозяйствующими партнерами. Это обуславливает временную задержку между моментом возникновения дебиторской задолженности и ее погашением, так как

безналичный расчет требует времени прохождения по банковским счетам. Дебиторская задолженность означает изъятие средств из оборота и использование их дебиторами, но она не всегда является следствием недочетов в хозяйственной деятельности.

Кредиторская задолженность характеризует вовлечение средств в оборот, но значительное ее превышение над дебиторской задолженностью говорит о неплатежеспособности предприятия.

Анализ дебиторской и кредиторской задолженности имеет особое значение в периоды инфляции и мирового финансового кризиса, когда такая иммобилизация собственных оборотных средств становится особенно невыгодной.

## **2. Анализ состояния, динамики и структуры дебиторской задолженности**

Проведем исследование состояния, динамики и структуры дебиторской задолженности на ООО «Реамол». Проанализируем три года: 2005 — 2007 годы. На анализируемом предприятии дебиторская задолженность за 2005 год составила — 4535 тыс. руб., за 2006 год — 7703 тыс. руб., за 2007 год — 10329 тыс. руб.

Значительный удельный вес дебиторской задолженности в составе оборотных активов определяет их особое место в оценке оборачиваемости оборотных средств. На величину дебиторской задолженности в балансе влияют:

- Общий объем реализации и доля в ней реализации на условиях последующей оплаты. С ростом выручки, как правило, растут и остатки дебиторской задолженности.
- Условия расчетов с покупателями и заказчиками. Чем более льготные условия расчетов предоставляются покупателям (увеличение сроков погашения, снижение требований по оценке надежности дебиторов и др.), тем выше остатки дебиторской задолженности.
- Политика взыскания дебиторской задолженности — чем активнее предприятие во взыскании дебиторской задолженности, тем меньше ее остатки и тем выше «качество» дебиторской задолженности.
- Платежная дисциплина покупателей.

Объективными причинами, определяющими платежную дисциплину покупателей и заказчиков, следует назвать общее экономическое состояние тех отраслей, к которым они относятся. Кризисное состояние экономики, массовые неплатежи значительно затрудняют своевременность расчетов, приводят к росту остатков неоплаченной продукции.

Субъективные причины определяются условиями предоставления кредита и мерами, которые предпринимает предприятие по взысканию дебиторской задолженности:

- чем более льготные условия предоставления кредита, тем ниже платежная дисциплина дебиторов;
- качество анализа дебиторской задолженности и последовательность в использовании его результатов.

В период 2005 — 2007 гг. ООО «Реамол» занималось только одним видом деятельности — оптовой торговлей кисломолочными напитками.

По состоянию на 1 января 2008 г. дебиторская задолженность в ООО «Реамол» составила 10329 тыс. руб., что выше аналогичного показателя за 2006 год на 2626 тыс. руб. и на 5794 тыс. руб. по сравнению с 2005 годом, в том числе задолженность покупателей и заказчиков 10221 тыс.руб.

Графически динамику дебиторской задолженности за анализируемый период рассмотрим на рис. 1.

К концу 2005 года сумма остатка дебиторской задолженности возросла на 2144 тыс. руб. Это, с одной стороны, негативный фактор, так как данные суммы оказались извлеченными из оборота предприятия, с другой, — позитивный, потому что доля просроченной задолженности в общем объёме долга незначительна, соответственно деньги при наступлении окончания оговоренного в договоре срока платежа своевременно поступят в организацию.

В 2006 году дебиторская задолженность значительно увеличилась — на 3168 тыс. руб. Это связано с увеличением объема реализации кисломолочных напитков и ростом отсрочки платежа. Этот метод регулирования системы оплаты товара позволяет привлечь новых покупателей. ООО «Реамол» заинтересовано в том, чтобы его продукция была узнаваема в различных регионах нашей страны и за рубежом.

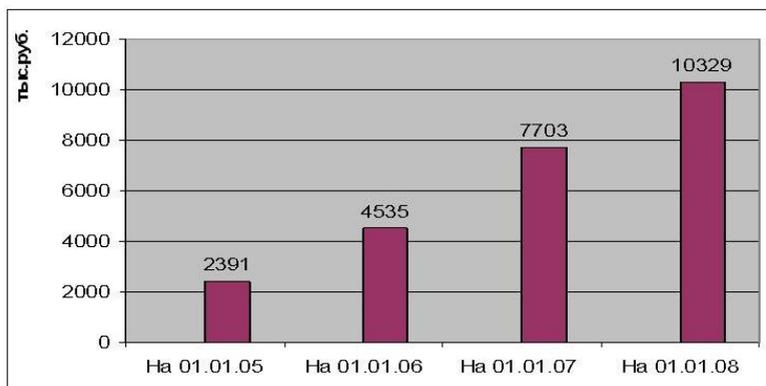


Рис. 1. Динамика дебиторской задолженности ООО «Реамол» в 2005-2007 гг.

В таблице 1 приведен анализ состава и движения дебиторской задолженности за 2007 год.

ТАБЛИЦА 1. Анализ состава и движения дебиторской задолженности ООО «Реамол» за 2007 год

Наименование показателя	На начало отчётного года		На конец отчётного года		Темп роста остатка, %	Отклонение остатка, тыс. руб.
	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %		
1. Дебиторская задолженность всего	7703	100,0	10329	100,0	134,1	2626
2. Дебиторская задолженность в течение 12 мес.	7703	100,0	10329	100,0	134,1	2626
в том числе покупатели и заказчики	6951	96,2	10221	94,0	147,0	3270

Дебиторская задолженность свыше 12 месяцев на предприятии не наблюдалась.

Данные таблицы 1 показывают увеличение дебиторской задолженности в 2007 году по сравнению с предыдущим годом на 2626 тыс.

руб. Темп роста дебиторской задолженности в данном периоде составил 134,1%. Это не очень хороший показатель, даже если учитывать интерес фирмы в увеличении отсрочки платежа с целью расширения клиентской базы. Но положительным является то, что фирма активно ведёт продажи, осуществляя при этом не только закупку товара для перепродажи, но и оборудования для перспективного развития производственной деятельности.

Таким образом, проанализировав величину дебиторской задолженности по годам, можно сделать вывод о её непрерывном увеличении, что должно заставить организацию задуматься над системой регулирования оплаты продукции. Несмотря на ранее указанные положительные факторы, необходимо сократить число неплатёжеспособных клиентов, у которых наименьшие возможности продвижения товара фирмы. И здесь, как и в любой другой отрасли, должна осуществляться конкурентная борьба.

Анализ структуры дебиторской задолженности дает четкую картину состояния расчетов с покупателями и позволяет выявить просроченную задолженность. Кроме того, он в значительной степени облегчает проведение инвентаризации состояния расчетов с дебиторами, благодаря чему становится возможным оценить активность предприятия во взыскании дебиторской задолженности и ее «качество».

Для целей внутреннего анализа предприятия сами решают этот вопрос с учетом конкретно сложившейся ситуации и имеющейся практики расчетов.

На основании исходных данных о величине отгруженной продукции и ее оплате, могут быть рассчитаны средние проценты оплаты по месяцам и определен средний процент остающейся неоплаченной продукции за период, как это приведено в таблице 2.

Проведем данный анализ на примере 2007 года. В этом году дебиторская задолженность была максимальной и была связана с основной деятельностью предприятия, возникла она по расчетам с покупателями.

В данном случае под отгрузкой понимается объем реализации продукции в кредит, т.е. лишь часть кредитового оборота счета «реализация продукции, работ, услуг». Сумма предварительной оплаты в расчет не включается.

В качестве анализируемого периода рассматривается одно полугодие. Исходя из динамики показателей отгрузки продукции и ее

ТАБЛИЦА 2. Анализ дебиторской задолженности по срокам погашения за 2007 год (тыс. руб.)

Наименование месяца оплаты	Отгрузка	Оплата	% оплаты к отгрузке
Январь	4783	3806	79,6
Февраль	4305	3930	91,3
Март	5180	5165	99,7
Апрель	6850	5287	77,2
Май	8576	9233	107,7
Июнь	9652	11551	119,7

оплаты делались выводы о проценте отгруженной продукции, остающейся неоплаченной. Очевидно, чем больший временной период используется для определения среднего процента неоплаченной дебиторской задолженности, тем надежнее будут результаты. По имеющимся данным, процент продукции, оплаченной в месяц отгрузки, в январе составляет 79,6 %, в феврале — 91,3 %, в марте — 99,7 %. Из таблицы видно, что с ростом продаж увеличивается и сумма платежа за отгруженную продукцию, что является положительным фактором. Реализация кисломолочных напитков — это сезонная продукция, поэтому, уже начиная с апреля месяца, наблюдается значительное увеличение отгрузок, и темп роста платежей за товар опережает темпы роста продаж.

Средний процент оплаченной дебиторской задолженности за период составил 95,9 %, а неоплаченной соответственно — 4,1 % (100% — 95,9%). Тогда, при оценке «качества» дебиторской задолженности и выявлении в ее составе труднореализуемой, балансовая величина задолженности покупателей умножается на средний процент неоплаченной продукции.

При этом применяются два основных подхода: либо устанавливается процент отношения сомнительной задолженности в истекших периодах к общей величине дебиторской задолженности, либо рассчитывается соотношение неоплаченной сомнительной задолженности и общего объема продаж. Тот или иной способ расчета величины сомнительной дебиторской задолженности определяется профессиональным суждением бухгалтера (финансового менеджера) и является одним из аспектов учетной политики.

Оценка величины резерва по сомнительным долгам будет наиболее точной, если она основана на данных о времени просрочки платежей на дату составления баланса и вероятностных прогнозах погашения дебиторской задолженности.

Использование подхода, основанного на установлении процента сомнительной дебиторской задолженности от объема продаж, объясняется тем, что убытки от списания безнадежных долгов участвуют в формировании финансового результата и определение данного показателя является элементом структурного анализа отчета о прибылях и убытках.

Для дальнейшего анализа дебиторской задолженности рассчитаем показатели доли дебиторской задолженности в общем объеме активов организации (таблица 3).

ТАБЛИЦА 3. Анализ состояния дебиторской задолженности ООО «Реамол» в 2005–2007 годах

Наименование показателя	Сумма, тыс. руб.			
	На 01.01.05	На 01.01.06	На 01.01.07	На 01.01.08
1	2	3	4	5
Дебиторская задолженность, всего (тыс. руб.)	2391	4535	7703	10329
Сумма текущих активов организации	2605	5164	9714	13419
Доля дебиторской задолженности в общем объеме активов, %	91,8	87,8	79,3	76,9

Из проведенного анализа видно, что доля дебиторской задолженности в общем составе текущих активов на конец анализируемого периода была значительной, но в динамике за 3 года наметилась тенденция к её снижению, что связано с приобретением ООО «Реамол» оборудования для начала собственной производственной деятельности. Это положительный фактор, который в перспективе ещё более утвердится наряду с гибкой системой регулирования дебиторской задолженности, учитывая, что с каждым годом она становится более совершенной.

### 3. Анализ состояния, динамики и структуры кредиторской задолженности

Методика анализа состояния, динамики и структуры кредиторской задолженности аналогична методике анализа дебиторской задолженности.

Анализ проводится по данным аналитического учета расчетов с поставщиками, расчетов с прочими кредиторами.

Рассмотрим графически динамику кредиторской задолженности за анализируемый период (рис. 2)

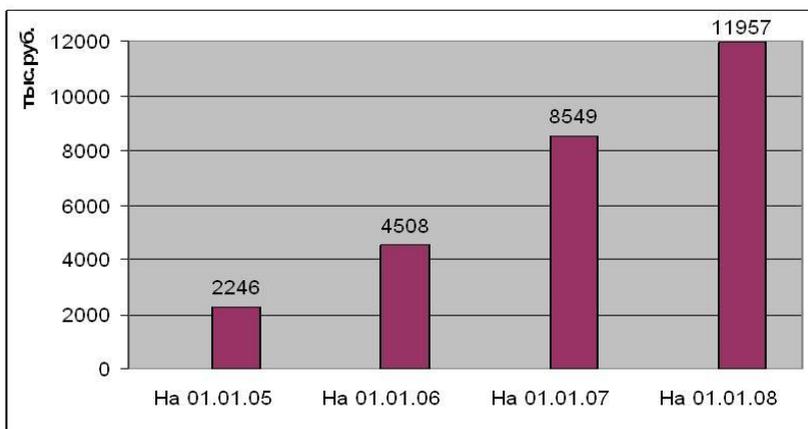


Рис. 2. Динамика кредиторской задолженности в 2005–2007 гг.

В 2005 году темп роста кредиторской задолженности составил 200,7%, что в абсолютной величине составляло 2262 тыс. руб., в том числе по поставщикам 201,2%, или 2062 тыс. руб. Этот показатель отрицательно характеризует работу предприятия, что вызвано в свою очередь интенсивным ростом дебиторской задолженности.

В 2006 году сумма кредиторской задолженности увеличилась на 4041 тыс. руб., в том числе задолженность по займам и кредитам на 6855 тыс. руб., что составляет основную долю в общем удельном весе кредиторской задолженности. Это связано с привлечением средств для закупки оборудования с целью приобретения собственных производственных мощностей и для расчётов с основными поставщиками

продукции за товар. Задолженность перед поставщиками сократилась на 2475 тыс. руб., что в удельном весе общей кредиторской задолженности составило 19,0% и является положительным фактором.

В таблице 4 приведен анализ состава и движения кредиторской задолженности за 2007 год.

ТАБЛИЦА 4. Анализ состава и движения кредиторской задолженности ООО «Реамол» в 2007 году

Наименование	Остаток на начало периода		Остаток на конец периода		Темп роста остатка, %	Отклонение остатка, тыс. руб.
	сумма, тыс.руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %		
1	2	3	4	5	6	7
1. Кредиторская задолженность, всего	8549	100,0	11957	100,0	139,9	3408
- поставщики и подрядчики	1624	19,0	5603	46,9	345,0	3979
- задолженность перед бюджетом	25	0,3	4	0,0	16,0	-21
- займы и кредиты	6855	80,2	6350	53,1	92,6	-505
- прочие кредиторы	45	0,5	-	-	-	-45

Кредиторская задолженность свыше 12 месяцев на предприятии не наблюдалась. Данные таблицы 4 показывают, что в 2007 году наибольший удельный вес в составе кредиторской задолженности на конец периода составляют займы и кредиты — 53,1 %, почти наравне с задолженностью перед поставщиками и подрядчиками — 46,9 %. Данные показатели значительно отличаются от аналогичных показателей на начало отчётного периода, что говорит о структурном изменении кредиторской задолженности. Ту задолженность, которую удалось получить от продажи товаров, руководство решило в большей степени направить на погашение кредитов с целью не переплачивать лишние проценты. А на снижение задолженности перед поставщиками пересмотрена система урегулирования задолженности за

счёт снижения отсрочки платежа с клиентами, у которых уже налажена система сбыта продукции ООО «Реамол». К тому же платежи в организацию поступают в сезон продаж более активно за счёт увеличения выручки.

#### 4. Заключение

В работе проведен анализ дебиторской задолженности по срокам образования, т.к. продолжительные неплатежи надолго отвлекают средства из хозяйственного оборота.

Проанализировав величину дебиторской задолженности в рассматриваемом периоде по годам, можно сделать вывод о её непрерывном увеличении, что должно заставить организацию задуматься над системой регулирования оплаты продукции. Несмотря на ранее указанные положительные факторы, необходимо сократить число неплатёжеспособных клиентов, у которых наименьшие возможности продвижения товара фирмы. И здесь, как и в любой другой отрасли, должна осуществляться конкурентная борьба.

Составные показатели кредиторской задолженности на конец анализируемого периода значительно отличаются от аналогичных показателей на начало отчётного периода, что говорит о структурном изменении кредиторской задолженности. Ту задолженность, которую удалось получить от продажи товаров, руководство решило в большей степени направить на погашение кредитов с целью не переплачивать лишние проценты. А на снижение задолженности перед поставщиками пересмотрена система урегулирования задолженности за счёт снижения отсрочки платежа с клиентами, у которых уже налажена система сбыта продукции ООО «Реамол». К тому же платежи в организацию поступают в сезон продаж более активно за счёт увеличения выручки.

В целом, по управлению дебиторской и кредиторской задолженностью предприятию можно дать следующие рекомендации:

- контролировать состояние расчетов с покупателями по отсроченной (просроченной) задолженности;
- по возможности ориентироваться на большее число покупателей, чтобы уменьшить риск неуплаты одним или несколькими крупными покупателями;

- следить за соотношением дебиторской и кредиторской задолженности: значительное преобладание дебиторской задолженности создает угрозу финансовой устойчивости предприятия и делает необходимым привлечение дополнительных (как правило дорогостоящих) средств, дополнительных источников финансирования для погашения возникающей кредиторской задолженности; превышение кредиторской задолженности над дебиторской может привести к неплатежеспособности предприятия;
- предоставлять скидки при досрочной оплате: в условиях финансового кризиса любая отсрочка платежа приводит к тому, что предприятие-производитель (продавец) реально получает лишь часть стоимости реализованной продукции, поэтому возникает необходимость оценить возможность предоставления скидки при досрочной оплате;
- расширить систему авансовых платежей: в условиях финансового кризиса всякая отсрочка платежа приводит к тому, что организация реально получает лишь часть стоимости выполненных работ;
- своевременно выявлять недопустимые виды дебиторской и кредиторской задолженностей.

### Список литературы

- [1] Басовский Л.Е., Басовская Е.Н. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 366 с. ↑
- [2] Донцова Л.В., Никифорова Н.А. Анализ финансовой отчетности: учебник. — 3-е изд. — М.: Изд-во «Дело и сервис», 2005. — 368 с. ↑
- [3] Ерофеева В.А, Клушанцева Г.В. Бухгалтерская (финансовая) отчетность. — М.: Юрайт-Издат, 2005. — 368 с. ↑
- [4] Форма №1 «Бухгалтерский баланс» ООО «Реамол». ↑
- [5] Форма № 2 «Отчет о прибылях и убытках» ООО «Реамол». ↑

R. G. Kanaykin. *Analysis of state accounts receivable and accounts payable at ООО "Reamol"* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 285–295. (*in Russian*).

ABSTRACT. In the work analysis of accounts receivable and accounts payable are described. The idea and essence of accounts receivable and accounts payable are opened. The accounts receivable and accounts payable are analysed on example of ООО "Reamol".

Ю. А. Кириллова

## **Финансирование дошкольных образовательных учреждений**

Научный руководитель: к.э.н. В. В. Лучшева

Аннотация. В данной работе рассматривается система финансирования муниципального дошкольного образовательного учреждения. Анализируются направления расходования бюджетных и внебюджетных средств.

### **1. Введение**

Дошкольное образование занимает одну из главных ролей в образовании человека, так как именно в детских дошкольных учреждениях формируются у детей навыки общения, активизируется развитие речи, физическое развитие и подготовка к дальнейшему обучению. Система финансирования дошкольного образования является в основном государственной. Это означает, что основными источниками финансирования дошкольного образования являются государственный (федеральный и региональный) и муниципальный бюджет. Но поскольку роль федерального бюджета как источника денежных средств очень мала, то дошкольные образования в большинстве финансируются из местных бюджетов и бюджетов субъектов Российской Федерации. В основе распределения бюджетных средств между образовательными учреждениями лежит принцип финансового обеспечения функционирования учреждения, т.е. финансирование его способности обучать определенное число детей и содержать находящиеся в нем материальные объекты.

### **2. Бюджетное финансирование**

Муниципальное дошкольное образовательное учреждение Купанский детский сад «Теремок» является садиком Переславского района и относится к так называемой Брембольской зоне, в которую помимо Купанского садика входят Брембольский детский сад «Колосок», Кичибухинский детский сад «Радуга», Филимоновский детский сад.

