

№ 3 (89) май-июнь 2015

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет —
учебно-научно-производственный комплекс» (Госуниверситет – УНПК)

Редакционный совет

Голенков В.А., председатель
Радченко С.Ю., заместитель председателя
Борзенков М.И., секретарь

Астафичев П.А., Иванова Т.Н., Киричек А.В.,
Колчунов В.И., Константинов И.С.,
Новиков А.Н., Попова Л.В., Степанов Ю.С.

Главный редактор

Константинов И.С.

Редколлегия

Архипов О.П. (Орел, Россия)
Аверченков В.И. (Брянск, Россия)
Ерёменко В.Т. (Орел, Россия)
Иванников А.Д. (Москва, Россия)
Коськин А.В. (Орел, Россия)
Подмастерьев К.В. (Орел, Россия)
Поляков А.А. (Москва, Россия)
Савина О.А. (Орел, Россия)
Раков В.И. (Орел, Россия)

Рубрики номера

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-40
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах.....41-86
3. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....87-104
4. Информационная безопасность и защита информации.....105-127

Редакция

О.И. Константинова
А.А. Митин

Сдано в набор 15.04.2015 г.

Подписано в печать 26.04.2015 г.

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз.

Заказ № 88/15П1

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

302030, г. Орел, ул. Московская, 65

Подписной индекс 15998
по объединенному каталогу
«Пресса России»

**Материалы статей печатаются в авторской редакции.
Право использования произведений предоставлено
авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части
ГК РФ.**

Журнал входит в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий**, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

Адрес учредителя журнала

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 42-00-24; www.gu-unpk.ru;
E-mail: unpk@ostu.ru

Адрес редакции

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40
(4862) 43-40-39; www.gu-unpk.ru;
E-mail: isit@ostu.ru

Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере
связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций.

Св-во о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС77-47350 от 03.11.2011 г.

©Госуниверситет – УНПК, 2015

№ 3 (89) May-June 2015

The journal is published since 2002, leaves six times a year
The founder – State University – Education-Science-Production Complex

Editorial council

Golenkov V.A., president
Radchenko S.Y., vice-president
Borzenkov M.I., secretary

Astafichev P.A., Ivanova T.N., Kirichek A.V.,
Kolchunov V.I., Konstantinov I.S.,
Novikov A.N., Popova L.V., Stepanov Y.S.

Editor-in-chief

Konstantinov I.S.

Editorial board

Arhipov O.P. (Orel, Russia)
Averchenkov V.I. (Bryansk, Russia)
Eremenko V.T. (Orel, Russia)
Ivannikov A.D. (Moscow, Russia)
Koskin A.V. (Orel, Russia)
Podmasteriev K.V. (Orel, Russia)
Polyakov A.A. (Moscow, Russia)
Savina O.A. (Orel, Russia)
Rakov V.I. (Orel, Russia)

*It is sent to the printer's on 15.04.2015,
26.04.2015 is put to bed
Format 60x88 1/8.
Convent. printer's sheets 7,5. Circulation 300 copies
The order № 88/15П1
It is printed from a ready dummy layout
on polygraphic base of State University – ESPC
302030, Orel, Moskovskaya street, 65*

*Index on the catalogue
«Pressa Rossii» 15998*

Journal is included into the list of the Higher Attestation Commission for publishing the results of theses for competition the academic degrees.

In this number

1. Mathematical and computer simulation....5-40
2. Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....41-86
3. Telecommunication systems and computer networks.....87-104
4. Information and data security.....105-127

The editors

Konstantinova O.I.
Mitin A.A.

The address of the founder of journal

302020, Orel, Highway Naugorskoe, 29
(4862) 42-00-24; www.gu-unpk.ru;
E-mail: unpk@ostu.ru

The address of the editorial office

302020, Orel, Highway Naugorskoe, 40
(4862) 43-40-39; www.gu-unpk.ru;
E-mail: isit@ostu.ru

Journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.
The certificate of registration
ПИ № ФС77-47350 from 03.11.2011.

© State University – ESPC, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>А.П. ГОРДИЕНКО</i> Вычисление атрибутов в процессе нисходящего таблично-управляемого разбора.....	5-9
<i>П.А. ЛОМОВ, Е.Ю. ДАНИЛОВ</i> Визуализация с помощью когнитивных фреймов для передачи знаний.....	10-18
<i>М.В. САГАЦИЯН, Г.С. ТУПИЦИН</i> Анализ эффективности нейросетевых алгоритмов в задаче дикторонезависимого распознавания речевых команд.....	19-26
<i>В.А. СМАГИН</i> Оптимальное вероятностное квантование информации в пространстве с гарантированным ограничением зон влияния квантов.....	27-33
<i>Ю.Г. ТАБАКОВ</i> Концептуальный подход обработки НЧ сигналов.....	34-40

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

<i>И.В. АРТАМОНОВ</i> Анализ устойчивости бизнес-транзакций с помощью цепей Маркова.....	41-46
<i>П.П. КЕЙНО, А.В. СИЛУЯНОВ</i> Декларативный подход описания динамических структур серверной стороны при разработке web-узлов....	47-51
<i>С.В. КОСТАРЕВ, В.А. ЛИПАТНИКОВ</i> Анализ состояния и динамики качества объектов автоматизированной системы менеджмента предприятия интегрированной структуры.....	52-64
<i>Р.А. ЛУНЁВ, А.А. СТЫЧУК, В.Н. ВОЛКОВ, А.А. МИТИН</i> Геосоциальный сервис как электронная услуга населению.....	65-70
<i>Д.С. МИШИН, К.К. МАСАЛЫГИН, А.Г. СТАВЦЕВА</i> Автоматизация сбора и обработки данных в корпоративном портале промышленного предприятия.....	71-77
<i>М.В. ТУМБИНСКАЯ</i> Совершенствование функционирования информационных систем Internet Banking.....	78-86

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

<i>А.Б. ГОЛЬДШТЕЙН</i> Модель управления туннелированием в сети IP/MPLS.....	87-93
<i>Ф.Н. МУСЛИМОВА</i> Повышение отказоустойчивости распределенных информационно-вычислительных комплексов правоохранительных органов.....	94-98
<i>П.Б. ХОРЕВ, А.В. ЛАРИОНОВА (ТАРЕЛИНА)</i> Метод оценки согласованности текста при фильтрации спама.....	99-104