МДОУ Купанский детский сад «Теремок» — это некоммерческая организация, финансируемая бюджетом полностью или частично. Целью финансирования является обеспечение финансовыми ресурсами деятельности учреждения [1]. Из выше написанного определения можно выявить задачи, необходимые для обеспечения финансирования. К ним можно отнести:

- (1) определение целей, на которые должны направляться бюджетные средства;
- (2) планирование расходов бюджетов на образование;
- (3) обеспечение контроля за направлением средств на определенные цели;
- (4) обеспечение правильного расходования средств;
- (5) обеспечение эффективного расходования средств.

Перечисленные задачи разделяются на 4 основные группы:

- (1) целеполагание;
- (2) планирование;
- (3) расходование средств в соответствии с целями и планом;
- (4) контроль за расходованием средств.

Поскольку основным источником финансирования образования является бюджет (государственный и муниципальный), то и финансирование образования определяется следующими факторами:

- системой государственных и иных органов, участвующих в процессе финансирования образования;
- процедурой разработки прогнозов потребности в бюджетных средствах, проектов расходной части бюджетов для финансирования образования;
- процедурой финансирования образования из бюджета.

На муниципальном уровне в финансировании участвуют:

- законодатели муниципального уровня;
- финансовые отделы;
- отделы народного образования;
- казначейства, банки, отделения банков;
- муниципальные образовательные учреждения (бюджетополучатели).

ТАБЛИЦА 1. Анализ источников и направления финансирования МДОУ Купанского детского сада «Теремок» 2008 год, в тыс.руб.

Показатель	Финансиров., всего	Бюдж.	Внебюдж.
Всего за год	3710,0	3582,7	127,3
На текущие расх.	2710,0	2582,7	27,3
На питание	382,4	25,1	127,3
Кап. ремонт	1000,0	1000,0	0

Определение перечня участников процесса финансирования образования и их основных функций позволяет представить обобщенную схему финансирования образования, которую можно в некотором смысле считать и схемой управления по функции «бюджетное финансирование». В неё входит несколько направлений деятельности участников процесса бюджетного финансирования образования:

- разработка проекта бюджета;
- внесение проекта бюджета на утверждение;
- принятие и утверждение бюджета;
- доведение утвержденного бюджета до участников процесса финансирования;
- исполнение бюджета.

Из запланированных денежных средств на 2008 год — 582,7 тыс. руб. — истрачено по казначейству 3349,16 тыс.руб., т.е. бюджет был исполнен на 93,5% Это обуславливается тем, что неизрасходованные денежные средства еще на уровне бюджетных ассигнований не были выданы в связи с тем, что в районной администрации не было денежных средств.

### 3. Внебюджетное финансирование

Внебюджетные средства являются важным дополнительным источником финансирования деятельности образовательных учреждений. Эти средства представляют собой доходы от различных видов деятельности, осуществляемых образовательными учреждениями. В таблице 1 приведены сведения об источниках финансирования. Внебюджетное финансирование в МДОУ Купанский детский сад «Теремок» реализуется в виде взимания платы с родителей за содержание детей в детском саду в сумме 400 руб.

Из таблицы 1 видно, что доля внебюджетного финансирования в общем объеме финансирования занимает 3,4%, а в финансировании питания детей детского сада — 33,3%. Это объясняется тем, что все денежные средства, полученные от родителей за посещение их детей детского сада, идут на питание.

Доходы от внебюджетной деятельности находятся в самостоятельном распоряжении образовательного учреждения. Расходовать их образовательное учреждение может самостоятельно. В МДОУ Купанский детский сад «Теремок» расходование доходов от внебюджетной деятельности идет непосредственно на питание детей. Внебюджетные доходы являются платой за оказанные муниципальным образовательным учреждением услуги, реализованные товары и (или) выполненные работы (за исключение пожертвований). Внебюджетные средства являются неналоговыми доходами бюджета и могут расходоваться только в порядке, предусмотренном для бюджетных средств, т.е. по смете, в которой не предусматривается получение прибыли. Полученные доходы должны возмещать понесенные образовательным учреждением затраты на осуществление деятельности, в результате которой эти доходы были получены. Выручка от реализации образовательным учреждением товаров, услуг является объектом обложения налогом на добавленную стоимость. Прибыль, полученная образовательными учреждениями по итогам осуществления внебюджетной деятельности, может использоваться ими самостоятельно только после уплаты налога. В настоящее время сумма бюджетного финансирования в основном обеспечивает потребление на содержание детского сада. Если внебюджетные средства получены не от родителей, а от спонсоров, то расходовать эти средства можно на иные цели, кроме питания, например на приобретение игрушек.

#### 4. Социальные аспекты семей в районе

МДОУ Купанский детский сад «Теремок» расположен в Переславском районе, село Купанское. Село Купанское достаточно большое село Переславского района, в нем проживает около 2010 человек (Таблица 2).

Основными работодателями в селе являются: МДОУ Купанский детский сад «Теремок», МОУ Купанская СОШ, ООО «Усолье», ООО «Гамма» (производство картона), ИП Соколов (производство калориферов), Купанская больница, Лесхоз. Заработная плата работающих колеблется от 5000 до 10000 тыс. руб. В МДОУ Купанский детский

ТАБЛИЦА 2. Структура населения села Купанское, чел.

Социальный статус	Численность
Всего населения	2010
Работающие	1310
Учащиеся средней школы	105
Дети дошкольного возраста	80
Пенсионеры	565
Неработающие	20

сад «Теремок» в 2008 году ходило 50 детей. Но поскольку ситуация в селе такая, что количество детей больше, чем мест в садике, то по приказу директора образования было решено открыть еще одну, четвертую группу в 2009 году. Для этого необходимо было дополнительно сделать ремонт помещения. В частности, необходимо было сделать следующее: провести ремонт канализации, окраску стен помещений, замену сантехники. Из областного бюджета были выделены денежные средства в сумме 1 млн.руб. В соответствии с Законодательством был проведен тендер на выполнение ремонтных работ, который выиграла фирма ООО БОСФОР «Родар». После завершения ремонта открылась четвертая группа. МДОУ Купанский детский сад начинает принимать детей с 1,5 лет. На данный момент (начало 2009 года) в детский сад ходит 68 человек, однако в селе проживают малыши, возраст которых не достиг 1,5 лет, их число составляет 17 человек. Для того чтобы садик смог в будущем принять этих детей, родителям приходится вставать в очередь. Плата за садик составляет 400 руб. в месяц, эта сумма почти вполнину меньше суммы за садики, которые находятся в самом городе Переславле-Залесском.

## 5. Вывод

Система финансирования дошкольного образования в настоящее время считается неэффективной по следующим причинам:

- финансирование осуществляется по жесткому выполнению сметы (основного планового документа, определяющего объем, целевое направление и поквартальное распределение денежных средств, выделяемых из бюджета);
- бюджетные средства распределяются по статьям, что не позволяет маневрировать ресурсами;

- усиленный надзор за расходованием денежных средств бюджета — необходимость обосновывать перед финансовыми и другими органами трату этих средств.

В таких условиях (недостатка бюджетных средств) возрастает роль внебюджетных источников финансирования, которые могут привлекаться дошкольными учреждениями.

### Список литературы

- [1] Беляков С. А. Финансирование системы образования. — М.: МАКС Пресс, 2006. — 304 с. ↑<sup>2</sup>
- [2] Федеральный Закон РФ от 13.01.96 №12-ФЗ О внесении изменений и дополнений в Закон РФ «Об образовании (ст.41)». ↑
- [3] Закон РФ «О государственном стандарте общего образования». ↑
- [4] Гражданский кодекс РФ (ст. 582 1,3,4; ст. 574). ↑

Yu. A. Kirillova. *Financing of pre-school educational institutions* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 296–301. (*in Russian*).

ABSTRACT. In this paper the system of financing municipal pre-school educational institution is considered. The directions of spending budgetary and off-budget means are analyzed.

Д. М. Левинсон

## Аудит информационной системы ЗАО «Челябинск-Восток-Сервис»

Научный руководитель: к.ф.-м.н. В. Н. Юмагужина

Аннотация. В статье описывается аудит информационной системы ЗАО «Челябинск-Восток-Сервис». Представлены обзор, выводы и рекомендации по структуре данного предприятия.

### 1. Введение

В каждой компании имеется три политики безопасности: одна зафиксирована на бумаге, вторая хранится в головах сотрудников, а третья непосредственно реализуется в сети. Цель аудита безопасности — объединить их и сохранить в этом состоянии. Оценка безопасности представляет собой тщательный анализ текущего состояния компании в отношении безопасности информации. Оценка — это не аудит; последний проводится для проверки соответствия имеющимся политикам и представляет очень подробное рассмотрение конкретной системы или сети. Аудиты безопасности периодически выполняются, чтобы сопоставить используемые методы работы с политикой безопасности компании и убедиться, что ожидаемые результаты достигнуты и меры безопасности эффективны. Аудиты безопасности можно планировать заранее с уведомлением, либо проводить их в форме имитации нештатных ситуаций для моделирования определенных событий. При проверке сети и связанной с ней инфраструктуры следует учесть несколько моментов. Наиболее важным из них является определение того, к чему есть доверие, и к чему доверия нет. Системы и службы, рассматриваемые как доверенные, представляют собой наиболее вероятные объекты незаконного проникновения и использования, так как объекты, не пользующиеся доверием, блокируются согласно установленным категориям. Если посмотреть на все в общем плане и понять, каким образом относятся друг к другу различные службы, можно предугадать вероятные пути атак. Аудитору приходится мыслить как хакеру, в то же время думая о стратегии

обеспечения безопасности. Это довольно трудная задача — вроде игры в шахматы с самим собой. Аудит безопасности — это детальная проверка состояния безопасности сети в сравнении с целями и задачами, определенными в политике безопасности. Его цель — проверить, что в информационной системе компании используются методы, соответствующие авторитетным рекомендациям, а также определить методы ведения бизнеса и технические уязвимости, подвергающие сеть опасности простоя, разглашения, потери конфиденциальной информации или повреждения данных. Полномасштабный аудит безопасности предусматривает проверку следующих факторов:

- **Избыточность.** Вся сеть может выйти из строя, если один из ее центральных компонентов даст сбой. Надежность сети повышается посредством установки избыточных каналов связи и оборудования.
- **Многоуровневая защита.** Сеть необходимо защищать от внешних атак одним уровнем защиты — межсетевым экраном, на котором установлено новейшее ПО. Второй уровень защиты от нецелевого использования или сетевых атак реализуется посредством установки ПО обнаружения вторжений как на межсетевом экране, так и на системах электронной коммерции.
- **Физическая безопасность.** Сетевые устройства и жизненно важные серверы должны размещаться в запираемых помещениях, и доступ к ним должен строго контролироваться.
- **Удаленный доступ.** Соединения виртуальных частных сетей (VPN) гораздо эффективнее с точки зрения стоимости и безопасности, чем доступ через телефонные линии и даже чем подключения к удаленным офисам. Они также позволяют дистанционным пользователям и специалистам по эксплуатации осуществлять доступ к сети через защищенный канал, обеспечивающий безопасность их паролей и полномочий доступа.
- **Корпоративная политика безопасности.** Корпоративная политика безопасности должна удовлетворять деловым целям компании, должны быть назначены руководящие сотрудники, ответственные за реализацию и доведение этой

политики до всех сотрудников. Она обновляется по мере изменения деловой среды. Также может быть назначен сотрудник, ответственный за отношения с партнерами по бизнесу, производителями и поставщиками с полными правами и ответственностью, а также с правом принятия решений по управлению объектами, связанными с информационными ресурсами компании. Оценка безопасности может проводиться в семи пересекающихся областях.

- **Интернет-безопасность.** Каким образом осуществляется управление и мониторинг внешних соединений?
- **Безопасность взаимоотношений между компаниями.** Каким образом осуществляется управление взаимоотношениями с клиентами и партнерами?
- **Безопасность внутренней сети.** Каким образом контролируется доступ внутри организации?
- **Предотвращение внештатных ситуаций и восстановление системы безопасности.** Какие шаги предпринимаются для предотвращения прерывания обслуживания жизненно важных систем?
- **Управление информационной безопасностью.** Каким образом осуществляется управление внутренними политиками и процедурами для обеспечения эффективности безопасности?
- **Управление персоналом в рамках обеспечения безопасности.** Каким образом осуществляется управление персоналом для обеспечения эффективности безопасности?
- **Средства контроля физического доступа.** Защищены ли жизненно важные информационные системы с физической точки зрения так же хорошо, как и с электронной?

Аудит безопасности помогает лучше понять угрозы и выявить уровень эффективности текущей защиты информационной системы. Результаты аудита должны быть представлены в подробном виде, чтобы руководство могло принять решения по улучшению контроля над рисками без дополнительных финансовых расходов. Успешный аудит безопасности предусматривает выполнение следующих задач:

- Определяется подверженность системы внешним атакам (например действиям хакеров из Интернета или несанкционированному доступу к модемам, факсимильным аппаратам и голосовой почте).
- Определяется подверженность внутренним угрозам, включая случайное и умышленное нецелевое использование.
- Проводится сопоставление политики безопасности с реально применяемыми в организации подходами к ее обеспечению. Если политика безопасности отсутствует, аудит поможет определить области, которым необходимо уделить внимание. В данном случае аудит называется оценкой.

В большинстве случаев тщательный аудит обнаруживает области, для которых теоретические положения и реальное состояние не совпадают. Для объектов, в которых наблюдается такое соответствие и которые удовлетворяют авторитетным рекомендациям, аудит обеспечивает проверку инфраструктуры безопасности компании и используемых подходов к ее обеспечению. Аудит безопасности сначала определяет, каково должно быть положение дел согласно используемым в данный момент подходам и рекомендациям, затем раскрывает непосредственное практическое положение дел, после чего сравнивает полученные данные с авторитетными рекомендациями. Процесс аудита состоит из трех этапов:

- Обзор имеющихся политик информационной безопасности и процедур в сравнении с авторитетными рекомендациями.
- Исследование применяемых на практике операционных процедур, включая диалоги с сотрудниками, инспекцию сайтов, а также сканирование внутренней и внешней сетей.
- Выявление уязвимостей и предоставление рекомендаций по их устранению.

Результаты правильно проведенного аудита безопасности должны включать:

- Отчет исполнительного директора, содержащий оценку безопасности организации и акцентирующий внимание на проблемах.
- Технический отчет, содержащий схему сети, результаты детализированного анализа уязвимостей, сгруппированные по серьезности, включая описание каждой уязвимости и конкретные инструкции по их устранению, а также сравнение

с авторитетными рекомендациями политик и процедур организации для рассмотрения этих вопросов в свете целей и задач бизнеса.

- Сопоставление текущих методов и подходов к работе с официальными политиками и авторитетными рекомендациями с рекомендациями по совершенствованию, распределенными по категориям согласно степени серьезности и потенциального ущерба.

Аудит безопасности может обнаружить уязвимые места системы:

- Межсетевые экраны, на которых установлены разные версии ПО или уровни обновления.
- Проблемы с ресурсами для межсетевых экранов.
- Сотрудники, устанавливающие личные веб-сайты.
- Внутренние узлы, открытые для воздействия из Интернета.
- Соединения с внешней сетью без аутентификации или контроля доступа.
- Проблемы, связанные с действием вирусов.
- Риски, связанные с резервным копированием, и вопросы контроля над изменениями.
- Администрирование и управление безопасностью.
- Удаленные мошеннические действия.
- Опасности нарушения физической защиты.
- Пиратское или нелегальное ПО.
- Программы по обмену мгновенными сообщениями.
- Клиенты распределенных сетей (P2P) и нарушения авторских прав.

Методы аудита включают беседы с сотрудниками, изучение файлов журналов и анализ уязвимостей посредством соответствующих программ, не использующих какие-либо средства взлома или атаки на отказ в обслуживании (DoS). Кто проводит аудит? Без участия независимой стороны есть риск ложного чувства защищенности в некоторых областях, умышленного игнорирования уязвимостей или негласных допущений, о которых может не знать руководство. С помощью стороннего аудитора можно получить большую пользу. Чтобы подготовиться к аудиту, можно выделить время для взаимодействия с ключевым персоналом, посоветоваться с аудитором и получить у сетевых администраторов схемы сети и данные о конфигурации устройств. В небольших компаниях аудит безопасности может

занять всего пять дней (два дня на исследование информационной среды, один — на проведение сканирования и анализа уязвимостей, и еще два — на экспертный анализ и составление отчетов). В более крупных компаниях он занимает больше времени. Аудит должен проводиться настолько часто, насколько это установлено правилами, так как с модификацией конфигурации изменяется инфраструктура. По прошествии недель или месяцев аудит может быть недействителен из-за изменений в информационной среде. В небольших компаниях достаточно проводить аудит раз в год, в то время как в более крупных организациях он необходим аудит раз в месяц. Также важно, чтобы результаты аудита принимались в расчет в периоды между проведением аудитов. Можно ли назвать аудит тестом на проникновение? Нет. Тест проникновения подразумевает использование хакерских утилит для проведения попыток получения доступа к системам через их известные уязвимости. Аудит — это процесс, сфокусированный на деловой среде предприятия, окружающей компьютерные системы; он включает сканирование сети, не предусматривающее попыток получения доступа к системам. При этом не должна нарушаться работа служб и данные не должны подвергаться риску. Тест проникновения может проводиться отдельно, но только после получения результатов аудита и выявления и исправления всех возникших неполадок. В результате аудита безопасности следует представить результаты в удобочитаемом формате, а также план действий, направленный на упрощение разработки новых проектов по устранению обнаруженных неполадок [1].

## 2. Постановка задачи

Цели и задачи аудита ИТ:

- Обследование существующей ИТ-инфраструктуры.
- Формальное описание существующей ИТ-инфраструктуры.
- Составление перечня аппаратного и программного обеспечения.
- Объединение имеющейся в наличии документации.
- Проведение анкетирования сотрудников.
- Обследование информационной структуры.
- Составление списка отсутствующего оборудования.
- Выявление проблемных мест в информационной сети.

- Сбор информации, жалоб и пожеланий от конечных пользователей по работе компьютеров, сети, оргтехники и программного обеспечения.
- Описание выявленных проблем в виде списка возможных рисков для бизнеса и предложение по их предупреждению.

### Структурная схема узла связи центрального офиса г.Челябинск

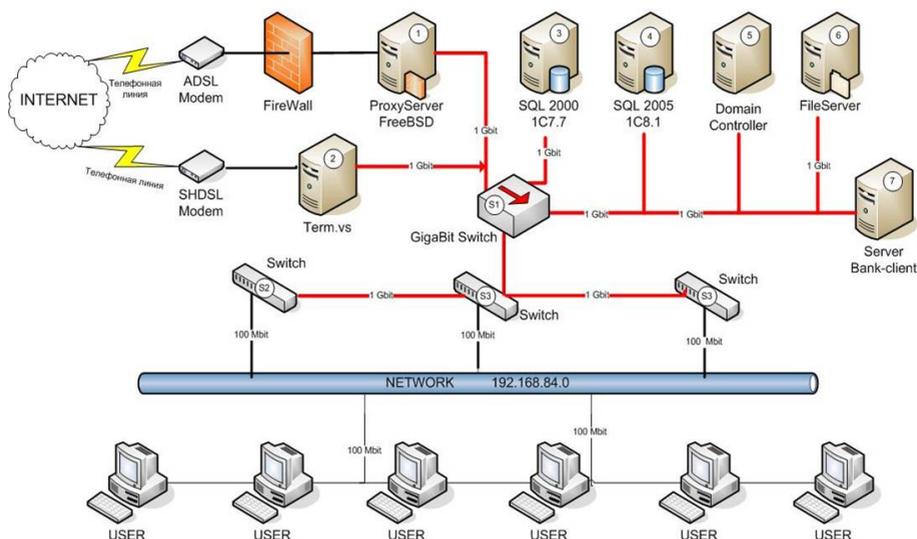


Рис. 1. Структурная схема узла связи центрального офиса г. Челябинск

## 3. Методы

### 3.1. Текущее положение системы ИТ. Обзор системы

Аудит информационной системы компании был проведен в период с 19.02.2008 по 22.02.2008. В результате проведенного осмотра информационной системы компании ЗАО «Челябинск-Восток-Сервис» были выявлены следующие структурные особенности:

- Распределенная сеть филиалов в городах Челябинской области.

- Распределенные информационные базы данных 1С v.7.7 и v.8.1.
- Центральный офис в г. Челябинске. Структурная схема узла связи представлена на рис. 1.
- Обособленное подразделение в г. Москве.
- Центральный склад г. Челябинске.
- Магазины в г. Челябинске.
- Использование технологий Microsoft Active Directory.
- Использование Интернет-технологий для информационного обмена.

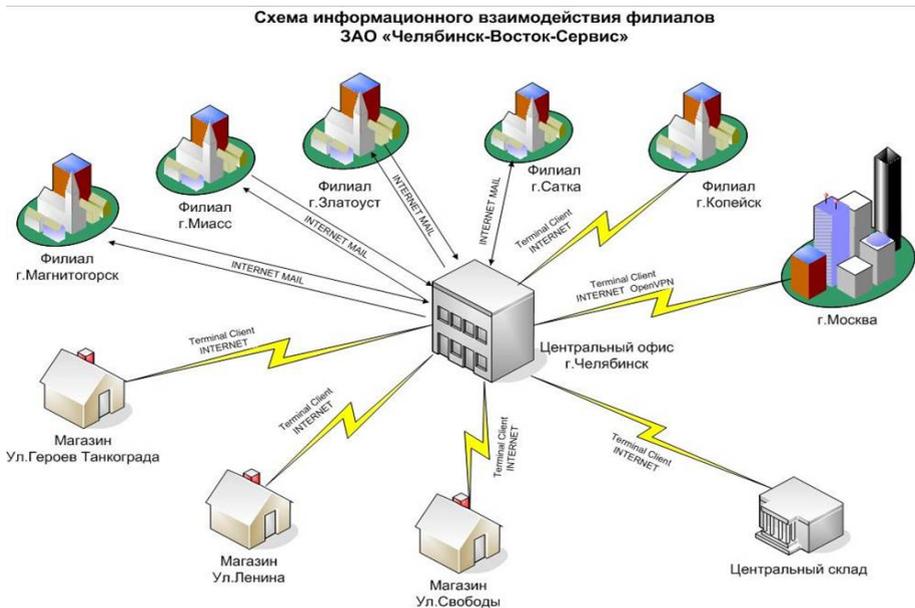


Рис. 2. Информационное взаимодействие филиалов ЗАО «Челябинск-Восток-Сервис»

### 3.2. Информационная структура компании

- **Центральный офис** — г. Челябинск ул. Потемкина 34-а.
- **Магазины** в г. Челябинске:  
(1) ул. Героев Танкограда 55;

- (2) пр. Ленина 23;
- (3) ул. Свободы 88.
- **Центральный склад** в г. Челябинске.
- **Филиалы в городах** (схема информационного взаимодействия представлена на рис. 2):
  - (1) г. Магнитогорск;
  - (2) г. Миасс;
  - (3) г. Златоуст;
  - (4) г. Сатка;
  - (5) г. Копейск.
- **Обособленное подразделение** в г. Москва.

### 3.3. Описание серверной комнаты

- Серверная комната находится на 2 этаже центрального офиса.
- Общая площадь комнаты 8 кв.м.
- Количество рабочих мест — 2 (ведущий системный администратор, помощник системного администратора).
- На правой стене от входа установлена миниАТС Panasonic.
- В комнате находится 7 серверов и две рабочие станции.
- Коммуникационное оборудование расположено в навесном шкафу 8U на высоте 1 метр от поверхности пола.
- Каждый сервер подключен к отдельному бесперебойному источнику питания. Общее число BackUPS фирмы APC—7 шт. Мощность от 300 до 500 Ватт.
- В комнате расположен один основной ввод 220 Вольт. Также проведен дополнительный ввод 220 Вольт, который не задействован.
- В комнате имеется окно и кондиционер.
- Напольное покрытие — линолеум.
- В комнате присутствует неорганизованный склад оборудования.

### 3.4. Описание организации доменной структуры предприятия

Информационная сеть компании построена на основе технологии Microsoft Active Directory. Название домена — VS. Основной контроллер домена — PDC.VS - на основе Microsoft Windows Server 2003. PDC.VS является держателем пяти основных ролей Active Directory:

- PDC Master.
- Domain Name Master.
- Global Catalog.
- Schema Master.
- Infrastructure Master.

Домен находится в режиме Mixed Mode для обеспечения совместимости с серверами Windows 2000. Реплики AD присутствуют на 7 серверах, членах домена. В каталоге Active Directory, на текущий момент:

- 89 пользователей;
- 45 групп безопасности;
- 20 организационных контейнеров.

Сервер	Операционная система	Доменное Имя IP адрес	Назначение	Основные Службы	Установленные программы
1	FreeBSD 6.0	Не в домене 192.168.84.1	1. Основной сетевой шлюз 2. Прокси-сервер доступа в Интернет 3. FTP сервер. SSH	Squid, OpenVPN natd, ipwif, ftpd SSH	MC, OpenVPN
2	Windows 2003 Server Ent Eng SP2	Term.vs 192.168.84.6	1. Основной терминальный сервер 2. Система ГАРАНТ	Terminal service HASP driver	1C7.7 1C8.1 The BAT HASP
3	Windows 2003 Server Ent Eng	Server2.vs 192.168.84.8	1. SQL 2000 Server для 1C7.7 2. Файловый сервер 1C7.7 3. Антивирус Server 4. Почтовый сервер	SQL 2000 Kaspersky Antivirus	1C8.0 1C8.1 HASP, Kaspersky Server
4	Windows 2003 Server Ent Eng SP2	SQL.vs 192.168.84.7	1. SQL 2005 Server для 1C8.1	SQL 2005 HASP 1C8.1 агент	1C8.1 Net.FrameWork 2.0
5	Windows 2003 Server Ent Eng SP2	PDC.vs 192.168.84.2	1. Основной контроллер домена VS 2. DNS 3. DHCP 4. WINS	Kerberos key DNS DHCP HASP	HASP driver
6	Windows 2003 Server Ent Eng SP2	File.vs 192.168.84.5	1. Файловый сервер для профилей пользователей 2. Файловый сервер архивации	FileShare	HASP driver
7	Windows 2000 Server ENG SP4	Server.vs 192.168.84.9	1. Сервер клиент-банк	MySQL КриптоПРО	Клиент-Банк MySQL

Рис. 3. Функциональное назначение серверов

Задействованы групповые политики безопасности. Доверительные отношения с другими доменами отсутствуют. Функциональное назначение серверов представлено на рис. 3.

### 3.5. Описание типовой рабочей станции центрального офиса компании

- Операционная система Windows XP PRO Russian.
- Рабочая станция является членом домена VS.
- Компьютер, при подключении к сети, автоматически получает IP, DNS и Gateway с сервера DHCP PDC.VS, срок аренды 2 недели.
- Пользователь имеет ограниченные права на использование компьютера.
- Установлено следующее программное обеспечение:
  - 1С Предприятие 7.7 , 8.0, 8.1.
  - Open Office 2.3.
  - 7zip 4.58.
  - Антивирус Kaspersky 6.0.
  - Adobe Acrobat Reader 7.0.
  - FAR manager v.1.75.
- В бухгалтерии, при входе в домен, на компьютер применяется доменная групповая политика безопасности. Папки «Мои Документы» и «Рабочий стол» пользователя являются «перемещаемыми» и хранятся на файловом сервере File.VS.
- В соответствии с групповой политикой безопасности, через 42 дня пользователь обязан поменять пароль входа в домен, причем пароль должен быть сложным (7 символов минимум, заглавные и прописные буквы, спецсимволы).

## 4. Результаты

### 4.1. Достоинства системы ИТ и положительные моменты

- (1) Использование технологий Microsoft Active Directory.
- (2) Применение доменных групповых политик безопасности (перенаправление пользовательских папок, смена пароля).
- (3) Ежедневное архивирование состояние системы на серверах Term.vs, SQL.vs, File.vs.
- (4) Администраторы при выполнении административных функций используют личные учетные записи с соответствующими правами.
- (5) Центральный склад, магазины и филиал в г.Копейске работают с базой 1С в оперативном режиме используя терминальный доступ.

- (6) Использование гигабитных линий связи между всеми серверами и коммутаторами.
- (7) Ограниченные учетные записи пользователей. Стандартизированное программное обеспечение рабочих станций с использованием бесплатных программ.
- (8) Использование технологии зеркалирования RAID 1 на серверах Server.vs и Server2.vs для обеспечения сохранности данных.
- (9) SQL 2000 Server установлен на специализированном сервере. Это повышает быстродействие и время отклика базы данных 1С7.7 [2].
- (10) Для филиалов в г. Магнитогорск, Златоуст, Сатка, Миасс задействована технология информационного обмена УРБД фирмы 1С. Данная технология обмена не зависит от скорости канала обмена информацией.
- (11) Функциональное распределение ролей серверов. Выделение терминального сервера, серверов баз данных, файловые сервера.
- (12) Использование в качестве защитного барьера между локальной сетью и Интернет операционной системы FreeBSD v.6.0. Данная система отличается повышенной стабильность работы и устойчивость к взломам извне [3].
- (13) На серверах Windows 2003 Server установлены последние обновления в виде Service Pack 2.
- (14) Доступ к ресурсам Интернет ограничен и возможен только по выданному администратором имени и паролю. Имя и пароль отличаются от доменного.
- (15) Архивированием баз данных 1С занимается администратор баз данных. Так же на него возложены обязанности информационного обмена между базами 1С 7.7 и 8.1.

#### 4.2. Недостатки системы ИТ

- (1) Отсутствие коммуникационного шкафа для оборудования. Отсутствие кроссовых панелей. Сервера расположены на полу. Силовые провода расположены хаотично с проводами линии связи.
- (2) В комнате недостаточно свободного места. Рабочие места не соответствуют нормам СНИП.

- (3) Все сервера запитаны от одной розетки 220 Вольт (!). Источники Бесперебойного питания стоят на полу. Каждый сервер подключен к своему источнику.
- (4) Отсутствует в розетке заземление (!). Это может привести к выходу оборудования из строя, поражение электрическим током персонала.
- (5) Модем SHDSL висит (!) на входящей линии связи. Это может привести к обрыву связи с центральным складом в любой момент времени.
- (6) В качестве основных серверов используются офисные компьютеры. Это снижает надежность системы в целом, т.к. офисные компьютеры не обладают необходимым запасом прочности и надежности.
- (7) Напольное покрытие в серверной комнате — линолеум — источник образования статического электричества, опасного для компьютерной техники.
- (8) Провода компьютерной связи, проложенные до конечных пользователей не соответствуют стандарту СКС (Структурированные Кабельные Системы). В серверной комнате наблюдается огромное количество проводов сращенных методом «скрутки» (!). Такая же ситуация наблюдается и во многих кабинетах пользователей. «Скрутка» линий цифровых сигналов — источник помех, ошибок в приеме и передаче сигнала. Особенно это не допустимо на линиях 1000 Mbit.
- (9) Отсутствие резервных каналов связи с удаленными офисами, магазинами и центральным складом. Обрыв телефонных линий (вне здания) может прервать информационный обмен на неопределенное время. Так же будет отсутствовать интернет и электронная почта.
- (10) УРБД 1с технология обмена не позволяет в реальном времени отслеживать изменения в базах данных.
- (11) Отсутствие антивирусной защиты на сервере FreeBSD. Для вирусной атаки данный сервер абсолютно прозрачен и вредоносный код достигнет конечного пользователя.
- (12) Антивирус установлен только на одном сервере (!). Для установленного антивируса истек срок лицензии. Антивирусные базы не пополняются.

- (13) Антивирус Касперского 6 установлен на MS SLQ 2000 Server. Данный продукт антивируса замедляет быстродействие работы IC продуктов. Отсутствует либо закончилась лицензия антивируса Касперского у пользователей. В данной ситуации компьютер открыт для любого вредоносного кода. Ситуацию спасают только ограниченные пользовательские права.
- (14) Наличие у пользователей с доступом в Интернет — ICQ или QIP пейджера. Данная программа является источником повышенного риска для вирусной атаки из Интернет.
- (15) Отсутствует корпоративная почта компании. Пользователи и филиалы пользуются бесплатными почтовыми сервисами mail.ru, yandex.ru и др.
- (16) У пользовательских компьютеров нет политики по распределению дискового пространства. В основном локальный диск C отформатирован в формате FAT32, что является большим недостатком по сравнению с файловой системой NTFS.
- (17) На сервере Server2.vs системный раздел диска C в формате FAT32 (!). Необходимо установить обновление Service Pack 2. Крайне желательно установить Service Pack 4 на MS SQL 2000 Server.
- (18) На серверах установлены программы ICQ чат.
- (19) На серверах SQL.vs и Term.vs «разогнаны»(!) центральные процессоры на 500 МГц каждый. Это недокументированная возможность повышения быстродействия компьютера. Повышенное тепловыделение и нестабильная работа — побочные эффекты такого «разгона».
- (20) На сервере Server.vs запущен сервис DHCP Server(!), DNS Server, и NNTPSVC. Данные сервисы вносят дезорганизацию в работу всей сети.
- (21) На всех серверах «открыты» порты 25 и 110. Данные порты необходимо закрыть остановкой соответствующих сервисов SMTP и POP. Это предотвратит рассылку и распространение спама и вирусов.
- (22) Отрыт анонимный (!) полный доступ (!) по FTP на внешний адрес центрального офиса 217.115.81.86. На данном FTP сервере находятся инструкции и файлы выгрузки-загрузки IC в формате XML.

- (23) Нерациональное распределение ролей серверов. Более эффективно использовать для сервера баз данных специализированный сервер. SCSI-диски значительно ускорят время реакции на пользовательский SQL запрос.
- (24) SHDSL модем подключен непосредственно к терминальному серверу TERM.vs. Это способствует проникновению во всю локальную сеть со стороны провайдера.
- (25) Неоднородные операционные системы у пользователей. У большинства пользователей установлена Windows XP PRO RUS + SP2. Пакет обновления SP2 установлен у 50% пользователей Windows. У 3-х пользователей установлена Windows 2000.
- (26) Не задействованы все возможности использования доменных групповых политик безопасности. Это значительно повысит эффективность работы системных администраторов в управлении пользователями и компьютерами. Нет удаленного администрирования пользователей и филиалов.
- (27) У 70% пользователей офиса оперативной памяти 256 Мбайт. Учитывая, что пользователи в основном работают с базами 1С 7.7 и 1С8.1 — то для комфортной работы данное значение необходимо поднять хотя бы до 512 Мбайт.
- (28) В 2-3 комнатах пользователей расположены активные сетевые концентраторы. Это вносит дополнительную задержку в информационном обмене.
- (29) Не оптимально расположены базы 1С8.1 на SQL2005 Server. Вследствие этого — постоянно не хватает свободного дискового пространства. Не рационально настроены транзакционные логи баз данных SQL.
- (30) Нестандартная конфигурация терминальных серверов. Задействованы нерегламентированные возможности системы Microsoft Windows. Это может привести к полному отказу в обслуживании пользователей.
- (31) Парк пользовательских компьютеров по техническим характеристикам отстает от требований используемого программного обеспечения как по скорости процессора, так и по объему жесткого диска и оперативной памяти.
- (32) Отсутствует единый источник бесперебойного питания с достаточным запасом по мощности.

- (33) Не установлены необходимые последние обновления на SQL 2005 Server.

## 5. Выводы

На данный момент система ИТ компании находится в нестабильном положении. Любой фактор риска может надолго дестабилизировать работу компании и нанести материальный и моральный ущерб. На данный момент ситуацию усугубляет и полная кадровая смена системных администраторов. Любая система ИТ строится с фундамента. Правильно заложенные основы — залог успешного развития информационного обмена компании и ее филиалов. И как следствие — успешный бизнес. В данном случае видны правильные движения, однако соответствующая основа не подготовлена.

- Первое, на что необходимо обратить внимание — это линии связи, линии коммуникации. Эти линии можно сравнить с артериями и кровеносными сосудами. Если они работают с ошибками и не стабильно — то система не работоспособна, какие бы мощные сервера не были. Следовательно, необходимо уделить должное внимание на устранение проблем в кабельной системе:
  - (1) Маркировать провода.
  - (2) Устранить «скрутки» путем прокладки кабеля вновь — либо вилка-розетка.
  - (3) Сделать коммутационную кросс-панель в шкафу.
  - (4) Разместить активное оборудование Switch в шкафу.
  - (5) Устранить HUB в комнатах пользователей.
  - (6) Установить в кабинетах розетки кат.5е.
  - (7) От каждого рабочего места необходимо провести отдельный провод в серверную.

Выполнение перечисленных выше условий, гарантирует высокую скорость и стабильность обмена информацией с серверами.

- Второе - это функциональные роли серверов, оптимальное распределение нагрузки, дальнейшая масштабируемость системы серверов. В данной ситуации видно не рациональное распределение ролей серверов и управление серверами. Такое положение дел уже отчетливо сказывается на работе пользователей с системой 1С7.7 и 1С8.1. По объективным причинам размеры баз данных постоянно увеличиваются в

объеме. Растет соответственно объем данных пересылаемый от сервера к пользователю (в варианте DBF) и обратно. Единственный правильный выход в данной ситуации это перевод базы данных из формата DBF в SQL. Рекомендуется это сделать при числе активных пользователей от 15-20 человек и размере базы от 1 Гбайт. Данный перевод даст положительный эффект прироста производительности только при условии размещения SQL базы на дисках типа SCSI, SAS или SATA RAID 0+1 и выше. В нашем случае мы видим, что сервер SQL.vs не соответствует условиям. Сам по себе факт перевода базы из DBF в SQL дает только эффект стабильности работы. Прирост скорости можно получить используя только высокоскоростные дисковые массивы. Тот факт, что системы 1С7.7 и 1С8.1 разделены по разным серверам SQL 2000 и SQL 2005 соответственно — это правильно. Система 1С7.7 конечно работает на SQL 2005 — но не рекомендуется из-за не стабильности в работе 1С7.7.

- Третье, на что необходимо обратить внимание — это информационное взаимодействие с филиалами. В компании используется ADSL и SHDSL технология связи, которые обеспечивает на данный момент все потребности. Однако необходимо рассмотреть вариант расширения каналов связи для обеспечения растущих потребностей в информационном обмене в связи с увеличением филиалов и количества пользователей в центральном офисе. Критичность отсутствия связи для интерактивной работы с базой данных удаленных филиалов обуславливает создание резервных каналов связи. Здесь возможны варианты — либо оптоволоконные линии связи, либо использовать беспроводные каналы. Оптоволоконная связь характеризуется повышенным быстродействием, емкостью канала и не подвержена внешним помехам. Обратная сторона данного решения — высокая стоимость. Беспроводные каналы связи — более дешевое решение, однако скорость обмена гораздо меньше. Беспроводной канал связи можно использовать только как резервный канал. Частный случай беспроводного решения - спутниковая

асимметричная связь. Характеризуется стабильностью, надежностью, высокой скоростью, дешевой стоимостью обслуживания. Недостатки — организация запросного канала связи, проблемы с получением постоянного IP адреса (не все провайдеры предоставляют данную услугу) [4].