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>В.Ф. МАКАРОВ</i> Ортогональные преобразования в системах защиты информации сетевых компьютерных технологий.....	105-111
<i>В.С. ОЛАДЬКО, И.Е. ХАБАРОВ</i> Подход к оценке эффективности методов обеспечения целостности информации в корпоративной сети предприятия.....	112-118
<i>В.В. ФЕДОРЕНКО, А.В. СУКМАНОВ, В.Е. РАЧКОВ, Д.В. ШЛАЕВ</i> Оценка характеристик телеметрического кадра при передаче по дискретному каналу с помехоустойчивым кодированием.....	119-127

CONTENT

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

<i>GORDIENKO A.P.</i> Computation of attributes in process of descending tabular controlled parse.....	5-9
<i>LOMOV P.A., DANILOV E.Yu.</i> Visualization of ontologies with of cognitive frames for knowledge transmission.....	10-18
<i>SAGACIYaN M.V., TUPICY'N G.S.</i> Analysis of efficiency neural network algorithm in the problem of speaker-independent voice recognition.....	19-26
<i>SMAGIN V.A.</i> Optimum likelihood quantization of the information in space with the guaranteed restriction of zones of influence of quanta.....	27-33
<i>TABAKOV Yu.G.</i> Conceptual approach the processing of LF signal.....	34-40

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

<i>ARTAMONOV I.V.</i> Analysis of business transaction soundness with Markov chains.....	41-46
<i>KEJNO P.P., SILUYaNOV A.V.</i> Declarative approach description of dynamic server-side structures in the development of web-nodes.....	47-51
<i>KOSTAREV S.V., LIPATNIKOV V.A.</i> Analysis of status and trends in the quality of the automated management system of enterprise integrated structure.....	52-64
<i>LUNYoV R.A., STY'ChUK A.A., VOLKOV V.N., MITIN A.A.</i> Geosocial service as electronic service to the population.....	65-70
<i>MISHIN D.S., MASALY'GIN K.K., STAVCEVA A.G.</i> Automate the collection and processing of data into corporate portals industrial enterprise.....	71-77
<i>TUMBINSKAYa M.V.</i> Improving the functioning of information systems Internet Banking.....	78-86

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

<i>GOL'DShTEJN A.B.</i> IP/MPLS tunnels control model.....	87-93
<i>MUSLIMOVA F.N.</i> Improving fault-tolerant distributed information and computing systems of law enforcement agencies.....	94-98
<i>XOREV P.B., LARIONOVA (TARELINA) A.V.</i> Method of text coherence evaluation for spam filtering.....	99-104

INFORMATION AND DATA SECURITY

<i>MAKAROV V.F.</i> Orthogonal transformations in systems of information security of network computer technologies.....	105-111
<i>OLAD'KO V.S., XABAROV I.E.</i> The approach to evaluating the effectiveness of methods to ensure the integrity of information in a corporate network.....	112-118
<i>FEDORENKO V.V., SUKMANOV A.V., RACHKOV V.E., ShLAEV D.V.</i> Specification evaluation of telemetry frame at transmission in a discrete channel with noiseproof coding.....	119-127

УДК 004.4'414

А.П. ГОРДИЕНКО

ВЫЧИСЛЕНИЕ АТТРИБУТОВ В ПРОЦЕССЕ НИСХОДЯЩЕГО ТАБЛИЧНО-УПРАВЛЯЕМОГО РАЗБОРА

В статье предлагается метод вычисления атрибутов в процессе нисходящего таблично-управляемого разбора. Он основан на введении в синтаксический анализатор дополнительного стека для хранения значений атрибутов. Он подобен стеку программы, хранящему записи активаций и, таким образом, позволяет оперировать с атрибутами, как в методе рекурсивного спуска.

Ключевые слова: синтаксически управляемая трансляция; атрибутивные грамматики; LL(1)-разбор; упорядочивание вычисления атрибутов.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке транслятора, использующего нисходящий таблично-управляемый разбор, возникают трудности при вычислении атрибутов, поскольку применение продукции $A \rightarrow \alpha$ требует замены в стеке символа A на последовательность α , но в это время еще невозможно вычислить синтезируемые атрибуты нетерминала A . Поэтому в стек вводят записи действий и записи синтеза, которые содержат значения атрибутов, указатели на атрибуты и указатели на фрагменты кода, вычисляющие значения атрибутов. При этом должны быть разработаны весьма запутанные правила копирования полей записей. Нисходящий разбор методом рекурсивного спуска предполагает довольно-таки простой способ вычисления атрибутов: синтезируемые атрибуты – это значения функций, а наследуемые – их параметры. В статье предлагается метод вычисления атрибутов в процессе нисходящего таблично-управляемого разбора, в котором процесс вычисления атрибутов не сложнее, чем в методе рекурсивного спуска. Это достигается введением в синтаксический анализатор отдельного стека для хранения атрибутов. Он подобен стеку программы, хранящему записи активаций и, таким образом, позволяет оперировать с атрибутами, как в методе рекурсивного спуска.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ

В книге [1], являющейся основным учебником по курсу «Построение трансляторов», предлагается следующий метод: «В дополнение к записям, представляющим терминалы и нетерминалы, стек синтаксического анализатора хранит записи действий, представляющие выполняемые действия, и записи синтеза для хранения синтезируемых атрибутов нетерминалов». При таком подходе требуется делать многократные копии атрибутов, поскольку порядок появления грамматических символов в стеке противоположен требуемому порядку вычисления атрибутов. В названной выше книге необходимость копирования атрибутов обосновывается следующим образом: «Когда синтаксический анализатор выполняет раскрытие с использованием продукции $A \rightarrow BC$, он заменяет A на вершине стека на BC . Предположим, что нетерминал C имеет наследуемый атрибут $C.i$. В силу продукции $A \rightarrow BC$ наследуемый атрибут $C.i$ может зависеть не только от наследуемых атрибутов A , но и от всех атрибутов B . Значит, все необходимые для вычисления $C.i$ атрибуты должны быть сохранены в записи действий, которые вычисляют $C.i$. В противном случае, когда синтаксический анализатор заменит A на вершине стека на BC , наследуемые атрибуты A просто исчезнут вместе с соответствующими записями в стеке».