- Четвертое, важное замечание. Организация серверного помещения. Комнату необходимо переоборудовать только для размещения серверов и коммуникационного оборудования. В идеале все оборудование должно быть смонтировано в специальном шкафу. Помещение должно быть оснащено круглосуточным кондиционированием с автоматическим поддержанием заданной температуры. В помещении необходимо сделать силовой ввод с заземлением 220 Вольт через отдельный пакетный предохранитель. Рекомендуется иметь подъемный пол или систему кабельнесущих лотков. Покрытие пола — ковролин.

В заключение, оценивая работу администраторов компании по 10 бальной шкале можно выставить оценку 4, за допущенные стратегические просчеты в создании инфраструктуры и управление пользователями и серверами.

### Список литературы

- [1] Брэгг Р., Родс-Оусли М., Страссберг К. Безопасность сетей. Полное руководство. — М.: Издательство «ЭКОМ», 2006. — 912 с. ↑1
- [2] Microsoft I. Администрирование Microsoft SQL Server 2000. — М.: Русская редакция, 2004. — 640 с. ↑9
- [3] Эбен М., Таймэн Б. FreeBSD. Энциклопедия пользователя: ООО ДиаСофтЮП, 2003. — 768 с. ↑12
- [4] Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. — СПб.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2001. — 672 с. ↑5

Levinson Dmitriy Mikhaylovich. *Audit of information system of Joint-Stock Company "Chelyabinsk-vostok-service"* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 302–319. (*in Russian*).

ABSTRACT. Audit research of information system of ZAO "Chelyabinsk-Vostok-Service" is presented. Review, conclusions and recommendations are of structure of this company are provided.

Ю. А. Лежнева

## Проблемы политики содействия занятости населения

Научный руководитель: д.э.н. М. С. Токсанбаева

Аннотация. В работе разделены два понятия — политика содействия занятости и политика на рынке труда. Показано, что в нашей стране реализуется только политика на рынке труда как важная, но ограниченная часть политики занятости. Исследована ее реализация на региональном и муниципальном уровнях, выявлены недостатки, предложены пути их преодоления.

### 1. Введение

Политика занятости является атрибутом социальных государств и подразумевает совокупность мер по воздействию на формирование эффективного спроса и предложения рабочей силы. Она тесно координируется с промышленной политикой и соответствующими программами инвестирования приоритетных производств, политикой развития человеческого капитала за счет качественного и структурного улучшения образования и здравоохранения, налоговой политикой как одного из источников финансирования структурных преобразований экономики и др.

Объект изучения в данной работе — политика содействия занятости населения.

Актуальность темы состоит в том, что труд — это важнейший фактор производства, а политика занятости — важнейшее направления деятельности государства для повышения эффективности экономики. А в условиях развернувшегося в стране кризиса политика содействия занятости, ее эффективность — самый острый вопрос, стоящий перед государством.

В работе исследуются проблемы политики содействия занятости населения на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Задачи работы:

- изучить научную литературу о политике содействия занятости населения;

- проанализировать и сопоставить мнения исследователей по вопросу содействия занятости в России;
- выявить различия между политикой на рынке труда и политикой занятости населения;
- выявить недостатки российской политики занятости;
- выявить недостатки политики поддержки безработных на муниципальном уровне;
- изучить проблему дисбаланса спроса и предложения на муниципальном рынке труда и сделать выводы.

При решении поставленных задач были использованы следующие методы:

- поисковый,
- аналитический,
- сравнительно-сопоставительный.

## **2. Политика содействия занятости и политика на рынке труда**

Задача политики занятости — обеспечение права на труд и развитие трудовых качеств работников путем достижения максимально возможного баланса между спросом и предложением труда на фоне качественного совершенствования структуры занятости.

Однако такие представления о политике занятости не получили в нашей стране широкого признания, о чем свидетельствует научная дискуссия, развернувшаяся еще с начальных этапов реформ. Наиболее радикальные исследователи стали настаивать на том, чтобы вообще отказаться от этой политики, которая представляет собой форму государственного патернализма, и перейти к политике на рынке труда, или политике содействия трудоустройству безработных, больше отвечающей условиям рыночной экономики.

За рыночным подходом к регулированию занятости стояла идеология реформ, в соответствии с которой считалось, что трудоспособная часть населения получила широкие возможности проявлять экономическую активность либо в предпринимательской деятельности, либо через свободную продажу рабочей силы на рынке труда. Поэтому сфера государственного патернализма должна сузиться до поддержки только той части населения, которая не способна самостоятельно адаптироваться к условиям рынка. Она была отнесена

к разряду незащищенных (уязвимых) слоев, подверженных социальным рискам и нуждающихся в общественном содействии. В состав данной части были включены и безработные. Главной причиной их незанятости многие специалисты сочли „отсутствие у людей практики трудоустраиваться в условиях дефицита рабочих мест“ [1, с. 67], иными словами, адаптивные качества, не развитые в советский „дориночный“ период. Следует сказать, что взгляд на преодоление безработицы, главным образом, путем проявления безработными большей активности не нов, однако опровергнут долгосрочной практикой рыночных стран. Поэтому даже в зарубежной словарной литературе безработица давно трактуется как „не зависящее от воли работника приостановление трудовой деятельности по причине невозможности трудоустроиться“ [2, с. 12]. Тем не менее, в нашей стране безработные попали в слабо адаптирующуюся категорию, поддержка которой требует мер социальной политики.

В ситуации, когда действия в области занятости стали рассматриваться только как политика на рынке труда (политика социальной поддержки безработных), возникла и распространилась терминологическая путаница. Ее также начали именовать политикой занятости. Так, по словам И. Заславского, основной предмет (объект) реализации политики занятости — трудоустройство незанятых и безработных и создание рабочих мест для сдерживания роста официальной безработицы [3, с. 10]. То есть по существу политика занятости приобрела трактовку комплекса мер по сокращению текущего дисбаланса между спросом и предложением труда, что не соответствует ее реальному содержанию.

Позиция, в рамках которой политика занятости приобрела усеченный характер, встретила резкую критику многих специалистов, в том числе хорошо знающих реальную практику социальных государств. По мнению бывшего представителя РФ в Европейском центре по политике и исследованиям в области социального благосостояния А. Ткаченко, политика на рынке труда — это только часть политики занятости, поэтому прежде всего необходимо развести их цели: „пока понятия политики занятости и политики на рынке труда будут смешаны, без определенных целей и задач для каждой, пока мы будем подменять первое вторым и наоборот — государственные структуры управления так и не „проникнутся“ важностью и самодостаточностью политики занятости“ [4, с. 5].

Одной из причин смешения политики занятости и политики рынка труда, считает А. Котляр, является расширительная трактовка рынка труда, вносящая путаницу в вопрос о соотношении этих политик. Если все экономически активное население рассматривается как пребывающее на рынке труда, то и политика на нем приобретает как бы всеобъемлющий характер, создавая видимость их тождественности. На самом деле политика на рынке труда и политика занятости имеют разные цели. Цели первой — способствовать работодателю в приобретении рабочей силы определенного качества. Ищущим же работу оказывается содействие в подборе рабочего места по возможности в соответствии с профессионально-квалификационными и иными характеристиками, безработным предоставляются услуги по обучению, принимаются меры по обеспечению их содержания, контролю уровня безработицы и т.п. Главные же цели политики занятости связаны с проблемами использования труда [5, с. 40–41].

Данная путаница, продолжает А. Котляр, необоснованно выдвигает на первый план проблему обращения рабочей силы как товара и затушевывает важнейшую функцию занятых — продуктивный труд. Не потому ли к проблеме безработицы, непосредственно касающейся менее 10% экономически активного населения, привлечено основное общественное внимание? Не умаляя значения минимизации безработицы, не следует в то же время забывать, что именно радикальное повышение эффективности занятости является главным условием обеспечения экономического роста [5, с. 36, 40].

Но важна не только конечная цель, но и методы ее достижения, сроки. Если все эти условия не будут учтены и не будут выполняться, то, подчеркивает А. Ткаченко, политика будет представлять собой набор благих пожеланий, не субординированных между собой, а иногда и противоречащих друг другу, закрепляться за одним-двумя ведомствами, тогда как остальные не будут считать нужным тратить силы на ее проведение. Все будет упираться в отсутствие средств, а отношение правительства в сфере экономики будет представляться так, как будто есть еще страны, где в государственном бюджете имеются излишки средств, и именно поэтому они проводят долгосрочную политику по развитию трудовой и социальной сферы [4, с. 27].

Несмотря на призывы специалистов разработать комплексную политику занятости, до сих пор она ограничена в основном поддержкой безработных, безусловно нужной и важной, но далеко не исчерпывающей насущных задач в области занятости.

### 3. Недостатки политики на рынке труда

Крупным недостатком политики на рынке труда является ориентация только на тех безработных, которые обратились и зарегистрировались в службе занятости. Это ставит поддержку безработных в зависимость от тех административных правил и процедур, которые определяют возможности и стимулы регистрации. В результате общая безработица (по методике МОТ — на основе обследований населения по проблемам занятости) отличается от регистрируемой не только по масштабам (в последние годы в 3 раза), но и по динамическим траекториям (рис. 1).

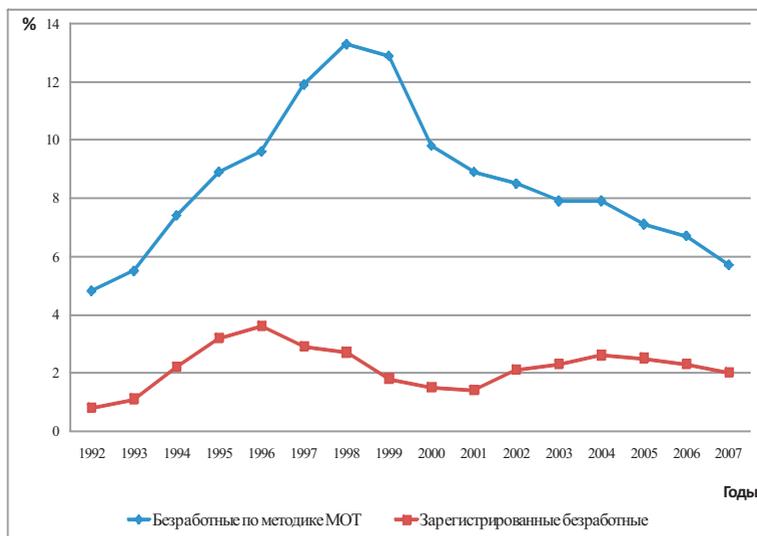


Рис. 1. Показатели общей (по методике МОТ) и регистрируемой безработицы в РФ, 1992–2007 гг., % [6]

Основные причины различий уровней двух видов безработицы связаны с предпочтениями незанятых по самостоятельному трудоустройству, стимулами для регистрации и отсечением из состава регистрируемых длительно безработных (их просто снимают с учета) [7, с. 46–47]. Что касается динамических различий, то в этом плане четко вырисовываются два периода: 1997–1998 годы и 2002–2004 года. В первый период снижение уровня регистрируемой безработицы

на фоне роста ее общего показателя было обусловлено поправками к Закону о занятости, ужесточившими регистрацию из-за неплатежеспособности Фонда занятости. То есть на этапе, когда потребность в государственной поддержке безработных нарастала, дефицит финансовых ресурсов стал приоритетным фактором сокращения этой поддержки, что само по себе свидетельствует о недостаточной эффективности политики государства в данной области. В 2002–2004 годах рост регистрируемой безработицы происходил на фоне ее общего снижения, что было связано с дополнительными финансовыми стимулами к регистрации (повышением размеров пособий по безработице), которые, как видим, не имели длительного характера.

На сегодняшний день в связи с кризисом, по данным Росстата, наблюдается рост как общей, так и регистрируемой безработицы (табл. 1).

Такая беспрецедентно стремительная динамика безработицы ставит перед проблемой противодействия ей новые вызовы, которые должны привести к пересмотру реализуемой политики в области занятости.

#### **4. Регионализация политики поддержки безработных**

С 2005 г. центр тяжести в реализации поддержки безработных перенесен на регионы, то есть политика на рынке труда приобрела выраженно регионализированный характер. Это произошло в условиях сохраняющихся значительных различий регионов по уровню безработицы (рис. 2).

Региональные показатели безработицы отражают весь спектр их вариации с точки зрения социальной опасности/безопасности:

- до 5% — социально безопасный уровень (это уровень так называемой фрикционной безработицы, или потенциальной текучести, когда незанятость связана со сменой работы на лучшую по тем или иным причинам — выше зарплата, лучше карьерное продвижение, режим работы и пр.);
- 5,1–8% — умеренный, но нежелательный уровень;
- 8,1–11% — определенно нежелательный уровень;
- свыше 11% — социально опасный уровень.

В этом спектре дополнительно можно выделить совершенно безопасный уровень — до 3% — и крайне опасный уровень — выше 20%.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики общей и регистрируемой безработицы в РФ в сентябре 2008 г. – январе 2009 г. (с декабря 2008 г. – предварительные данные) [6]

Дата	Общая безработица		Регистрируемая безработица	
	тыс. чел.	% к пред. месяцу	тыс. чел.	% к пред. месяцу
сентябрь 2008 г.	4744	—	1247	—
октябрь 2008 г.	5016	105,7	1245	99,8
ноябрь 2008 г.	5289	105,4	1304	104,7
декабрь 2008 г.	5800	109,7	1522	116,7
январь 2009 г.	6100	105,2	1708	112,2
январь 2009 г. к сентябрю 2008 г.	+ 1356	128,6	+ 461	137,0

Наличие регионов с такими „полярными“ показателями отражено на рис. 3.

Крайне опасный уровень безработицы отмечен в республиках Северного Кавказа, в которых опасность этого уровня подтверждается значительной социально-экономической и политической нестабильностью.

При сложившихся разбросах показателей безработицы регионализированная политика на рынке труда имеет серьезные недостатки.

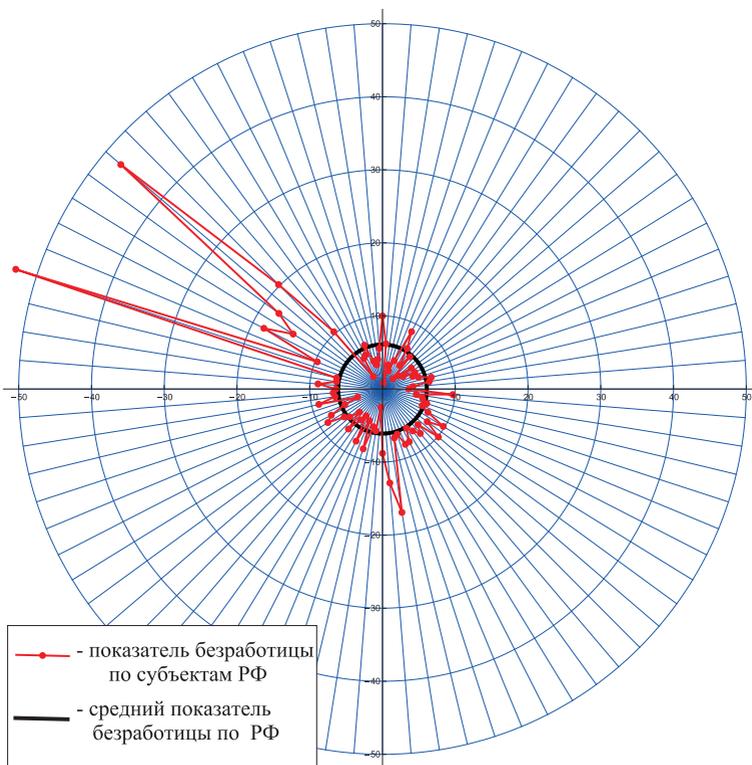


Рис. 2. Показатели безработицы по субъектам РФ и в среднем по РФ в 2007 г., % [6]

Уровень безработицы — одна из характеристик экономического развития, и чем этот уровень выше, тем сложнее субъектам федерации снижать его за счет собственных ресурсов. Кроме того, в условиях единого экономического пространства миграционные потоки идут из регионов с высокими показателями безработицы в регионы с низкими показателями. В результате первые теряют наиболее мобильные трудовые ресурсы, что ухудшает шансы этих территорий на улучшение экономической ситуации, на них концентрируются избыточные массы труда и растет нагрузка на местную социальную инфраструктуру.

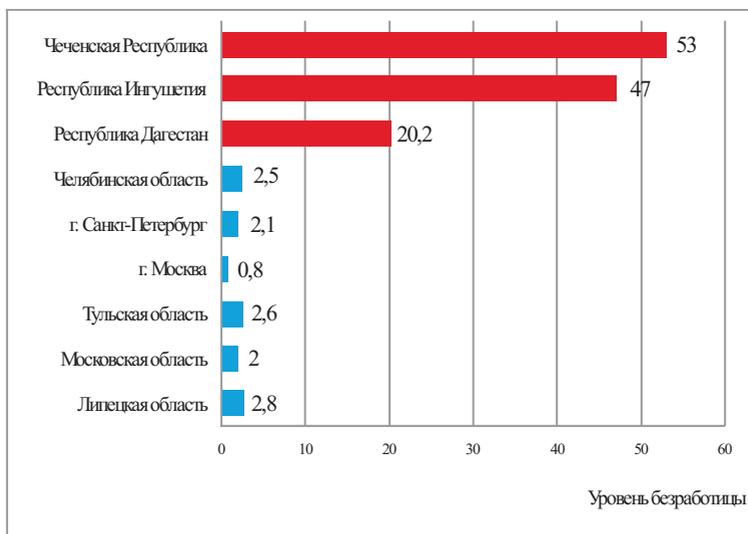


Рис. 3. Совершенно безопасный (ниже 3%) и крайне опасный уровень безработицы (выше 20%) по регионам РФ в 2007 г., % [6]

Эти процессы подчеркивают необходимость проведения политики занятости, направленной на сближение региональных условий по использованию трудовых ресурсов на основе модернизации рабочих мест и создания новых мест, обеспечивающих повышение производительности труда. Данные меры требуют усиления централизованных начал в воздействии на занятость.

## 5. Недостатки политики поддержки безработных на муниципальном уровне

Непосредственно политика поддержки безработных реализуется на муниципальном уровне, где службы занятости оказывают им услуги в соответствии с региональными программами занятости. При этом в городах, входящих в тот или иной регион, ситуация может быть иной, чем в регионе в целом. Примером таких расхождений является напряженность на рынке труда в Ярославской области и в малом городе этой области Переславле-Залесском.

В последние годы в Ярославской области напряженность на рынке труда (отношение численности зарегистрированных безработных к количеству заявленных в службы занятости вакансий) была ниже 1, то есть на одного безработного приходилось несколько вакансий. В Переславле-Залесском ситуация была принципиально иной, о чем свидетельствуют показатели спроса рабочей силы (количество вакансий) и ее предложения (численность зарегистрированных безработных) (рис. 4).

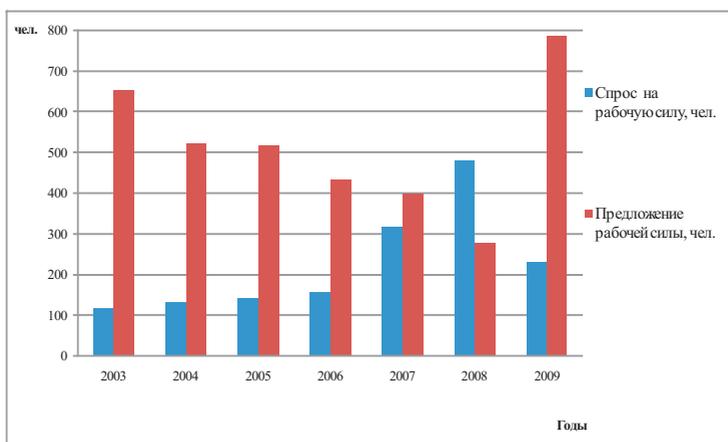


Рис. 4. Спрос и предложение рабочей силы на рынке труда Переславля-Залесского в 2003-2009 гг. (на 1 марта 2009 г.)