В монографии Льюиса, Розенкранца и Стирнза [2] такой метод описан более подробно. Здесь предлагается сначала приводить схему трансляции к форме простого

присваивания, из которой явно могут быть получены действия, копирующие значения атрибутов. Этот же метод описан и в учебном пособии [3].

При нисходящем разборе методом рекурсивного спуска процесс вычисления атрибутов интуитивно понятен. Для каждого нетерминала A строится функция разбора, в нее для каждого наследуемого атрибута добавляется параметр. Таким образом, в момент вызова функции ей будут доступны значения наследуемых атрибутов нетерминала A . Эта функция возвращает значения синтезируемых атрибутов нетерминала A . Возникает вопрос: нельзя ли так же просто, без дополнительных копирований вычислять атрибуты и при таблично-управляемом разборе? Далее мы покажем, что ответ на этот вопрос – положительный.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ МЕТОД

Основная идея предлагаемого метода заключается в добавлении к основному стеку стека параметров, который будет моделировать передачу параметров, как в методе рекурсивного спуска. Поскольку таблично-управляемый разбор, как и метод рекурсивного спуска, порождает вычислительный процесс обхода дерева разбора в глубину, в нем можно смоделировать передачу параметров. Приняв, что параметры передаются значением, а функции возвращают значения в стеке, сформулируем правила работы со стеком:

- 1) для передачи параметра функции его значение нужно занести в стек;
- 2) для выдачи результата функции его значение тоже нужно занести в стек;
- 3) значение функции, полученное в теле вызвавшей ее функции, далее

рассматривается как локальная переменная;

4) перед выдачей значения функции ее параметры и локальные переменные нужно удалить из стека.

Рассмотрим работу этого метода на хрестоматийном примере схемы трансляции, вычисляющей значение арифметического выражения.

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

Пусть задана схема трансляции [4] (раздел 5.5), приведенная на рисунке 1. Она определяет процесс вычисления арифметических выражений. В ней в результате устранения левой рекурсии используются как синтезируемые атрибуты, так и наследуемые.

1) E	\rightarrow	T	$\{ R.i := T.val \}$	(1)
R	$\{ E.val := R.s \}$	(2)		
2) R	\rightarrow	$+ T$	$\{ R_1.i := R.i + T.val \}$	(3)
R_1	$\{ R.s := R_1.s \}$	(4)		
3) R	\rightarrow	$- T$	$\{ R_1.i := R.i - T.val \}$	(5)
R_1	$\{ R.s := R_1.s \}$	(6)		
4) R	\rightarrow	ϵ	$\{ R.s := R.i \}$	(7)
5) T	\rightarrow	(E)	$\{ T.val := E.val \}$	(8)
6) T	\rightarrow	num	$\{ T.val := num.val \}$	(9)

Рисунок 1 – Исходная схема трансляции

Здесь слева пронумерованы продукции, а справа – семантические действия. В исходной схеме трансляции нужно скорректировать действия так, чтобы они использовали значения стека. Для этого нам потребуются универсальные процедуры и функции, работающие со стеком:

- 1) процедура **push (x)**, которая заносит значение атрибута в стек;
- 2) функция без параметров **pop**, которая извлекает значение из стека;
- 3) функция **fromTop (i)**, которая читает i -тое от вершины стека значение.

Семантические действия будут выполнять процедуры без параметров. Они будут использовать стек. Определим массив таких процедур **act**, таким образом, **act[i]** – это вызов *i*-того действия.

В правых частях правил вместе с терминалами и нетерминалами будем ставить и символы действий вида **Act(i)**. В соответствии с вышеизложенными правилами работы со стеком атрибутов скорректируем семантические действия заданной схемы трансляции.

Первое действие должно взять из стека значение синтезируемого атрибута **T.val** и занести его как значение наследуемого атрибута **R.i**. Очевидно, что такое действие не меняет стек и может быть исключено из схемы трансляции. Аналогичные рассуждения касаются и действий 2, 4, 6, 7, 8.

Третье действие получает в стеке два значения **R.i** и **T.val**, складывает их и заносит в стек. Это реализуется следующим кодом:

{Tval:= pop; Ri:= pop; push(Ri+Tval)}.

Здесь **tval** и **ri** – временные локальные переменные семантической процедуры, получающие значения атрибутов **T.val** и **R.i** соответственно; их сумма – значение атрибута **R₁.i** – заносится в стек. Аналогично реализуется и пятое действие.

Девятое действие – присваивание лексического значения токена **num** синтезируемому атрибуту **T.val**. Оно эквивалентно занесению лексического значения в стек. Такое действие выполняется практически всегда, поэтому примем по умолчанию, что лексическое значение всегда заносится в стек. Таким образом, девятое действие как выполняющееся по умолчанию можно исключить из схемы трансляции.

В результате получится схема трансляции, приведенная на рисунке 2. Оказалось, что достаточно только двух семантических действий.

- 1) **E** → **T R**
- 2) **R** → **+ T {Tval:=pop; Ri:=pop; push(Ri+Tval)}** (1)
- R₁**
- 3) **R** → **- T {Tval:=pop; Ri:=pop; push(Ri-Tval)}** (2)
- R₁**
- 4) **R** → **ε**
- 5) **T** → **(E)**
- 6) **T** → **num**

Рисунок 2 – Результирующая схема трансляции

В алгоритме разбора при раскрытии нетерминала в стек синтаксического анализатора будут в составе правых частей продукций попадать и символы действий. Так, после раскрытия нетерминала **R** по второй продукции стек будет содержать

\$, ..., R, Act(1), T, +,

где **\$** – символ дна стека. Синтаксический анализатор, выполняя шаг разбора и встретив в своем стеке символ действия, должен по его индексу вызвать процедуру из массива **act** и после этого удалить этот символ из стека. В таблице 1 показан процесс обработки входной последовательности 3+5-6. В качестве символа конца последовательности и символа дна стека использован знак **\$**.