Данные рис. 4 показывают, что в Переславле-Залесском наблюдались серьезные проблемы с обеспеченностью спроса на рабочие места имеющимися вакансиями. Но в целом соотношение между спросом и предложением рабочей силы менялось в сторону его сбалансированности. В 3-м квартале 2008 г. количество вакансий даже превысило показатель регистрируемой безработицы. Однако этот процесс продолжался до 4-го квартала 2008 г., то есть до начала кризисных явлений в экономике, в связи с которыми напряженность рынка труда и

в городе, и в области повысилась. К марту 2009 г. численность безработных в городе достигла 788 человек, что является максимальным показателем за последние 5 лет.

Спрос и предложение труда в центре занятости не сбалансированы не только количественно, но и по должностному составу (рис. 5, рис. 6).

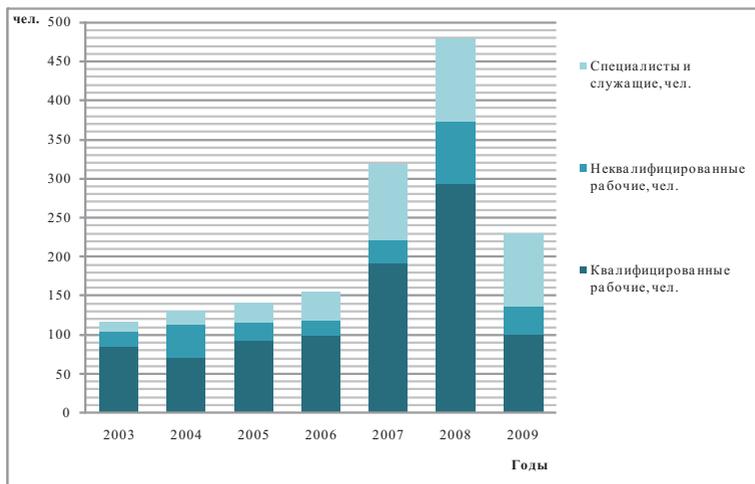


Рис. 5. Спрос рабочей силы на рынке труда по группам должностей и профессий в 2003–2009 гг. в г. Переславле–Залесском (на 1 марта 2009 г.)

Самая высокая несбалансированность наблюдается по квалифицированным рабочим, что характерно не только для Переславля (по данным опроса Левада–Центра, до 80% всех российских предприятий испытывают нехватку данных кадров [8, с. 60]). Хроническая нехватка квалифицированных рабочих, а также неквалифицированного персонала, инженеров и техников затрудняет развитие производства и ведет к перенапряжению имеющегося персонала.

## 6. Пути решения проблемы и возникающие трудности

Так как традиционные меры политики на рынке труда недостаточны для борьбы с дефицитом кадров (он сохраняется и в условиях

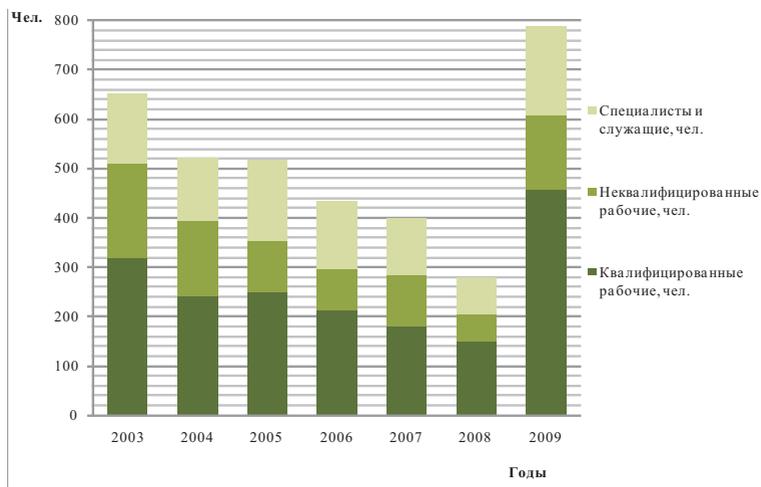


Рис. 6. Предложение рабочей силы на рынке труда Переславля-Залесского по группам должностей и профессий в 2003-2009 гг. (на 1 марта 2009 г.)

роста безработицы), в области запущена региональная целевая программа „Управление кадровым потенциалом“, которая действует и в Переславле-Залесском. В ней поставлены задачи:

- полное отслеживание дефицита кадров и прогнозирования перспективных потребностей предприятий в работниках для их своевременной подготовки;
- формирование комплексной системы профессионального образования (обучение в училищах, колледжах, Центре занятости и на рабочих местах) на основе развития взаимодействия между профессиональными учебными заведениями и работодателями.

В рамках этих задач в городе проводится профориентация школьников, которая признана лучшей в области. Центр занятости собирает сведения о вакансиях и передает их в учебные заведения для учета спроса на работников в программах обучения. Установлена связь с предприятиями города для прохождения производственной практики. Центром занятости заблаговременно выясняется, какое количество выпускников предприятия готовы трудоустроить.

Несмотря на имеющиеся положительные результаты, в ходе реализации указанных задач выявились серьезные недостатки. Прежде всего, даже при активной профориентационной работе не удается серьезно повысить престиж рабочих профессий. Из-за доступности высшего образования и развития сферы услуг выпускники школ неохотно идут в училища. Кроме того, обучение в них не гарантирует того, что получившие образование пойдут в рабочие. Так, опрос обучающихся на выпускных курсах двух учебных заведений города — колледжа и училища — показал, что среди учащихся колледжа 91% планируют работать по специальности, а среди выпускников училища — только 15%.

Подготовка в училищах и колледжах охватывает не все профессии и специальности, в которых есть потребность на предприятиях. Так, это касается редких, но остро необходимых на производстве профессий (например, экструдорщиков). Своей учебной базой располагают немногие предприятия, а попытки наладить обучение этим специальностям в Центре занятости сталкиваются с тем, что обученные работники плохо готовы к конкретной работе. Есть и противоположная трудность. Обучение в училищах массовым профессиям, например, печатников не всегда учитывает технологические особенности городских производств, в которых используется оборудование разных классов. Универсализации их подготовки нередко препятствуют работодатели. Не все из них допускают преподавателей к сведениям о регламентах и технологии производства, которые необходимы для подготовки кадров более широкого профиля.

Серьезной проблемой остается практическая подготовка учащихся к работе, насущная для приобретения не только знаний, но и профессиональных навыков. Возможность пройти производственную практику имеют все учащиеся, но подходы к ней сильно зависят от того, каково качество контактов между учебными заведениями и работодателями. Кроме того, на производствах, принимающих практикантов (состав производств постоянно варьируется), нет ни одного участка, специализированного для прохождения практики. Учащихся просто распределяют по бригадам.

## **7. Заключение**

В работе разделены два понятия — политика на рынке труда и политика содействия занятости, найдены различия между ними на основе анализа публикаций авторитетных специалистов. Выявлены

недостатки политики на рынке труда, которая касается только безработных, обратившихся в службы занятости. Исследована регионализация политики поддержки безработных и ее проявления на муниципальном уровне. Показан дисбаланс спроса и предложения рабочей силы, в т. ч. по группам должностей и профессий. Предложены пути решения проблемы дефицита кадров и обозначены возникающие при этом трудности.

Определено, что для улучшения профессиональной подготовки кадров необходимо более тесное сотрудничество работодателей и профессиональных учебных заведений. Следует выделить базовые предприятия для прохождения производственной практики, создать на них стажировочные площадки, разработать для практикантов конкретные специализированные задания.

Необходимо также наладить на предприятиях процессы вхождения в профессию и профессионально-квалификационного роста. Одна из мер — восстановление института наставничества. Но это требует доплат наставникам, что могут себе позволить далеко не все предприятия. Однако без механизмов обновления кадрового состава дефицит кадров не может быть сокращен, а в условиях кризиса он дополнится ростом молодежной безработицы.

Ближайшей целью является сравнение реализации программ поддержки безработных по нескольким регионам с разными показателями безработицы и уровнями социально-экономического развития (Ярославская и Владимирская области, г. Москва) Также планируется сопоставить реализацию этих программ на муниципальном уровне по „полярным“ городам: малому городу Переславлю-Залескому и мегаполису Москве.

### Список литературы

- [1] Бреев Б. Д. Занятость населения в России: современность и перспективы. — М.: Экономическая наука современной России, 2001, № 4. — 59-74 с. ↑<sup>2</sup>
- [2] Бернар И. (Колли) Толковый экономический и финансовый словарь. — Т. 1. — М.: Международные отношения, 1997. — 214 с. ↑<sup>2</sup>
- [3] Заславский И. К. К новой парадигме рынка труда. — М.: Вопросы экономики, 1997, № 1. — 9-21 с. ↑<sup>2</sup>
- [4] Ткаченко А. А. Занятость и экономика: политика государства в переходный период. — М.: ИНФОГРАФ, 2000. — 276 с. ↑<sup>2</sup>
- [5] Котляр А. О. О понятии рынка труда. — М.: Вопросы экономики, 1998, № 1. — 33-41 с. ↑<sup>2</sup>

- [6] Федеральная служба государственной статистики, эл. ресурс: <http://www.gks.ru/>. ↑1, 1, 2, 3
- [7] Капеллошников Р. И. Общая и регистрируемая безработица: в чем причина разрыва. — М.: ГУ ВШЭ, 2002. — 48 с. ↑3
- [8] Красильникова М. Работодатели о современном состоянии рабочей силы и профессиональном образовании. — М.: Вестник общественного мнения, 2005, № 3. — 59-68 с. ↑5

J. A. Lezhneva. *The problems of the policy of assistance to employment* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 320–334. (*in Russian*).

ABSTRACT. The article distinguishes the notion of the policy of assistance to employment from the notion of the labour market policy. At the present moment only the labour market policy as important but limited part of employment policy is being implemented. Realization of the policy on regional and municipal levels has been analysed. Some drawbacks have been revealed and ways of eliminations them have been suggested.

К. В. Прусова

## Политика привлечения капитала ООО ИКБ «Совкомбанк»

Научный руководитель: к.э.н. В. В. Лучшева

Аннотация. В работе проведен анализ финансовой политики и ликвидности ресурсов ООО ИКБ «Совкомбанк».

### 1. Введение

Коммерческие банки, так же как и другие субъекты хозяйственных отношений, для обеспечения своей хозяйственной деятельности должны располагать определенной суммой денежных средств, то есть ресурсами. В современных условиях развития экономики проблема формирования ресурсов имеет первостепенное значение [1].

Мировой кризис, который начался в сентябре 2008 года, наиболее остро проявился именно в банковской системе. «Совкомбанк» также ощутил изменения в экономике. Целью работы является проведение анализа политики ООО ИКБ «Совкомбанка» в привлечении капитала по источникам, с учетом сохранения финансовой устойчивости банка.

ООО ИКБ «Совкомбанк» основан в 1990 году. Генеральная лицензия Банка России № 963. Банку присвоен долгосрочный кредитный рейтинг по национальной шкале Baa2.ru (Moody's Interfax). В настоящее время филиалы и операционные офисы Совкомбанка открыты в 7 регионах России — Московской, Костромской, Ивановской, Ярославской, Воронежской, Вологодской и Владимирской областях. В регионах присутствия работает более 60 дополнительных офисов. ОАО КБ «Региональный кредит» основан в 1992 году. Лицензия Банка России № 1927. Подразделения Банка работают в Новосибирске, Барнауле, Томске, Красноярске, Благовещенске, Костроме (всего более 40 офисов). ЗАО «Ассоциация Региональных Кредитных Агентств», включающая в себя 13 региональных кредитных агентств, представленных более чем в 140 городах Западной России и Дальнего Востока, специализируется в области оформления потребительских кредитов. За последние шесть месяцев Совкомбанк успешно прошел

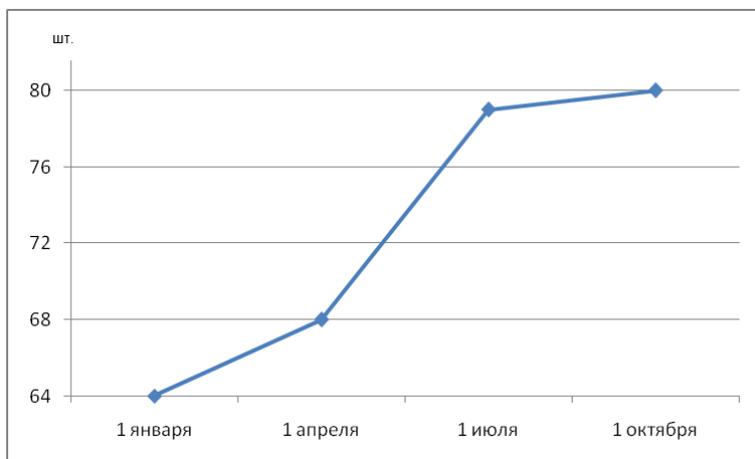


Рис. 1. Количество дополнительных офисов ООО ИКБ «Совкомбанк», открытых за 2008 год

комплексную проверку финансового состояния (due diligence). Кроме того, в августе 2008 года Совкомбанк привлек кредит ЕБРР на развитие программы кредитования микро-, малых и средних предприятий (ММСП). Тогда сумма кредита составила более 1 млрд. рублей. Финансовая Группа Совкомбанка включает в себя ООО ИКБ «Совкомбанк» — головной банк, а также ОАО КБ «Региональный кредит» и ЗАО «Ассоциация Региональных Кредитных Агентств». На 1 октября 2008 г. активы Группы по МСФО составляли более 22 млрд. рублей, а собственный капитал — 3,1 млрд. рублей. Количество точек продаж Группы превышает 800, из них банковских офисов более — 120 штук.

## 2. Анализ инструментов и источников привлечения финансовых ресурсов

Основной целью банка является развитие филиальной сети, как в целом по России, так и в Ярославской области, и об этом говорит лозунг банка «Наш банк — всегда под рукой». Развитие филиальной сети позволит клиентам банка в любом городе получить необходимую консультацию и услуги, предоставляемые банком. В период с 2007 по 2008 гг. «Совкомбанк» открыл в Ярославской области 13 дополнительных офисов (рис. 1).

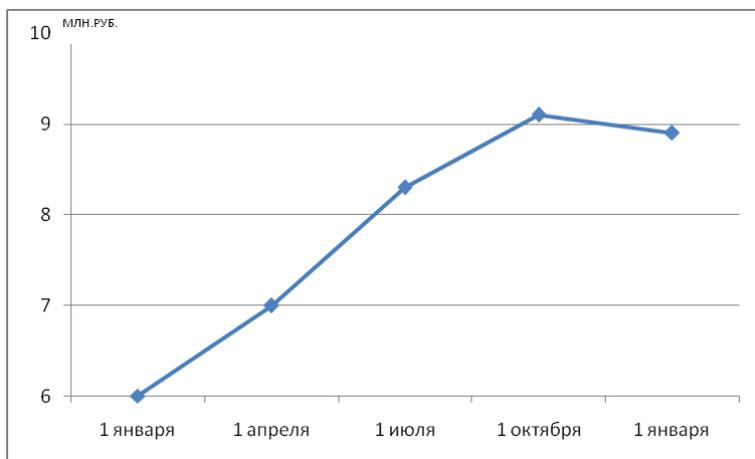


Рис. 2. Вклады населения ООО ИКБ «Совкомбанк» за 2008 год

Также следует отметить, что начисление процентов производится ежемесячно. Если посмотреть на рис. 2, то можно отметить, что по вкладам в «Совкомбанке» наблюдается положительная динамика привлеченных средств, у других банков она отрицательная.

Известно, что «Совкомбанк» сравнительно молодой (по сравнению с Сбербанком, который основан в 1841 году), но уже привлек очень много вкладчиков, что видно наглядно на рис. 3. Также «Совкомбанк» является одним из основных конкурентов по привлечению вкладчиков для самых значимых банков России, таких как СБ РФ и ВТБ 24.

За последние два года работы в г.Переславле-Залесском «Совкомбанк» зарекомендовал себя в качестве надежного делового партнера и динамично развивающимся банком. Клиенты всегда могут рассчитывать на индивидуальный подход и профессионализм сотрудников, а также на широкий ассортимент и качество банковских продуктов. На 01.01.2009 г. валюта баланса по сравнению с аналогичным отчетным периодом прошлого года выросла на 237%, составив 42325,6 млн. руб. Высокие темпы роста валюты баланса обусловлены активностью банка в сфере обслуживания как розничных, так и корпоративных клиентов. По сравнению с показателями прошлого года средства корпоративных клиентов возросли на 65% до 743 млн.

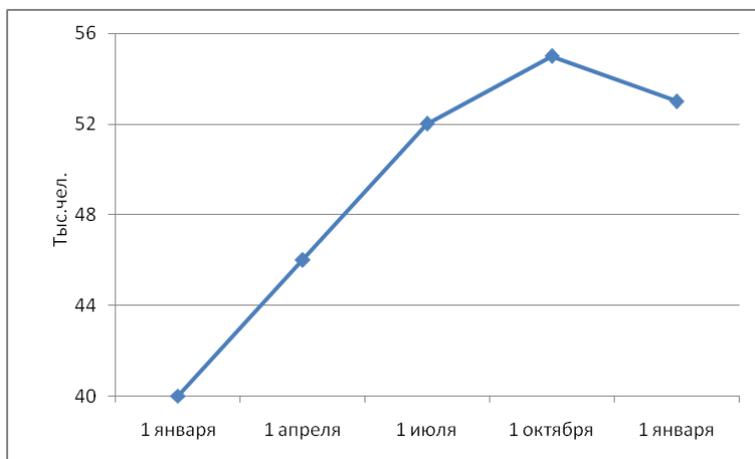


Рис. 3. Динамика числа вкладов населения ООО ИКБ «Совкомбанк» за 2008г.

руб., средства частных лиц — на 10% до 598 млн. руб. Число частных клиентов на 01.04.2008 г. достигло более 6 тысяч человек. Активно развивается сегмент банковских карт: количество держателей карт с момента открытия филиала возросло до 3800 штук. Введено в эксплуатацию 20 банкоматов. Реализованы 43 зарплатных проекта с различными предприятиями и организациями региона с общим ежемесячным фондом оплаты труда свыше 60 млн. руб. Филиал Нижегородский активно наращивает объемы розничного кредитования. На сегодняшний день выдано ипотечных кредитов на общую сумму 116 млн. руб. В рамках сотрудничества с нижегородскими риэлтерскими компаниями разработан унифицированный продукт сопровождения всех этапов сделок купли–продажи недвижимости, который существенно ускоряет процедуру выдачи и сопровождения ипотечных кредитов. Филиал Нижегородский занимается благотворительными проектами, является попечителем нескольких детских домов региона. Этот филиал банка ГЛОБЭКС оказывает весь комплекс услуг частным лицам и корпоративным клиентам, включая расчетно-кассовое обслуживание в рублях и иностранной валюте, кредитование, размещение денежных средств в депозиты и векселя Банка, выпуск и обслуживание банковских карт, аренду сейфовых ячеек, валютно-обменные операции и т.д. [1].

### 3. Анализ финансового состояния и ликвидности ресурсов ООО ИКБ «Совкомбанк»

Ресурсы коммерческого банка — это его собственный капитал и привлеченные на возвратной основе денежные средства юридических и физических лиц, сформированные банком в результате проведения пассивных операций, которые в совокупности используются им для осуществления активных операций. Таким образом, ресурсы коммерческого банка по способу образования можно разделить на две основные группы: собственный капитал и привлеченные средства.