Таблица 1 – Процесс обработки входной последовательности 3+5-6

Шаг	Стек синтаксического анализатора	Буфер	Стек атрибутов	Действие синтаксического анализатора
-----	----------------------------------	-------	----------------	--------------------------------------

0	\$ E	3+5-6\$	\$	Раскрытие E по (1)
1	\$ R T	3+5-6\$	\$	Раскрытие T по (6)
2	\$ R num	3+5-6\$	\$	Терминал с лексич. значением
3	\$ R	+5-6\$	\$ 3	Раскрытие R по (2)
4	\$ R Act(1) T +	+5-6\$	\$ 3	Терминал
5	\$ R Act(1) T	5-6\$	\$ 3	Раскрытие T по (6)
6	\$ R Act(1) num	5-6\$	\$ 3	Терминал с лексич. значением
7	\$ R Act(1)	-6\$	\$ 3 5	Сем. действие
8	\$ R	-6\$	\$ 8	Раскрытие R по (2)
9	\$ R Act(2) T -	-6\$	\$ 8	Терминал
10	\$ R Act(2) T	6\$	\$ 8	Раскрытие T по (6)
11	\$ R Act(2) num	6\$	\$ 8	Терминал с лексич. значением
12	\$ R Act(2)	\$	\$ 8 6	Сем. действие
13	\$ R	\$	\$ 2	Раскрытие R по (4)
14	\$	\$	\$ 2	Успешное завершение

После успешного завершения трансляции стек атрибутов будет содержать единственное значение – результат трансляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый метод существенно упрощает и делает интуитивно понятным процесс вычисления атрибутов в процессе нисходящего таблично-управляемого разбора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахо А.В., Лам М.С., Сети Р., Ульман Дж.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. – 2-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 1184 с.
2. Льюис Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов: пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 655 с.
3. Опалева Э.А., Самойленко В.П. Языки программирования и методы трансляции. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 480 с.
4. Ахо А.В., Сети Р., Ульман Дж.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2003. – 768 с.

Гордиенко Александр Петрович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы»

Тел.: 8 906 570 44 40

E-mail: algord@rambler.ru

A.P. GORDIENKO (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Information systems» State University – ESPC, Orel*)

COMPUTATION OF ATTRIBUTES IN PROCESS OF DESCENDING TABULAR CONTROLLED PARSE

The paper proposes a method for calculating the attributes in the top-down table-driven parsing. It based on the inclusion into parser additional stack to store attribute values. The stack is similar to the program stack, storing activation records, and thus allows operate with attributes, as in the method of recursive descent.

Keywords: *syntax directed translation; attribute grammar; LL(1)-parser; ordering the evaluation of attributes.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Axo A.V., Lam M.S., Seti R., Ul'man Dzh.D. Kompilyatory': principy', texnologii i instrumentarij. – 2-e izd.: per. s angl. – M.: OOO «I.D. Vil'yams», 2008. – 1184 s.
2. L'yuis F., Rozenkranc D., Stirnz R. Teoreticheskie osnovy' proektirovaniya kompilyatorov: per. s angl. – M.: Mir, 1979. – 655 s.
3. Opaleva E'.A., Samojlenko V.P. Yazy'ki programmirovaniya i metody' translyacii. – SPb.: BXV-Peterburg, 2005. – 480 s.
4. Axo A.V., Seti R., Ul'man Dzh.D. Kompilyatory': principy', texnologii i instrumenty': per. s angl. – M.: OOO «I.D. Vil'yams», 2003. – 768 s.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ КОГНИТИВНЫХ ФРЕЙМОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЗНАНИЙ

В данной работе предлагается технология визуализации онтологий, ориентированная в первую очередь на облегчение получения представленных в них знаний экспертом. Для этого предлагается формировать для понятий онтологии специальные структуры – когнитивные фреймы. Каждый когнитивный фрейм включает специальным образом сформированные фрагмент онтологии и соответствующий ему визуальный образ. Ожидается, что использование такого способа визуализации позволит упростить передачу онтологических знаний пользователю. В завершении рассмотрена программная реализация технологии в виде плагина для редактора онтологий Protégé.

Ключевые слова: визуализация онтологий; семантическая сеть; осмысление онтологий; когнитивный фрейм.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день онтологические модели находят свое применение в решении широкого спектра задач, включая автоматическое извлечение знаний из текстов на естественном языке, семантический поиск информации, интеллектуальное аннотирование и другие. В качестве де-факто стандартом описания онтологий, благодаря наличию богатых выразительных возможностей и вместе с тем формальной разрешимости, является язык описания веб-онтологий онтологий. Онтологии, описанные с помощью данного языка, представляют собой систему логических утверждений (аксиом) дискреционной логики, описывающих предметную область или задачу. Интерпретация пользователем их смысла усложняется по мере добавления в онтологию новых знаний. В итоге это приводит к появлению проблемы ее понимания [1] и затрудняет применение онтологии. В решении данной проблемы большую роль играет визуализация онтологий, эффективность которой существенно зависит от решаемой задачи.

Одной из таких задачи является осмысление онтологий [2] для ее повторного использования или изменения структуры ее понятийной системы. Технологии и программные средства, ориентированные на решение данной задачи, представлены в работах [2, 3-5]. Их отличительными чертами является наличие инструментов для построения обзорного представления онтологий, зуммирования и фильтрации отображаемых элементов.

Другой важной задачей также является визуализация результатов логического вывода. Ее суть заключается в создании визуального представления, способного проиллюстрировать вывод логических утверждений для объяснения его результатов [6, 7]. Однако на сегодняшний день актуальной также является задача эффективной передачи заключенных в онтологии знаний пользователю или эксперту, не знакомому с приемами и языками онтологического моделирования. Для решения этой задачи при визуализации необходимо учесть психологические особенности восприятия и структурирования человеком информации, а также общие принципы определения понятий в онтологиях. В качестве основы этого решения авторами предлагается использовать когнитивный фрейм (КФ) [8]. Под когнитивным фреймом в общем случае понимается визуализированный фрагмент онтологий, позволяющий передать человеку (эксперту) знания о некотором целевом понятии. По своей функции когнитивный фрейм близок к понятию «точка зрения» [9], однако в отличие от последнего он включает, помимо набора фактов о понятии, еще и соответствующий ему визуальный образ.

В соответствии с принятым определением когнитивный фрейм имеет две ключевые

составляющие – содержимое, соответствующее онтологическому контексту целевого понятия, и визуальный образ, предъявляемый эксперту. Первый компонент дает ответ на вопросы, что требуется визуализировать для эффективной трансляции знаний о понятии и каким образом это сделать. Предлагаемый в работе подход к человеко-машинной трансляции знаний основан на том наблюдении, что общие закономерности восприятия визуальной информации и структурирования знаний человеком отражаются как в его психологических свойствах, так и в самом описании понятия в онтологии. Первые проявляются в известных принципах гештальтпсихологии [10] и эффекте перцептивных стереотипов [10]. Вторые – в том, что при формировании онтологии понятия описываются экспертом с явным или неявным использованием инвариантных к предметным областям отношений и метапонятий, источниками которых являются онтологии верхнего уровня. Наша гипотеза заключается в том, что следование данным законам в процессе формирования визуализации позволит осуществлять успешную передачу знаний любой онтологии человеку.

В данной работе мы рассмотрим улучшенную версию процедуры формирования содержимого когнитивных фреймов на основе общих отношений [8], таких, как «таксономия», «партономия» и «зависимость». В качестве универсального визуального образа на данном этапе исследования используется графовая структура. Вопрос генерации более сложных визуальных образов предполагается рассмотреть в дальнейшем. Наряду с этим в работе представлены результаты экспериментальной оценки полноты и соответствия формируемых содержаний КФ для понятий онтологии, а также рассматривается практическая реализация предлагаемой технологии визуализации.

ОБЗОР ПРЕДЫДУЩЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В предыдущей работе [11] был рассмотрен вопрос автоматического формирования для OWL-онтологии ее упрощенной для визуализации модификации – онтологии пользовательского представления (ОПП), описанной языком модели SKOS [12]. Модель SKOS является более простой, чем модель OWL. В процессе формирования ОПП аксиомы исходной OWL-онтологии представлялись в виде совокупностей элементов модели SKOS: концептов, отношений и коллекций. Таким образом, ОПП можно рассматривать в виде графовой структуры. В качестве узлов такой структуры будут выступать понятия, соответствующие OWL-классам исходной онтологии. Дуги будут представлять отношения между OWL-классами.

Следующая работа [13] была посвящена визуализации ОПП, соответствующей некоторой прикладной онтологии на основе когнитивных фреймов. Было дано общее определение когнитивного фрейма:

$$KF(t) = \langle CT, VS \rangle,$$

где t – целевое понятие когнитивного фрейма; CT – содержание фрейма, множество дуг вида «понятие-отношение-понятие», отражающих смысловое значение понятия; VS – визуальный образ, формируемый на основе содержания.

В работе были также определены требования к когнитивному фрейму:

- компактность – фрейм должен включать не более 7-9 элементов;
- полнота – фрейм должен передавать всю информацию о понятии;
- привычность – визуальный образ фрейма должен быть знаком пользователю или фрейм должен представлять понятие с известной пользователю точки зрения.

Наряду с этим в работе был рассмотрен вопрос генерации когнитивных фреймов на основе инвариантных отношений, таких, как «таксономия», «партономия» и «зависимость». Далее данный вид фреймов будем называть структурными когнитивными фреймами. Для этого были предложены алгоритмы формирования их содержимого на основе окрестностей

целевого понятия. Под n -окрестностью некоторого понятия понимается множество понятий, связанных с ним одним видом отношений через $n-1$ понятие. Например, понятие t (рис. 1) имеет 2 окрестности по отношению A .

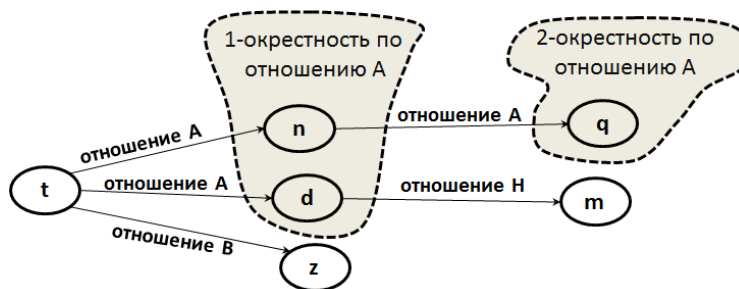


Рисунок 1 – Окрестности понятия t

При формировании содержания структурного когнитивного фрейма в него на каждом шаге включались понятия одной окрестности. Формирование заканчивалось по достижении порогового значения числа понятий. Заметим, что при этом для удовлетворения требования полноты в содержание всегда добавлялись все понятия окрестности, а не их часть. Наряду с этим при определении окрестностей учитывались правила избегания парадоксов транзитивности [14].

УЛУЧШЕННАЯ ПРОЦЕДУРА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ КОГНИТИВНЫХ ФРЕЙМОВ

Процедура формирования содержимого структурных когнитивных фреймов на основе окрестностей учитывает только одно направление отношений. Это приводит к тому, что структурный когнитивный фрейм для некоторого понятия может потенциально представить его соседей с более высоких или более низких уровней иерархии. При таком способе формирования остаются непредставленными понятия, находящиеся на том же уровне иерархии, что и целевое. Это не позволяет пользователю рассмотреть его в сравнительном аспекте. Зато позволит при отображении указать на отличительные черты понятия t по сравнению с другими понятиями, играющими для n ту же роль (рис. 2).

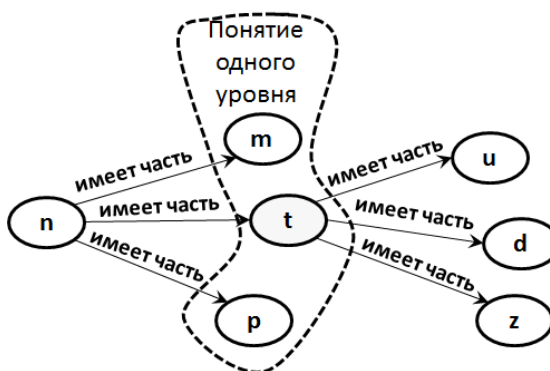


Рисунок 2 – Понятия одного уровня иерархии с t по отношению «имеет часть»

Для решения данной проблемы и учета понятий того же уровня, что и целевое, далее предлагается модифицированная процедура формирования содержания структурный когнитивных фреймов.