Собственный капитал представляет собой средства, принадлежащие непосредственно коммерческому банку в период его деятельности. Привлеченные средства носят для банка временный характер. В «Совкомбанк» на 1 января 2009 года собственные средства составляли 2560474 тыс.руб. или 9,84%, а привлеченные — 23449928 тыс.руб. или 90,16%.

В качестве собственных средств (капитала) банка выступают элементы, способные служить подстраховкой на случай непредвиденных убытков. Это в первую очередь уставный капитал, резервные фонды, нераспределенная прибыль и другие собственные источники, образующие капитал первого уровня, или основной капитал, а также часть капитала второго уровня, или дополнительного капитала, которые имеют менее постоянный характер, но также могут быть использованы для покрытия непредвиденных убытков (часть резерва на возможные потери по ссудам и др.).

Среди привлеченных средств по способу их аккумуляции выделяют депозиты и прочие привлеченные средства. Депозиты — это денежные средства юридических и физических лиц, привлеченные в результате проведения операций по открытию и ведению счетов клиентов, приема вкладов (депозитов), выпуска собственных ценных бумаг в виде долговых обязательств (депозитных и сберегательных сертификатов, векселей, облигаций).

В структуре ресурсов всех коммерческих банков большую долю занимают привлеченные ресурсы. Этим коммерческие банки и отличаются от других субъектов экономики. Долю собственного капитала банка составляет до 20%, в то время как у коммерческих предприятий она находится на уровне 50–60%. Эту разницу можно объяснить характерной особенностью банковского бизнеса — выполнять роль

финансового посредника. Кроме того, привлечение свободных денежных средств обходится коммерческому банку значительно дешевле, чем операции по увеличению собственного капитала банка.

Структура ресурсов конкретного коммерческого банка по своему качественному и количественному составу может существенно отличаться от структуры ресурсов, как других коммерческих банков, так и от сложившейся в целом по региону. Это зависит от многих факторов таких, как период функционирования банка, величина его Уставного капитала, особенности деятельности банка, состав операций, регламентированных банковской лицензией, количество и качество клиентуры, политика банка в области кредитования, участие на финансовых рынках и, наконец, состояние самого рынка банковских ресурсов.

Привлечение в коммерческий банк денежных средств из различных источников с целью формирования ресурсной базы происходит постоянно, практически каждый день. При этом абсолютный размер банковских ресурсов по итогам дня может не измениться либо, напротив, уменьшиться, поскольку одновременно происходит погашение обязательств банка, связанное с наступлением срока платежа или возникновением потребности в денежных средствах их владельцев, списание денег со счетов хозяйственных субъектов в оплату их платежных документов и другие текущие операции, приводящие к сокращению пассивов банка. Однако, несмотря на то, что размер ресурсов — величина непостоянная, ежедневные колебания в целом за отчетный месяц сглаживаются и в конечном итоге приводят к какому-то относительно постоянному уровню (тенденции).

Внесены изменения в закон «О страховании вкладов физических лиц в банках Российской Федерации». Согласно новой редакции государство гарантирует сохранность вкладов до 700 тысяч рублей на 100%. Увеличен размер прибыли от размещения средств на банковских депозитах, который не облагается налогом. С 1 января 2009 года налогообложение по рублевым вкладам будет идти по схеме — ставка рефинансирования ЦБ +5%. Если процентная ставка по вкладу будет меньше этой величины, налогов по вкладу не будет. Определен пул надежных банков, которым государство предоставляет заемные средства без обеспечения. 20 октября 2008 года Совкомбанк получил лимит от Банка России, позволяющий привлекать эти средства. Министерство финансов РФ выделило 450 млрд. рублей Внешэкономбанку (ВЭБ) на выдачу субординированных кредитов российским банкам.

Снижены нормы отчислений в фонды обязательного резервирования (ФОР). Благодаря этой мере Совкомбанк получил дополнительно порядка 300 млн. рублей.

Кредитование остается наиболее эффективным инструментом размещения активов «Совкомбанка» (рис. ??), а значит, и роста региональной финансово-кредитной системы в целом. Одним из основных источников для кредитования является привлечение денег от вкладчиков. «Совкомбанк» — один из банков, который в настоящий момент выдает кредиты всем заемщикам с минимальным пакетом документов, в то время как в других банках основным требованием при разработке кредитных программ является качество кредитного портфеля. Да, конечно, банк в чем-то рискует, но этим он и привлекает клиентов, ведь потребительский кредит здесь можно оформить за 30 минут. Для развития кредитного портфеля банк подписал кредитное соглашение с Банком Развития Королевства Нидерландов (ФМО) на общую сумму 25 млн. долларов. Это 5-летний субординированный кредит, который предоставлен в российских рублях по ставке MosPrime + 5,08%. Привлеченные средства Совкомбанк планирует потратить на увеличение портфеля потребительского кредитования. На начало октября совокупный портфель розничных кредитов группы Совкомбанка по МСФО превысил 10 млрд. рублей.

Стратегия развития «Совкомбанка», предусматривающая создание мощного розничного банка, показывает свою эффективность в текущих условиях. За последние шесть месяцев Совкомбанк успешно прошел комплексную проверку финансового состояния. Кроме того, в августе 2008 года Совкомбанк привлек кредит ЕБРР на развитие программы кредитования микро-, малых и средних предприятий (ММСП). Тогда сумма кредита составила более 1 млрд. рублей [1].

#### 4. Заключение

Анализ финансовой политики и ликвидности ресурсов ОО ИКБ «Совкомбанк» показал, что банк занимает на рынке устойчивые позиции и имеет перспективы, что подтверждается такими показателями, как количество привлеченных клиентов, как следствие,—вкладчиков. Грамотная политика банка позволяет сбалансировать количество привлеченных и размещенных средств, достигая тем самым максимально возможных прибылей и давая возможность банку расширять зону своей деятельности [1].

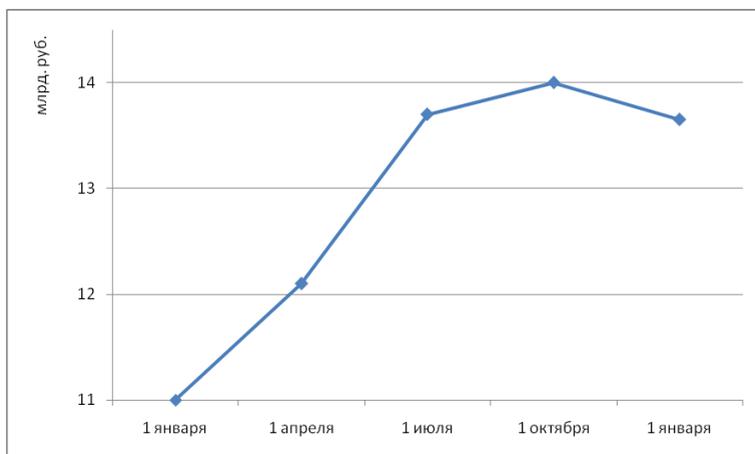


Рис. 4. Кредитный портфель ООО ИКБ «Совкомбанк»

### Список литературы

- [1] Банки и банковские операции Под ред. проф. Жукова, Е.Ф. — М.: ЮНИТИ, 2001. — 356 с. ↑[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

К. В. Prusova. *Policy of bringing in of capital of OOO IKB "Sovcombank"* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p.335–342. (*in Russian*).

ABSTRACT. The analysis of financial policy and liquidity of resources of OOO IKB "Sovcombank" is in-process conducted.

А. В. Черкасова

## Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности

Научный руководитель: д.э.н. Е. В. Рюмина

Аннотация. Современная экономическая наука признает три основных подхода к оценке интеллектуальной собственности: доходный, рыночный и затратный. Каждый из этих подходов включает несколько методов вычисления стоимости прав на интеллектуальную собственность. Обоснованный выбор необходимых методов — ключевая проблема процедуры оценки интеллектуальной собственности.

Данная статья содержит идею альтернативной классификации методов оценки интеллектуальной собственности.

### 1. Введение

Смысл, заложенный в международном термине «интеллектуальная собственность» (intellectual property), в России, на первый взгляд, может быть раскрыт понятием «результаты интеллектуальной деятельности (РИД) и приравненные к ним средства индивидуализации». Традиционно интеллектуальную собственность (ИС) понимают как творческие идеи и выражения человеческого разума, которые обладают коммерческой ценностью и получают юридическую охрану права собственности. Однако с формальной точки зрения ИС — это не сами РИД и средства индивидуализации, а совокупность прав на них (имущественных и неимущественных).

Согласно Статье 1225 части IV Гражданского кодекса Российской Федерации, введенной в действие с 1 января 2008 года, результатами интеллектуальной деятельности и приравненными к ним средствами индивидуализации юридических лиц, товаров, услуг, которым предоставляется правовая охрана, являются: произведения науки, литературы и искусства; программы для электронных вычислительных машин (программы для ЭВМ); базы данных; изобретения; полезные модели; промышленные образцы; топологии интегральных микросхем; секреты производства (ноу-хау); фирменные наименования; товарные знаки и знаки обслуживания; коммерческие обозначения и т.д. [1].

## 2. Постановка цели и задач

Чтобы объект интеллектуальной собственности (ОИС) был оценен как можно более качественно, важно сделать правильный выбор методологии оценки — определить наиболее подходящий метод оценки (или комбинацию методов), опираясь на конкретные начальные условия задачи оценки. С учетом данного требования общая цель исследования — создание обобщенного алгоритма подбора методов оценки конкретного ОИС.

Исходя из цели, поставлены следующие задачи:

- выбрать четкую классификацию методов;
- отразить сходства отдельных общепринятых методов оценки ИС и на их основе предложить альтернативную классификацию;
- составить перечень специальных вопросов, раскрывающих информацию о конкретном ОИС, и представить схему выбора метода/методов оценки, соответствующего данному ОИС.

## 3. Методы оценки объектов интеллектуальной собственности

Конечной целью процедуры оценки ИС является установление стоимости прав на ОИС. В литературе выделяется три подхода к оценке ИС: доходный, рыночный, затратный.

Использование доходного подхода к оценке ИС осуществляется при условии возможности получения доходов (выгод) от использования ИС.

В работе Козырева А.Н., Макарова В.Л. [2] представлены три метода, которые относятся к доходному подходу:

- (1) освобождение от роялти (применимо, когда предприятие является обладателем оцениваемой ИС: делается предположение о том, что если бы оно использовало ОИС по договору лицензии или франчайзинга, то выплачивало бы лицензиару некоторый процент — роялти, но поскольку оцениваемые права на ОИС принадлежат самой компании, то она и капитализирует роялти);
- (2) дисконтирование/капитализация преимущества в прибылях (применимо, когда есть возможность достаточно точно подсчитать дополнительную прибыль, получаемую в результате использования конкретного ОИС);

- (3) дисконтирование/капитализация экономии затрат (применимо, когда для компании очевидны выгоды, получаемые от ОИС в виде экономии затрат на производство продукции).

Каждый метод доходного подхода может быть реализован в двух модификациях:

- с капитализацией усредненной прибыли (денежного потока);
- с дисконтированием ожидаемых денежных потоков (ожидаемых прибылей).

В рамках рыночного подхода обычно рассматриваются методы, основанные на рыночной информации:

- (1) методы на основе отраслевых стандартов (применимы в случаях, когда доступна информация о достаточном числе сделок с ОИС, аналогичными оцениваемому, или в отрасли однозначно определены стандарты, на которые можно ориентироваться);
- (2) метод Рейтинга/ранжирования (применим, когда возможно подобрать сопоставимое соглашение или кластер соглашений — выбираются критерии сравнения, шкала оценки в баллах, критериям назначаются весовые коэффициенты, результаты сравнения «эталонного теста» и оцениваемого ОИС приводятся в специальных таблицах, на их основании производится расчет стоимости прав на ОИС);
- (3) методы Бегунка (представлены правилами, объясняющими справедливость пропорций распределения выгод между лицензиаром и лицензиатом, в частности «Правило 25 процентов» утверждает соотношение выгод 25:75 в пользу лицензиата).

Если сложно оценить ОИС с позиции доходности или проблематично подобрать объекты-аналоги, используется затратный подход, который предусматривает определение затрат на создание, охрану, производство и реализацию ОИС, а также учитывает его износ на момент оценки [3].

В ходе детального изучения методов в рамках существующих подходов к оценке ИС между отдельными методами обнаруживаются некоторые взаимосвязи и принципиальное сходство, явно не подчеркиваемое общепринятой классификацией.

Так, абстрагируясь от принадлежности каждого конкретного метода к одному из трех признанных подходов, методы можно объединить в логические группы:

- Методы «принятия стандартных ставок», в основе которых лежит согласие с фиксированными ставками/значениями, напрямую не связанными с оцениваемым ОИС и не зависящими от его особенностей. К данной группе отнесем:
  - (1) метод освобождения от роялти;
  - (2) метод отраслевых стандартов (ставки берутся из стандартных таблиц отраслевых ставок);
  - (3) методы Бегунка с частным случаем — «Правилем 25 процентов».
- «Сравнительные методы», предусматривающие сопоставление двух экономических картин — «до» и «после» использования прав на ОИС, сравнение оцениваемого ОИС с аналогами, зачастую с перевесом по тем или иным критериям в пользу самого ОИС (с помощью специальных расчетов данный перевес приводится в денежном выражении и служит доказательством целесообразности использования прав на оцениваемый ОИС). К группе можно причислить:
  - (1) метод Рейтинга/ранжирования;
  - (2) метод дисконтирования/капитализации преимущества в прибылях;
  - (3) метод дисконтирования/капитализации экономии затрат.
- «Затратные методы», предполагающие калькуляцию расходов на создание ОИС, его охрану, производство, реализацию и т.д.

Объективно больший приоритет и надежность результатов имеют методы, входящие во вторую группу («сравнительные методы»). Они базируются на реальных и ожидаемых выгодах от использования прав на рассматриваемый ОИС, конвертируют качественные преимущества в денежное выражение. Обращение к методам двух других групп желательно как дополнение к оценке и проверка результатов (за исключением метода освобождения от роялти, который часто незаменим и используется в первую очередь).

#### 4. Результаты реализации методов оценки

В проведенных вычислительных экспериментах, где в качестве объектов выступали абстрактные технические решения с определенными характеристиками и параметрами, были продемонстрированы процедуры реализации методов оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности. При этом специально подбирались задачи, соответствующие условиям применения каждого метода.

Однако в реальной жизни возникают прямо противоположные ситуации: в рамках заданных условий задачи требуется найти метод, наиболее подходящий для оценки стоимости какого-то определенного объекта интеллектуальной собственности. Очевидно, что такая постановка намного сложнее: прежде, чем реализовать один или несколько методов оценивания, надо обосновать правомерность применения этих методов к данному объекту.

С этой целью был рассмотрен ОИС, по которому имелась информация для реализации всех методов, кроме затратного и экономии затрат. Результаты показали, что более полный учет специфики оцениваемого ОИС обеспечивают два метода — Рейтинга/ранжирования и преимущества в прибылях. В первом методе детализируются технические характеристики ОИС в сравнении с аналогами, во втором — стоимость ОИС определяется прямым счетом, т.е. непосредственным учетом дополнительных денежных потоков, обусловленных содержательными преимуществами оцениваемого объекта. Нижняя оценка стоимости получается методами, ориентированными на усредненные отраслевые характеристики ОИС, — методом отраслевых стандартов и методом освобождения от роялти.

Отсюда следует вывод: чем более обоснованы технические преимущества ОИС и более прозрачны экономические выгоды от его использования, тем легче обладатель права на этот объект может доказать более высокую оценку его стоимости. Этому способствуют более чувствительные к индивидуальным особенностям ОИС методы, отнесенные нами к группе сравнительных методов. Информация, которую требуют условия применимости этих методов, характеризует степень риска, связанного с данным объектом. Чем выше конкретные технические характеристики ОИС и чем выше реально полученная от его использования дополнительная прибыль или экономия затрат, тем ниже риск и, следовательно, выше стоимость объекта.

И наоборот, если ОИС лишь приблизительно может быть охарактеризован какими-то усредненными отраслевыми показателями, то из-за такой неопределенности выше риск, связанный с приобретением прав на ОИС, и, следовательно, ниже его стоимостная оценка.

На основе всестороннего изучения методов оценки ИС и их практической реализации на примерах, обеспеченных информацией, далее мы переходим к наиболее сложной и, в то же время, наиболее распространенной задаче — оценке стоимости прав на ОИС, разработчики которых не владеют практически никакой экономической информацией о результатах своей интеллектуальной деятельности. Эту задачу предполагается решать методом качественного интервью разработчиков ОИС с широким привлечением данных из литературных источников. Для проведения интервью разрабатывается алгоритм опроса, нацеленный, во-первых, на уточнение технического характера ОИС с целью поиска в литературе его аналогов, во-вторых, на выбор адекватного метода оценки стоимости прав на ОИС и, в-третьих, на получение информации для реализации выбранного метода.

## 5. Выводы

Каждый из методов оценки ИС имеет свои недостатки, поэтому всегда лучше проводить многовариантные расчеты, что делает оценку более адекватной и аргументированной. Таким образом, для большей точности при оценке желательно пользоваться как можно большим числом известных методов в рамках общепринятых подходов и комбинировать сами подходы.

## Список литературы

- [1] Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть четвертая: федеральный закон Российской Федерации от 18 дек. 2006 г. N 230-ФЗ // «Консультант Плюс». URL: [http://www.consultant.ru/popular/gkrf4/79\\_1.html](http://www.consultant.ru/popular/gkrf4/79_1.html). ↑1
- [2] Козырев А. Н., Макаров В. Л. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности. — М.: Интерреклама, 2003. — 352 с. ↑3
- [3] Азгальдов Г. Г., Карпова Н. Н. Оценка стоимости интеллектуальной собственности и нематериальных активов. — М.: Международная Академия Оценки и Консалтинга, 2006. — 400 с. ↑3

A. V. Cherkasova. *The methods of intellectual property assessment* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 343–349. (*in Russian*).

ABSTRACT. The modern economics considers three main approaches to the intellectual property assessment. They are: income approach, market approach and costs approach. Each of these approaches includes some methods, showing how to value the cost of the intellectual property rights (IPR). The correct selection of the necessary methods is a key problem of the procedure of intellectual property assessment.

This article contains the idea of the alternative classification of intellectual property assessment methods.

И. В. Чернышова

## **Формирование конечной цены для потребления электроэнергии на примере ОАО «Ярославская сбытовая компания»**

Научный руководитель: Г. Н. Ардыльян

Аннотация. В данной работе описан расчет себестоимости и конечной цены электроэнергии. Анализируемым предприятием является ОАО „Ярославская сбытовая компания“. На основе данных первичных документов и бухгалтерской отчетности предприятия проводится анализ затрат на производство электроэнергии.

### **1. Введение**

Эффективность энергетического производства невозможна без совершенствования системы цен и ценообразования на электроэнергию. Необоснованный уровень цен не только не обеспечивает процесс простого воспроизводства, но и приводит к снижению эффективности и объема производства.

Себестоимость продукции является важнейшим показателем экономической эффективности производства любого предприятия. В ней отражаются все стороны хозяйственной деятельности, аккумулируются результаты использования всех производственных ресурсов. От ее уровня зависят финансовые результаты деятельности предприятия, устойчивость рыночных позиций, успешность бизнеса в целом.

Детальный расчет себестоимости необходим для того, чтобы определить, насколько выгоден данный вид деятельности в экономических условиях, эффективна ли существующая система организации производственного процесса, что можно изменить и в каком направлении. Информация о себестоимости необходима для формирования договорных цен, планирования рентабельности и прочих расчетов.