Введем понятие фронтальной $FN_k^f(t)$ (тыловой $BN_k^f(t)$) n -окрестности понятия t по отношению f как множества понятий, выступающих объектами (субъектами) в отношениях с

понятиями фронтальной или тыловой ($n-1$)-окрестности. При этом фронтальная и тыловая 0-окрестности по любому виду отношений включают только само понятие t (рис. 3).

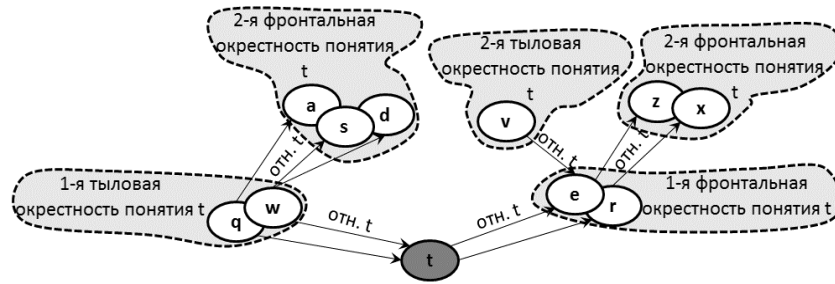


Рисунок 3 – Пример фронтальных и тыловых окрестностей понятия t

Модифицированная процедура формирования содержания структурных когнитивных фреймов для целевого понятия t состоит в последовательном формировании фронтальной и тыловой окрестностей и добавлении их к содержимому фрейма до достижения порогового значения числа понятий. Общая схема процедуры представлена на рисунке 4.

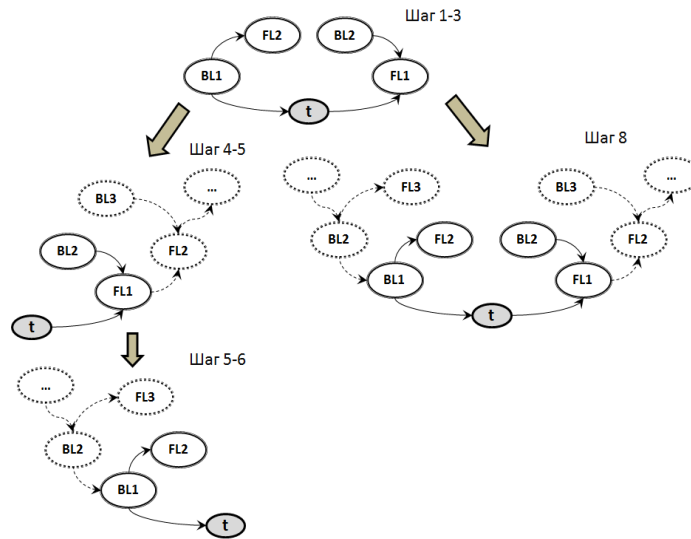


Рисунок 4 – Общая схема процедуры формирования содержимого структурных когнитивных фреймов

Модифицированная процедура выглядит следующим образом:

1. Строим $FN_1^f(t)$ и на ее основе строим тыловую окрестность $BN_2^f(t)$.
2. Строим $BN_1^f(t)$ и на ее основе строим фронтальную окрестность $FN_2^f(t)$.
3. Проверяем, достигнуло ли общее число понятий в окрестностях, полученных на шаге 1 и 2, порогового значения. Если достигнуло, переходим к шагу 4. Если нет, то добавляем понятия из сформированных окрестностей к содержимому фрейма $n=1$ и переходим к шагу 8.
4. Создаем отдельный фрейм и добавляем в его содержимое окрестности, полученные на шаге 1, $n=1$ и переходим к шагу 5.
5. Строим $FN_{k+1}^f(t)$ основе $FN_k^f(t)$. В случае, если пороговое значение не превышает, добавляем $FN_{k+1}^f(t)$ к содержимому фрейма. Далее на основе добавленной $FN_{k+1}^f(t)$ строим $BN_{k+2}^f(t)$ и также пытаемся добавить к содержимому. Если на данном шаге было достигнуто пороговое значение, то завершаем построение и переходим к шагу 6. Если нет, то $k=k+1$ и повторяем шаг 5.

6. Создаем отдельный фрейм и добавляем в его содержимое окрестности, полученные на шаге 2. $k=1$ и переходим к шагу 7.

7. Строим $BN_{k+1}^f(t)$ на основе $BN_k^f(t)$. В случае, если пороговое значение не превышает, добавляем $BN_{k+1}^f(t)$ к содержимому фрейма. Далее на основе добавленной $BN_{k+1}^f(t)$ строим $FN_{k+2}^f(t)$ и также пытаемся добавить к содержимому. Если на данном шаге было достигнуто пороговое значение, то завершаем процедуру. Если нет, то $k=k+1$ и повторяем шаг 7.

8. На основе созданной на предыдущем шаге $FN_k^f(t)$ строим следующую фронтальную окрестность $FN_{k+1}^f(t)$ и в случае, если пороговое значение не превышает, добавляем ее к содержимому. Далее на основе $FN_{k+1}^f(t)$ строим $BN_{k+2}^f(t)$ и также пытаемся добавить к содержимому. На основе созданной на предыдущем шаге $BN_k^f(t)$ строим следующую тыловую окрестность $BN_{k+1}^f(t)$ и в случае не превышения порогового значения, добавляем ее к содержимому. Далее на основе $BN_{k+1}^f(t)$ строим $FN_{k+2}^f(t)$ и также пытаемся добавить к содержимому. Если на данном шаге было достигнуто пороговое значение, то завершаем процедуру. Если нет, то $k=k+1$ и повторяем шаг 8.

В ходе данной процедуры на шагах 1-3 формируется основа содержимого фрейма. Далее в зависимости от заполнения происходит либо разделение ее на отдельные сегменты для двух разных фреймов, либо ее дальнейшее заполнение. Заметим, что при формировании окрестностей соблюдаются правила избегания парадоксов транзитивности, рассмотренных в работе [15].