Анализ себестоимости продукции, работ и услуг имеет большое значение в системе управления затратами. Он позволяет изучить тенденции изменения ее уровня, установить отклонения фактических затрат от нормативных и их причины, выявить резервы снижения

себестоимости продукции и дать оценку работы предприятия по использованию возможностей снижения себестоимости продукции.

Актуальность работы продиктована тем, что в условиях рыночных отношений себестоимость напрямую влияет на состояние предприятия: конкурентоспособность, продажную цену товара, рентабельность. Тем более, на сегодняшний день наиболее остро стоит вопрос о высоких тарифах на электричество и поисков путей их снижения.

Объектом исследования выступает ОАО „Ярославская бытовая компания“, которое было создано в результате реорганизации ОАО „Ярэнерго“ и является правопреемником бывшего филиала „Ярэнерго“ Энергосбыт, история которого ведется с 1936 года. Первоочередной задачей предприятия с момента его образования и до сегодняшнего дня остается качественное и оперативное обслуживание клиентов. А это означает - выполнение расчётов полезного отпуска и объёма продаж электроэнергии, выставление платёжных документов и счетов, четкое и своевременное получение оплаты.

## **2. Постановка задачи**

Цель работы: исследовать состав и структуру текущих затрат; дать оценку динамики показателей себестоимости продукции; разработать программу снижения себестоимости. Сформулированная цель определила постановку и решение следующих задач исследования:

- (1) изложить последовательность и алгоритм расчета себестоимости на примере конкретного предприятия;
- (2) рассмотреть влияние себестоимости на формирование конечной цены для потребления электроэнергией.

Это необходимо для выяснения тех факторов, которые влияют на конечную цену электричества. Именно она складывается в тот тариф, который применяется при выставлении счетов потребителям.

## **3. Методы исследования**

Анализируемым предприятием является открытое акционерное общество „Ярославская бытовая компания“. Абонентами компании являются крупные промышленные предприятия, организации среднего и малого бизнеса, учреждения бюджетной сферы, население города и области. Всего ОАО „Ярославская бытовая компания“ обслуживает более 10 тысяч потребителей, юридических лиц и более

600 тысяч бытовых абонентов. К различным группам абонентов применяются разные тарифы, но огромное влияние на них оказывают затраты связанные с энергетикой как бы это не парадоксально звучало. Именно сама энергетика влияет на те цены, которые в результате складываются в тарифы[3].

Методологической основой написания работы послужили: законодательные и нормативные акты, Налоговый кодекс РФ, учебная литература, современные экономические и бухгалтерские журналы, публикации в периодической печати, первичные документы открытого акционерного общества „Ярославская сбытовая компания“. Информационной базой послужили данные калькуляции затрат по электроэнергии за два года: 2006 и 2007.

На основе данных проводится анализ состава и структуры затрат, делается вывод в целом о динамике показателей по производству электроэнергии за 2006 и 2007 годы.

#### 4. Результаты

Необходимость проведения активной ценовой политики обуславливается тем, что при рыночной организации реализации продукции уровень цены определяет возможный объем продаж и, следовательно, необходимый для этого объем производства, а также величину удельных затрат на производство единицы продукции. При этом последние могут падать благодаря эффекту масштаба производства (если будет расти объем продаж в связи с новым уровнем цен, то будет снижаться и сумма постоянных затрат, приходящаяся на единицу продукции, и соответственно величина средних затрат на ее выпуск)[2].

Реформирование электроэнергетики в России привело к образованию такого специфического товара как электроэнергия. Электроэнергия не обладает таким основным свойством присущим остальным товарам, как накопление и возможность удовлетворения растущего спроса запасами. Все это привело к образованию определенного рынка электроэнергии, учитывающего особенности электроэнергии как товара[4].

Рынок электроэнергии состоит из двух уровней - оптового и розничного. Наиболее важным из них является оптовый рынок, т.к. на нем в основном формируется конкурентная цена на электроэнергию, и только на нем централизованно осуществляются балансирование

энергосистемы, управление перегрузками и оказание системных и вспомогательных услуг[1].

ОАО „ЯСК“ работает на оптовом рынке, покупая электроэнергию у крупных генерирующих компаний, и перепродает ее на розничном рынке конечным потребителям - среди которых не только население, но и так же предприятия крупного, среднего и малого бизнеса Ярославской области в сфере промышленности торговли и прочих услуг. Рисунок 1 демонстрирует структуру продаж ОАО „ЯСК“ за 9 месяцев 2008 года[3].

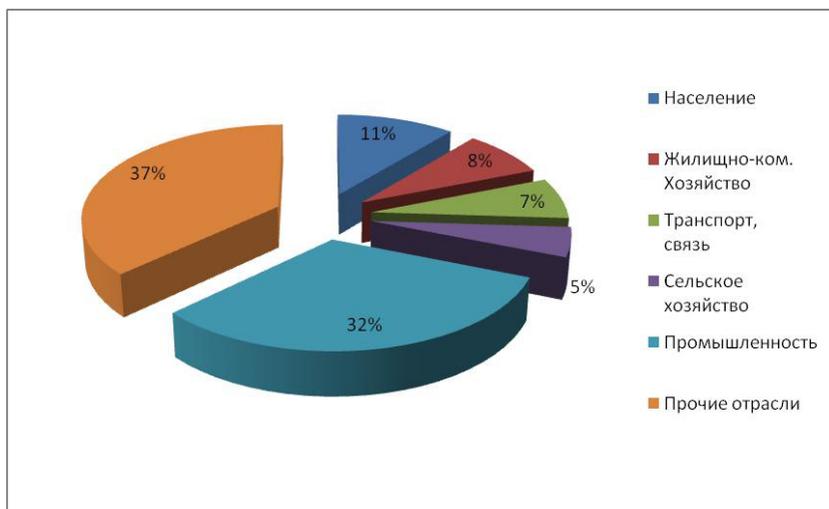


Рис. 1. Структура продаж ОАО „ЯСК“ за 9 месяцев 2008 года.

На розничных рынках электроэнергия поставляется энергоснабжающими и энергосбытовыми организациями потребителям по регулируемым ценам. С 1 января 2008 года на территории всех субъектов РФ вводится единый („котловой“) метод тарификации услуг по передаче электроэнергии. То есть в рамках одного субъекта РФ и одного класса напряжения передача электроэнергии осуществляется по единому тарифу, независимо от того к сетям какой организации они присоединены[1].

В зависимости от того, к какой группе принадлежит покупатель, применяются различные виды тарифа. Существует две основные группы покупателей электроэнергии: юридические и физические лица. К физическим лицам (населению) применяется тариф, установленный постановлением правления департамента топлива, энергетики и регулирования тарифов Ярославской области от 24.11.2008 г. №ГШр-234-ЭЭ и введенный в действие приказом вышеуказанного департамента от 24.11.2008г. № 234, опубликованным в газете „Губернские вести“ №106 от 25 ноября 2008 года[3].

К юридическим лицам применяется как регулируемый тариф, который также устанавливается в начале каждого расчетного года, так и свободный. Он отражает стоимость электрической энергии на конкурентном оптовом рынке электрической энергии в рамках предельного уровня нерегулируемых цен[3]. Тариф на 2009 год с учетом налога на добавленную стоимость представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1.

Тарифы на электроэнергию для населения

Категория населения	Вид тарифа	Размер тарифа, руб./кВт.ч
Городское население (кроме лиц, проживающих в домах, оборудованных электроплитами)	Одноставочный тариф	2,03
	Зонный тариф:	
	- в дневное время (с 7 до 23 час.)	2,48
	- в ночное время (с 23 до 7 час.)	1,62
Сельское население, городское население в домах, оборудованных электроплитами	Одноставочный тариф	1,42
	Зонный тариф:	
	- в дневное время (с 7 до 23 час.)	1,74

Себестоимость отражает сколько и каких затрат было использовано на производство товара. От суммарного объема затрат зависит основной результирующий показатель - масса прибыли. Классификация затрат по экономическим элементам дает возможность знать структуру себестоимости и позволяет проводить целенаправленную политику по улучшению экономики предприятия на основе экономии

ТАБЛИЦА 2.

Калькуляция затрат электроэнергетики					
	На весь объем выпускаемой продукции в 2006 году	На единицу (руб.)	На весь объем выпускаемой продукции в 2007 году	На единицу (руб.)	Темп изменения, %
<b>Продукция - количество (кВт·ч):</b>	42640177		45131258		105,8
<i>всего</i>	23866569		25819961		108,2
<i>внутренний оборот</i>	18773608		19311297		102,9
<i>товарная продукция</i>					
<b>Сумма (тыс. руб.):</b>	71518,5	1,7	80331,2	1,78	100,3
<i>всего</i>	33198,0	1,4	40330,7	1,56	108,5
<i>внутренний оборот</i>	38320,5	2,0	40000,5	2,07	93,2
<i>товарная продукция</i>					
<b>Прочие услуги (тыс. руб.):</b>					
<i>всего</i>	296,9		257,8		77,5
<i>внутренний оборот</i>	85,7		123,3		128,5
<i>товарная продукция</i>	211,2		134,5		56,9
<b>Итого (тыс. руб.):</b>					
<i>всего</i>	71815,4		80589,0		100,2
<i>внутренний оборот</i>	33283,7		40454		108,5
<i>товарная продукция</i>	38531,7		40135		93,0
<b>Статьи затрат (тыс. руб.)</b>					
<b>Переменные (тыс. руб.)</b>	50476,0	1,18	64330,8	1,51	113,8
Сырье и материалы	102,1	0,00	291	0,01	254,5
Электроснабжение	50373,9	1,18	64039,8	1,50	113,5
<b>Постоянные (тыс. руб.)</b>	4702,5	0,11	5288,2	0,12	100,4
Амортизация оборудования	492,7	0,01	342,2	0,01	62,0
Зарплата основных рабочих	1824,0	0,04	2380,2	0,06	116,5
Соцстрахование	475,8	0,01	605,5	0,01	113,6
Накладные расходы цеха	1910,0	0,04	1960,3	0,05	91,6
<b>Итого цеховые расходы (тыс. руб.)</b>	55178,5	1,29	69619,0	1,63	112,7
<b>Общепроизводственные (управленческие)</b>	2435,9	0,06	1844,2	0,04	67,6
<b>Всего цеховая себестоимость (тыс. руб.)</b>	57614,4	1,35	71463,5	1,68	110,7
ОХР и УП	9106,6	0,21	5257,3	0,12	51,5
Внерализ. расходы			55,5		
<b>Всего расходов (тыс. руб.)</b>	66721,0	1,56	76776,3	1,80	102,7
<i>внутренний оборот</i>	31452,2	0,74	41084,8	0,96	116,6
<i>товарная продукция</i>	35427,8	0,83	35691,5	0,84	90,0
<b>Прибыль (тыс. руб.)</b>					
<i>всего</i>	5094,4	0,12	3812,7	0,09	66,8
<i>внутренний оборот</i>	1831,5	0,08	-630,8	-0,03	30,8
<i>товарная продукция</i>	3262,9	0,17	4443,5	0,24	121,6
<b>Рентабельность продаж, %</b>	5,4		3,6		

затрат. Статьи затрат по калькуляции на электроэнергию можно рассмотреть в таблице 2.

На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что большую часть затрат составляют переменные затраты, а именно затраты, связанные с приобретением соответствующего сырья и материалов, и затрат на электроснабжение, которые необходимы чтобы осуществлять выработку электроэнергии. В 2006 году эти затраты составляют 1,18 руб., а в 2007 году 1,51 руб. Прежде всего это можно связать с повышением уровня инфляции, которая в 2007 году составила 12%.

Себестоимость фактически выпущенной продукции в отчетном периоде повысилась против себестоимости предыдущего года на 1829 тыс. руб. или на 2,7%. В то же время значительное превышение расходов было допущено на предприятии по статьям: сырье и материалы - 157,7 тыс. руб. (154,5%); электроснабжение - 6804,5 тыс. руб. (13,5%), заработная плата - 301,2 тыс. руб. (16,5%); социальное страхование - 64,8 тыс. руб. (13,6%). Изменение суммы материальных затрат вызывается прежде всего изменением объема продукции. Наиболее значительные суммы экономии были получены по статьям: амортизация - 187,2 тыс. руб. (305,5 - 492,7) или на 38%; накладные расходы - 159,7 тыс. руб. (8,4%); управленческие расходы - 771,3 тыс. руб. (32,4%); ОХР и УП - 4412,6 тыс. руб. (48,5%).

Между уровнем себестоимости и прибылью существует обратная зависимость. Снижение себестоимости приводит к увеличению прибыли, и наоборот. На анализируемом предприятии сумма прибыли и снизилась в результате того, что увеличилась себестоимость продукции, также снизилась рентабельность реализации по сравнению с прошлым годом на 1,8%. Несомненно, такое снижение этого показателя означает неэффективное ведение хозяйства. Важнейшими условиями роста прибыли от реализации является не только увеличение объема реализованной продукции, но и своевременная оплата покупателями потребляемой электроэнергии.

## 5. Выводы

Энергетика — база экономики и главная составляющая промышленного потенциала России — существует не сама по себе, а ради человека. Ее функционирование повышает уровень жизни, который, как мера развития общества, зависит от эффективности работы всех звеньев хозяйственной системы и среди них - электроэнергетической

системы. Основная цель создания и функционирования рынка электрической энергии — обеспечение условий энергетической безопасности России при требуемом уровне надежности электроснабжения потребителей и энергосберегающих, социально ориентированных, дифференцированных по различным параметрам тарифах.

В процессе разработки темы курсовой работы были изучены теоретические аспекты и на их основе проведено практическое исследование ценообразования и себестоимости электроэнергии.

Был проведен анализ себестоимости электроэнергии, рассчитаны факторы, влияющие на себестоимость электроэнергии. В результате анализа выяснилось, что затраты на 1 руб. продукции снизились по сравнению с прошлым годом на 0,00004 руб. или на 2,56%. В результате снижения затрат на 1 руб. продукции предприятие получило экономию по себестоимости в сравнении с предыдущим годом в размере 1805,2 тыс. руб.

Можно сделать вывод о том, что на данный момент времени тарифы на электроэнергию сильно связаны непосредственно с самой энергетикой. То есть при производстве электроэнергии генерирующие компании затрачивают больше средств на саму электроэнергию. Тарифы на электроэнергию несомненно будут увеличиваться, так как компании будут стремиться оптимизировать издержки при ее производстве, тем более что в 2011 году все цены для всех групп потребителей будут рыночными.

Предсказать то, как сложатся цены на электричество очень сложно. Они зависят от многих факторов, но, конечно, в первую очередь от финансового благосостояния граждан, которое определяется экономической ситуацией в стране. На данный момент времени было бы не целесообразно увеличивать тарифы, как планировалось на 40%. Поэтому в 2009 году тарифы по сравнению с 2008 годом увеличились на 25,3%. Если же в будущем генерирующие компании будут стремиться оптимизировать свои издержки, например, используя в своем производстве энергосберегающие технологии, то и тарифы на электричество не будут расти столь стремительным образом.

## Список литературы

- [1] Федеральный закон от 31 августа 2006 года №530 „Об утверждении правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики“. ↑4, 4

- [2] Ковалев В.В. В. О. Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебник. — М.: Проспект, 2006. ↑4
- [3] www.yt.sk.ru - Сайт Ярославской Сбытовой Компании. ↑3, 4, 4
- [4] Специализированный журнал „Энергосбережение“ №. (2008.) ↑4

I. V. Chernyshova. *Forming last price for consumption electricity on example OAO "Yaroslavskaya market company"* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 350–358. (*in Russian*).

ABSTRACT. In that work describe calculation cost price and last price electricity. OAO "Yaroslavskaya market company" is analyse enterprice. On basis datas primary document and account enterprise we take analysis cost on production electricity.

## **Author index**

### **Amelkina, Maria Alekseevna**

Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences

[sam@sam.botik.ru](mailto:sam@sam.botik.ru) (pp. 224–227)

### **Anpilogov, Artem Olegovich**

Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences

[shadow.r789@mail.ru](mailto:shadow.r789@mail.ru) (pp. 5–8)

### **Ardentov, Andrey Andreevich**

Ailamazyan Pereslavl University

[aaa@pereslavl.ru](mailto:aaa@pereslavl.ru) (pp. 9–22, 170–182)

### **Baidjanova, Zarina**

Ailamazyan Pereslavl University

[zarinkathebest@rambler.ru](mailto:zarinkathebest@rambler.ru) (pp. 228–233)

### **Bazarkin, Alexey Nikolaevich**

Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences

[bugs@interin.ru](mailto:bugs@interin.ru) (pp. 23–37)

### **Belyakin, Aleksandr Juryevich**

Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences

[vip@pereslavl.ru](mailto:vip@pereslavl.ru) (pp. 90–100)

### **Bezruk, Julia Andreevna**

Ailamazyan Pereslavl University

[guru@pereslavl.ru](mailto:guru@pereslavl.ru) (pp. 76–89)

### **Bondarenko, Irina Andreevna**

Ailamazyan Pereslavl University

[twin31@gmail.com](mailto:twin31@gmail.com) (pp. 234–243)

### **Bulanova, Nadezda Yurevna**

Ailamazyan Pereslavl University

[thomasina@pereslavl.ru](mailto:thomasina@pereslavl.ru) (pp. 244–251)

- Cherkasova, Anastasia Viktorovna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[chanas@pereslavl.ru](mailto:chanas@pereslavl.ru) (pp. 344–350)
- Chernikov, Maxim Konstantinovich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[master@joker.botik.ru](mailto:master@joker.botik.ru) (pp. 218–223)
- Chernyshova, Irina Vladimirovna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[ira@joker.botik.ru](mailto:ira@joker.botik.ru) (pp. 351–359)
- Efimova, Anna Andreevna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[theorem@joker.botik.ru](mailto:theorem@joker.botik.ru) (pp. 71–75)
- Elistratov, Aleksey Viktorovich**  
Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences  
[concept@pereslavl.ru](mailto:concept@pereslavl.ru) (pp. 57–62)
- Emelyanova, Julia Gennadievna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[tajra@joker.botik.ru](mailto:tajra@joker.botik.ru) (pp. 63–70)
- Fesko, Oles Vladimirovich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[fov@pereslavl.ru](mailto:fov@pereslavl.ru) (pp. 206–217)
- Glukhovtsev, Andrey Sergeevich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[and@interin.ru](mailto:and@interin.ru) (pp. 52–56)
- Grishanina, Ekaterina Olegovna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[katusha@katusha.pereslavl.ru](mailto:katusha@katusha.pereslavl.ru) (pp. 263–272)
- Ivanova, Olga Sergeevna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[olety@yandex.ru](mailto:olety@yandex.ru) (pp. 273–284)

**Kanaykin, Roman Gennadyevich**

Ailamazyan Pereslavl University

[romero@pereslavl.ru](mailto:romero@pereslavl.ru)

(pp. 285–296)

**Kazakov, Iliia Feodorovich**Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences[kazakov@interin.ru](mailto:kazakov@interin.ru)

(pp. 76–89, 90–100)

**Kirillova, Yulia Aleksandrovna**

Ailamazyan Pereslavl University

[yula@joker.botik.ru](mailto:yula@joker.botik.ru)

(pp. 297–302)

**Kostyushko, Marina Vladimirovna**

Ailamazyan Pereslavl University

[marisha-k.13@mail.ru](mailto:marisha-k.13@mail.ru)

(pp. 76–89)

**Kulikov, Dmitriy Eugenevish**Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences[kulikov@interin.ru](mailto:kulikov@interin.ru)

(pp. 101–116)

**Levinson, Dmitriy Mikhaylovich**

Ailamazyan Pereslavl University

[wanna`runaway@mail.ru](mailto:wanna`runaway@mail.ru)

(pp. 303–320)