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФРЕЙМОВ

Оценка предлагаемой технологии проводилась на основе установления сходства автоматически сформированных когнитивных фреймов с наборами фактов о понятиях, отобранных экспертами предметной области из прикладной онтологии. Обоснование такого способа оценки состоит в том, что наличие некоторого фрагмента содержания когнитивного фрейма в наборе фактов, сформированных человеком, говорит о том, что он похожим образом представляет себе понятие. Таким образом, данная оценка показывает, насколько некоторый когнитивный фрейм коррелирует со способами структурирования человеком информации об объектах действительности и тем самым является показателем его когнитивности.

Для проведения эксперимента были выбраны 5 понятий из онтологии сетевого оборудования, разработанной на основе онтологии верхнего уровня DOLCE. Для каждого понятия с использованной модифицированной процедуры были сформированы структурные когнитивные фреймы. Для данных понятий 5 экспертам было предложено отобрать из онтологии факты, относящиеся к каждому из понятий, и структурировать их по своему усмотрению. Под фактом в данном случае понимается тройка «понятие-свойство-понятие», представляющее ребро графа. Таким образом, для каждого понятия экспертом были сформированы несколько наборов фактов. Далее производилось сравнение наборов и когнитивных фреймов. Для каждого фрейма и набора, соответствующих одному понятию, определялась число одинаковых фактов. Фрейм и набор фактов с наибольшей оценкой считались соответствующими. У фрейма подсчитывалась оценка его когерентности и избыточности по отношению к набору фактов как доля одинаковых и различных для них фактов среди общего числа фактов во фрейме.

Усредненные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка соответствия и избыточности когнитивных фреймов

Когнитивные фреймы	Оценка соответствия	Оценка избыточности
--------------------	---------------------	---------------------

Транспортный уровень		
Таксономический фрейм	0.55	0.45
Партономический фрейм	0.27	0.73
Фрейм по зависимости	0.48	0.52
Сетевой маршрутизатор		
Таксономический фрейм	0.55	0.45
Партономический фрейм	0.77	0.23
Фрейм по зависимости	0.75	0.25
Протокол маршрутизации OSPF		
Таксономический фрейм	0.67	0.33
Партономический фрейм	0.60	0.4
Фрейм по зависимости	0.50	0.5
MAC задача		
Таксономический фрейм	0.77	0.23
Партономический фрейм	0.75	0.25
Фрейм по зависимости	0.9	0.09
Сетевой интерфейс		
Таксономический фрейм	0.69	0.31
Партономический фрейм	0.43	0.57
Фрейм по зависимости	0.6	0.4

Заметим, что проявление высокой избыточности вызвано тем, что не все эксперты включили факты, отражающие понятия одного уровня иерархии с целевым. Особенно это касается иерархий по отношениям таксономии и партономии. Однако после рассмотрения построенных фреймов эксперты отметили, что это стоило сделать для более полной передачи смысла целевого понятия. Например, это касается партономического фрейма для понятия «Транспортный уровень» и таксономического фрейма для понятия «Маршрутизатор» (рис. 5).

Что касается фреймов по отношению зависимости, то в большинстве случаев ему соответствовал набор фактов, не подходящий к другим типам структурных фреймов. Это вызвано большей спецификой отношения зависимости по сравнению с таксономией и партономией. В этой связи эксперты объединили в один набор факты, соответствующие данному отношению, вместе с фактами, соответствующими специфическим отношениям предметной области. Это обусловило в некоторых случаях низкую оценку когерентности.

В целом результаты эксперимента показывают достаточную близость содержания фреймов и точек зрения, представленных наборами фактов, сформированных экспертами. Это позволяет судить о правильности процедуры формирования содержимого, позволяющего обеспечить привычность и компактность структурных когнитивных фреймов.



Рисунок 5 – Пример таксономического и партономического когнитивных фреймов

ОПИСАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Практическая реализация данной технологии была выполнена в виде плагина для редактора онтологий Protégé. Интерфейс плагина включает две вкладки – «Список классов онтологии» и «Список когнитивных фреймов». Для формирования когнитивных фреймов необходимо нажать на кнопку «Сформировать КФ» и их список отобразится на панели в соответствующей вкладке. Для отображения визуализации конкретного фрейма для некоторого понятия необходимо выбрать его в списке.

Рассмотрим пример работы визуализации на примере понятия «маршрутизатор» из тестовой онтологии сетевых технологий. На рисунке 6 представлен пример визуализации различных фреймов с использованием визуальной библиотеки Graph Stream. По этим визуализациям можно легко и быстро увидеть понятия, связанные по различным отношениям с понятием «Маршрутизатор» в различных контекстах.