**Lezhneva, Julia Alexandrovna**

Ailamazyan Pereslavl University

[sisters@pereslavl.ru](mailto:sisters@pereslavl.ru)

(pp. 321–335)

**Magsumov, Dmitry Rustemovich**Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy  
of Sciences[dimam@interin.ru](mailto:dimam@interin.ru)

(pp. 76–89, 90–100)

**Mashtakov, Alexey Pavlovich**

Ailamazyan Pereslavl University

[alexey.mashtakov@gmail.com](mailto:alexey.mashtakov@gmail.com)

(pp. 117–131)

**Mikhailov, Alexey Yurevich**

Ailamazyan Pereslavl University

[karma@galois.botik.ru](mailto:karma@galois.botik.ru)

(pp. 132–146)

- Nedev, Maxim Dimitrovich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[paladin@pereslavl.ru](mailto:paladin@pereslavl.ru) (pp. 147–156)
- Prusova, Kristina Vyacheslavovna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[kristy'87@mail.ru](mailto:kristy'87@mail.ru) (pp. 336–343)
- Rancev, Sergey Sergeevich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[diklaker@gmail.com](mailto:diklaker@gmail.com) (pp. 157–160)
- Stepanov, Dmitriy Nikolaevich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[mitek@joker.botik.ru](mailto:mitek@joker.botik.ru) (pp. 161–169)
- Stotsky, Max Viktorovich**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[ms@pereslavl.ru](mailto:ms@pereslavl.ru) (pp. 170–182)
- Tikhonova, Ulyana Nikolaevna**  
Saint-Petersburg State Polytechnical University  
[ulyana.tihonova@gmail.com](mailto:ulyana.tihonova@gmail.com) (pp. 183–194)
- Tyutliaeva, Ekaterina Olegovna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[ordi@xgl.pereslavl.ru](mailto:ordi@xgl.pereslavl.ru) (pp. 195–205)
- Vakhrina, Anna Yurevna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[anya@dispells.pereslavl.ru](mailto:anya@dispells.pereslavl.ru) (pp. 252–262)
- Wjasileva, Ilvira Nasibulloevna**  
Ailamazyan Pereslavl University  
[elvira'vyasileva@mail.ru](mailto:elvira'vyasileva@mail.ru) (pp. 38–51)

## Авторский указатель

**Амелькина, Мария Алексеевна**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН

[sam@sam.botik.ru](mailto:sam@sam.botik.ru)

(с. 224–227)

**Анпилогов, Артем Олегович**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН

[shadow\\_r789@mail.ru](mailto:shadow_r789@mail.ru)

(с. 5–8)

**Ардентов, Андрей Андреевич**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41

[aaa@pereslavl.ru](mailto:aaa@pereslavl.ru)

(с. 9–22, 170–182)

**Базаркин, Алексей Николаевич**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН

[bugs@interin.ru](mailto:bugs@interin.ru)

(с. 23–37)

**Байджанова, Зарина Хасановна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 3Э63

[zarinkathebest@rambler.ru](mailto:zarinkathebest@rambler.ru)

(с. 228–233)

**Безрук, Юлия Андреевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 4М51

[guru@pereslavl.ru](mailto:guru@pereslavl.ru)

(с. 76–89)

**Белякин, Александр Юрьевич**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН

[vip@pereslavl.ru](mailto:vip@pereslavl.ru)

(с. 90–100)

**Бондаренко, Ирина Андреевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43

[twin31@gmail.com](mailto:twin31@gmail.com)

(с. 234–243)

**Буланова, Надежда Юрьевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 4Э53

[thomasina@pereslavl.ru](mailto:thomasina@pereslavl.ru)

(с. 244–251)

**Вахрина, Анна Юрьевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43

[anya@dispells.pereslavl.ru](mailto:anya@dispells.pereslavl.ru)

(с. 252–262)

**Вясилева, Эльвира Насибуллоевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[elvira\\_vyasileva@mail.ru](mailto:elvira_vyasileva@mail.ru) (с. 38–51)

**Глуховцев, Андрей Сергеевич**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5И42  
[and@interin.ru](mailto:and@interin.ru) (с. 52–56)

**Гришанина, Екатерина Олеговна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[katusha@katusha.pereslavl.ru](mailto:katusha@katusha.pereslavl.ru) (с. 263–272)

**Елистратов, Алексей Викторович**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН  
[concept@pereslavl.ru](mailto:concept@pereslavl.ru) (с. 57–62)

**Емельянова, Юлия Геннадиевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[tajra@joker.botik.ru](mailto:tajra@joker.botik.ru) (с. 63–70)

**Ефимова, Анна Андреевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 1М81  
[theorem@joker.botik.ru](mailto:theorem@joker.botik.ru) (с. 71–75)

**Иванова, Ольга Сергеевна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[olety@yandex.ru](mailto:olety@yandex.ru) (с. 273–284)

**Казаков, Илья Федорович**

аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН  
[kazakov@interin.ru](mailto:kazakov@interin.ru) (с. 76–89, 90–100)

**Канайкин, Роман Геннадьевич**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[romero@pereslavl.ru](mailto:romero@pereslavl.ru) (с. 285–296)

**Кириллова, Юлия Александровна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[yula@joker.botik.ru](mailto:yula@joker.botik.ru) (с. 297–302)

**Костюшко, Марина Владимировна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 3М61  
[marisha-k.13@mail.ru](mailto:marisha-k.13@mail.ru) (с. 76–89)

- Куликов, Дмитрий Евгеньевич**  
аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН  
[kulikov@interin.ru](mailto:kulikov@interin.ru) (с. 101–116)
- Левинсон, Дмитрий Михайлович**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5И42  
[wanna\\_runaway@mail.ru](mailto:wanna_runaway@mail.ru) (с. 303–320)
- Лежнева, Юлия Александровна**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[sisters@pereslavl.ru](mailto:sisters@pereslavl.ru) (с. 321–335)
- Магсумов, Дмитрий Рустэмович**  
аспирант ИПС имени А. К. Айламазяна РАН  
[dimam@interin.ru](mailto:dimam@interin.ru) (с. 76–89, 90–100)
- Маштакoв, Алексей Павлович**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[alexey.mashtakov@gmail.com](mailto:alexey.mashtakov@gmail.com) (с. 117–131)
- Михайлов, Алексей Юрьевич**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[karma@galois.botik.ru](mailto:karma@galois.botik.ru) (с. 132–146)
- Недев, Максим Димитрович**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[paladin@pereslavl.ru](mailto:paladin@pereslavl.ru) (с. 147–156)
- Прусова, Кристина Вячеславовна**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43  
[kristy\\_87@mail.ru](mailto:kristy_87@mail.ru) (с. 336–343)
- Ранцев, Сергей Сергеевич**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5И42  
[diklaker@gmail.com](mailto:diklaker@gmail.com) (с. 157–160)
- Степанов, Дмитрий Николаевич**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 3М61  
[mitek@joker.botik.ru](mailto:mitek@joker.botik.ru) (с. 161–169)
- Стоцкий, Максим Викторович**  
УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41  
[ms@pereslavl.ru](mailto:ms@pereslavl.ru) (с. 170–182)

**Тихонова, Ульяна Николаевна**

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

[ulyana.tihonova@gmail.com](mailto:ulyana.tihonova@gmail.com) (с. 183–194)

**Тютляева, Екатерина Олеговна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41

[ordi@xgl.pereslavl.ru](mailto:ordi@xgl.pereslavl.ru) (с. 195–205)

**Фесько, Олесь Владимирович**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5М41

[fov@pereslavl.ru](mailto:fov@pereslavl.ru) (с. 206–217)

**Черкасова, Анастасия Викторовна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 5Э43

[chanas@pereslavl.ru](mailto:chanas@pereslavl.ru) (с. 344–350)

**Черников, Максим Константинович**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 3М61

[master@joker.botik.ru](mailto:master@joker.botik.ru) (с. 218–223)

**Чернышова, Ирина Владимировна**

УГП имени А. К. Айламазяна, учебная группа 4Э54

[ira@joker.botik.ru](mailto:ira@joker.botik.ru) (с. 351–359)

## Contents

<i>Foreword</i> .....	3
Informatics and mathematics	
<b>Anpilgov A. O.</b> <i>Developing module of sensor net BMSS2</i> .....	5
<b>Ardentov A. A.</b> <i>Sequential and parallel algorithms and programs for approximate solving systems of algebraic equations in control theory problems</i> .....	9
<b>Bazarkin A. N.</b> <i>Main principles of temporal relational data models construction</i> .....	23
<b>Wjasileva I. N.</b> <i>Degree of thermodynamic perfection of simple systems of heat exchange depending on hydrodynamics of flows</i> .....	38
<b>Glukhovtsev A. S.</b> <i>Creation of a package of reports of diagnostic researches in technology the Free document of medical information system of family Interin PROMIS for information of activity of diagnostic branches</i> .....	52
<b>Elistratov A. V.</b> <i>Development of a hardware–software means of assemblies of switching of regional networks</i> .....	57
<b>Emelyanova Ju. G.</b> <i>The control of spacecraft orientation management system with cognitive graphics application</i> .....	63
<b>Efimova A. A.</b> <i>The problems about degree of steady for matrix and linear inequalities</i> ..	71
<b>Kazakov I. F., Magsumov D. R., Bezruk Ju. A., Kostyushko Ma. V.</b> <i>Personal halthcare information system Interin DOC</i> .....	76
<b>Kazakov I. F., Magsumov D. R., Belyakin A. J.</b> <i>Regional medical information system of accounting for additional medicinal maintenance</i> .....	90
<b>Kulikov D. E.</b> <i>Data visualisation in the medical information systems. Issues and solutions</i> .....	101

<b>Mashtakov A. P.</b>	
<i>Approximate solution to control problem for nonlinear five-dimensional systems via nilpotent approximation . . . . .</i>	<i>117</i>
<b>Mikhailov A. Y.</b>	
<i>Effective traffic measurement and accounting . . . . .</i>	<i>132</i>
<b>Nedev M. D.</b>	
<i>Protocols and algorithms in LoWPAN-networks . . . . .</i>	<i>147</i>
<b>Rancev S. S.</b>	
<i>Developing power supply NanoUP . . . . .</i>	<i>157</i>
<b>Stepanov D. N.</b>	
<i>Development and realization of client part of information system of Pereslavl University based on technology named AJAX . . . . .</i>	<i>161</i>
<b>Stotsky M. V., Ardentov A. A.</b>	
<i>Searching similar images for DMSP pictures . . . . .</i>	<i>170</i>
<b>Tikhonova U. N.</b>	
<i>The New Method of Definition of Domain-Specific Languages . . . . .</i>	<i>183</i>
<b>Tyutliaeva E. O.</b>	
<i>Development and implementation of distributed remote sensing data storage . . . . .</i>	<i>195</i>
<b>Fesko O. V.</b>	
<i>Optimization of dynamical systems in the set of piecewise constant controls . . . . .</i>	<i>206</i>
<b>Chernikov M. K.</b>	
<i>Sensor, a SPAM statistics process-handler and web-pages in the Nadmin system User Interface development . . . . .</i>	<i>218</i>
<b>Applied Informatics in Economy</b>	
<b>Amelkina M. A.</b>	
<i>Determination of quality of yield product selling at nonstationary markets . . . . .</i>	<i>224</i>
<b>Baidjanova Z.</b>	
<i>Pricing of excise commodities . . . . .</i>	<i>228</i>
<b>Bondarenko I. A.</b>	
<i>The concept of product life-cycle of the network marketing . . . . .</i>	<i>234</i>
<b>Bulanova N. Y.</b>	
<i>The not state pension funds: a reality and prospects . . . . .</i>	<i>244</i>

<b>Vakhrina A. Y.</b>	
<i>Mathematical model of resources exchange in a closed economic system</i> .....	252
<b>Grishanina E. O.</b>	
<i>The estimation of share rental income of extractive production incoming consolidated budget of the Russian Federation</i> .....	263
<b>Ivanova O. S.</b>	
<i>Analysis of state of labour-market in Pereslavl-Zalessky accounting distribution of wage</i> .....	273
<b>Kanaykin R. G.</b>	
<i>Analysis of state accounts receivable and accounts payable at OOO "Reamol"</i> .....	285
<b>Kirillova Yu. A.</b>	
<i>Financing of pre-school educational institutions</i> .....	297
<b>Levinson D. M.</b>	
<i>Audit of information system of Joint-Stock Company "Chelyabinsk-vostok-service"</i> .....	303
<b>Lezhneva Ju. A.</b>	
<i>The problems of the policy of assistance to employment</i> .....	321
<b>Prusova K. V.</b>	
<i>Policy of bringing in of capital of OOO IKB "Sovkombank"</i> .....	336
<b>Cherkasova A. V.</b>	
<i>The methods of intellectual property assessment</i> .....	344
<b>Chernyshova I. V.</b>	
<i>Forming last price for consumption electricity on example OAO "Yaroslavskaya market company"</i> .....	351
<i>Author index</i> .....	360
<i>Author index in Russian</i> .....	364
<i>Contents</i> .....	368
<i>Contents in Russian</i> .....	371

## Содержание

<i>Предисловие</i> .....	3
<b>Информатика и математика</b>	
<b>Анпилогов А. О.</b> <i>Разработка программно-аппаратных средств беспроводных сенсорных сетей</i> .....	5
<b>Ардентов А. А.</b> <i>Параллельные и последовательные алгоритмы и программы решения систем уравнений в задачах оптимального управления</i> ..	9
<b>Базаркин А. Н.</b> <i>Основные принципы построения темпоральных реляционных моделей данных</i> .....	23
<b>Вясилева Э. Н.</b> <i>Термодинамическая эффективность простых систем теплообмена с учетом гидродинамики потоков</i> .....	38
<b>Глуховцев А. С.</b> <i>Создание пакета протоколов диагностических исследований в технологии Свободный документ медицинской информационной системы семейства Интерин PROMIS для информатизации деятельности диагностических отделений</i> .....	52
<b>Елистратов А. В.</b> <i>Разработка программно-аппаратных средств узлов коммутации региональных сетей</i> .....	57
<b>Емельянова Ю. Г.</b> <i>Контроль системы управления ориентацией космического аппарата с применением когнитивной графики</i> .....	63
<b>Ефимова А. А.</b> <i>Задача о степени устойчивости матрицы и линейные неравенства</i> .....	71
<b>Казаков И. Ф., Магсумов Д. Р., Безрук Ю. А., Костюшко М. В.</b> <i>Персональная медицинская информационная система «Интерин ДОС»</i> .....	76
<b>Казаков И. Ф., Магсумов Д. Р., Белякин А. Ю.</b> <i>Региональная МИС лекарственного обеспечения</i> .....	90

<b>Куликов Д. Е.</b>	
<i>Визуальное представление данных в медицинских информационных системах. Проблемы и способы их решения . . . . .</i>	<i>101</i>
<b>Маштаков А. П.</b>	
<i>Приближенное решение задачи управления для нелинейных пятимерных систем на основе нильпотентной аппроксимации . . . . .</i>	<i>117</i>
<b>Михайлов А. Ю.</b>	
<i>Средства эффективного учета и анализа сетевого трафика . . . . .</i>	<i>132</i>
<b>Недев М. Д.</b>	
<i>Протоколы и алгоритмы в LoWPAN-сетях . . . . .</i>	<i>147</i>
<b>Ранцев С. С.</b>	
<i>Разработка блока бесперебойного питания NanoUPS . . . . .</i>	<i>157</i>
<b>Степанов Д. Н.</b>	
<i>Разработка и реализация клиентской части информационной системы Университета города Переславля на основе технологии AJAX . . . . .</i>	<i>161</i>
<b>Стоцкий М. В., Ардентов А. А.</b>	
<i>Поиск похожих изображений для снимков DMSP . . . . .</i>	<i>170</i>
<b>Тихонова У. Н.</b>	
<i>Новый метод определения проблемно-ориентированных языков . . . . .</i>	<i>183</i>
<b>Тютляева Е. О.</b>	
<i>Разработка и реализация распределенного архива изображений дистанционного зондирования Земли . . . . .</i>	<i>195</i>
<b>Фесько О. В.</b>	
<i>Оптимизация динамических систем на множестве кусочно- постоянных управлений . . . . .</i>	<i>206</i>
<b>Черников М. К.</b>	
<i>Разработка сенсора, процесса-обработчика спам-статистики и web-страниц на интерфейсе пользователя системы Nadmin . . . . .</i>	<i>218</i>
<b>Прикладная информатика в экономике</b>	
<b>Амелькина М. А.</b>	
<i>Определение качественных характеристик продукции, реализуемой предприятием на нестационарном рынке . . . . .</i>	<i>224</i>
<b>Байджанова З. Х.</b>	
<i>Элементы ценообразования на примере подакцизных товаров . . . . .</i>	<i>228</i>

<b>Бондаренко И. А.</b>	
<i>Концепция жизненного цикла товара фирмы сетевого маркетинга</i> .....	234
<b>Буланова Н. Ю.</b>	
<i>Негосударственные пенсионные фонды: реальность и перспективы</i> .....	244
<b>Вахрина А. Ю.</b>	
<i>Математическая модель ресурсообмена в замкнутой экономической системе</i> .....	252
<b>Гришанина Е. О.</b>	
<i>Оценка доли рентного дохода добывающих производств, поступающей в консолидированный бюджет Российской Федерации</i> .....	263
<b>Иванова О. С.</b>	
<i>Анализ состояния рынка труда города Переславля-Залесского с учетом существования слабозащищенных слоев населения</i> .....	273
<b>Канайкин Р. Г.</b>	
<i>Анализ состояния дебиторской и кредиторской задолженностей ООО «Реамол»</i> .....	285
<b>Кириллова Ю. А.</b>	
<i>Финансирование дошкольных образовательных учреждений</i> .....	297
<b>Левинсон Д. М.</b>	
<i>Аудит информационной системы ЗАО «Челябинск-Восток-Сервис»</i> .....	303
<b>Лежнева Ю. А.</b>	
<i>Проблемы политики содействия занятости населения</i> .....	321
<b>Прусова К. В.</b>	
<i>Политика привлечения капитала ООО ИКБ «Совкомбанк»</i> .....	336
<b>Черкасова А. В.</b>	
<i>Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности</i> .....	344
<b>Чернышова И. В.</b>	
<i>Формирование конечной цены для потребления электроэнергии на примере ОАО «Ярославская бытовая компания»</i> .....	351
<i>Author index</i> .....	360
<i>Авторский указатель</i> .....	364
<i>Contents</i> .....	368

Научное издание

## *Труды конференции*

Труды Молодежной научно-практической конференции  
«Научоёмкие информационные технологии»  
УГП имени А. К. Айламазяна,  
г. Переславль-Залесский, апрель 2009

Для научных работников, аспирантов и студентов

Редакционная коллегия сборника: С. М. Абрамов (председатель),  
С. А. Амелькин, Я. И. Гулиев, В. И. Гурман, С. В. Знаменский,  
Е. В. Рюмина, Ю. Л. Сачков, В. М. Хачумов, А. М. Цирлин

Ответственный за выпуск *С. В. Знаменский*  
Дизайн обложки *Н. А. Федотова*

Изд. лиц. ИД № 01389 от 30.03.2000  
Подписано к печати 27.04.2009 Гарнитура Computer Modern (LN)  
Формат 60 × 84/16 Усл. печ. л. 18.93 Уч.-изд. л. 22.98

Издательство «Университет города Переславля»



---

Электронное издание. Открытый доступ:  
<https://edu.botik.ru/proceedings/sit2009.pdf>

**152020, Ярославская обл.,  
г. Переславль-Залесский,  
ул. Советская, 2**

**<http://u.pereslavl.ru>  
[adm@u.pereslavl.ru](mailto:adm@u.pereslavl.ru)  
приемная (48535)98-131**