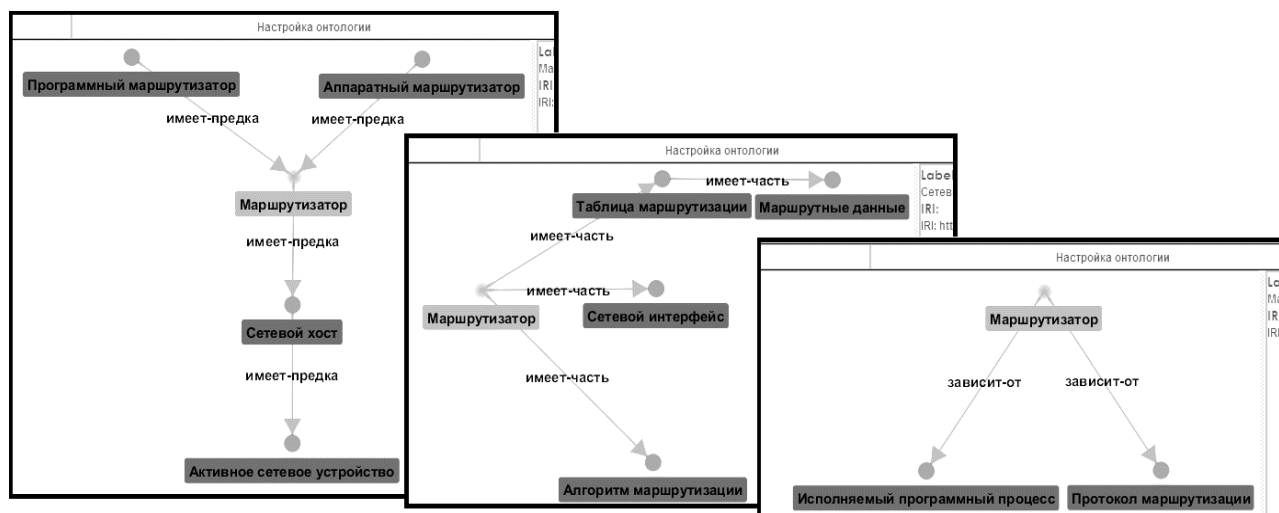


Рисунок 6 – Таксономический, партономический КФ и КФ по зависимости для понятия «Маршрутизатор»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье было рассмотрено определение когнитивного фрейма, используемого как средство визуального представления понятий онтологии. Его компонентами являются фрагмент онтологии, определяющий смысл некоторого понятия, а также визуальный образ, облегчающий интерпретацию смысла данного понятия. На следующих этапах исследования предполагается рассмотреть различные аспекты формирования визуального образа с учетом принципов когнитивной компьютерной графики и гештальтпсихологии [10]. Наряду с этим планируется проанализировать возможности его синтеза с использованием общепринятых нотаций, таких, как IDEF, UML и других.

Представленная процедура формирования позволяет сегментировать онтологию для последующего представления в виде когнитивных фреймов. Основой для формирования таких сегментов является наличие в онтологии разных иерархий понятий по инвариантным к предметным областям отношениям, определенным в онтологиях верхнего уровня. Использование инвариантных отношений, а также рассмотрение понятий на разных уровнях иерархий позволяет сформировать содержимое структурного когнитивного фрейма, удовлетворяющее требованиям компактности, полноты и привычности для понятий любой онтологии.

Важным аспектом будущих исследований является создание системы навигации по набору когнитивных фреймов. Это позволит использовать предлагаемую технологию

визуализации онтологии как основу интерфейса информационных систем для обучения и обмена знаниями между экспертами.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований – грант 15-07-03321.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bergh J.R. Ontology comprehension // University of Stellenbosch, Master Thesis, 2010.
2. Motta E. and other / E. Motta, P. Mulholland, S. Peroni, M. d'Aquin, J. Manuel Gomez-Perez, V. Mendez, F. Zablith // A Novel Approach to Visualizing and Navigating Ontologies // Lecture Notes in Computer Science. – Volume 7031, 2011. – P. 470-486.
3. Plaisant C., Grosjean J., Bederson B., Spacetime. Supporting Exploration in Large Node Link Tree // Design Evolution and Empirical Evaluation. In Proc. of the Intl. Symposium on Information Visualization, 2002. –P. 57-64.
4. Wang T.D., Parsia B. CropCircles: Topology Sensitive Visualization of OWL Class Hierarchies // Lecture Notes in Computer Science, 2006. – P. 695-708.
5. Shneiderman B. Tree Visualization with Tree-Maps: A 2d Space-Filling Approach // ACM Trans. Graph., 1992. – № 11(1). – P. 92-99.
6. Bauer J. Model exploration to support understanding of ontologies // Master's Thesis, Technische Universität Dresden, 2009.
7. Liebig T., Noppens O. OntoTrack: Combining Browsing and Editing with Reasoning and Explaining for OWL-lite Ontologies // In Proceedings of the 3rd International Semantic Web-conference ISWC 2004. – Hiroshima, Japan. – P. 8-11.
8. Ломов П.А., Шишаев М.Г. Подход к визуализации онтологий на основе когнитивных фреймов // Информационные системы и технологии, 2014. – № 6(86). – С. 21-30.
9. Acker L., Porter B. Extracting Viewpoints from Knowledge Bases // In Proceedings of the 12th National Conference on Artificial Intelligence, 1994. – P. 547-552.
10. Gavrilova T.A., Gorovoy V.A., Bolotnikova E.S. Evaluation of the Cognitive Ergonomics of Ontologies on the Basis of Graph Analysis // Scientific and Technical Information Processing, December, 2010. – Volume 37. – Issue 6. – P. 398-406
11. Ломов П.А., Шишаев М.Г., Диковицкий В.В. Преобразование OWL-онтологии для визуализации и использования в качестве основы пользовательского интерфейса // Онтология проектирования, 2012. – № 3. – Самара: Новая техника, 2012. – С. 49-61. – ISSN 2223-9537.
12. SKOS Simple Knowledge Organization System Reference, W3C Recommendation, 2009 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.w3.org/TR/skos-reference>.
13. Lomov P., Shishaev M. Technology of Ontology Visualization Based on Cognitive Frames for Graphical User Interface, Communications in Computer and Information Science. – Springer, 2013. – Volume 394. – P. 54-68.
14. Winston M., Chaffin R., Herrmann D. A Taxonomy of Part-whole Relations // Cognitive Science, 1987. – Volume 11. – P. 417-444.
15. Masolo C. and other. WonderWeb / C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarino, A. Oltramari, L. Shneider // Final Report, 2003. – Deliverable D18.

Ломов Павел Андреевич

ФГБУН Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН, г. Апатиты
Кандидат технических наук, научный сотрудник
Тел.: 8 952 296 76 33
Email: lomov@iimm.ru

Данилов Евгений Юрьевич

ФГБУН Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

Программист
Тел.: 8 953 751 53 12
Email: daniloveugene@yandex.ru

P.A. LOMOV (*Candidate of Engineering Sciences, Research Associate*)

E.Yu. DANILOV (*Programmer*)
Institute of Informatics and Mathematical Modelling Process
Kola Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Apatity'

VISUALIZATION OF ONTOLOGIES WITH OF COGNITIVE FRAMES FOR KNOWLEDGE TRANSMISSION

In this work the ontologies visualization technology, focused first on simplification of getting knowledge from them by the expert is offered. For this purpose it is proposed to form for concepts of ontology special structures – cognitive frames. Each cognitive frame includes the build in a special way fragment of ontology and the visual image, corresponding to it. It is expected that showing cognitive frames for a concept during visualization instead of just showing any terms linked with it will be more useful for presenting of the concept's meaning. In the end of the paper we presented plugin for ontology editor Protégé, which implements that technology.

Keywords: *ontology visualization; semantic web; ontology comprehension; cognitive frame.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bergh J.R. Ontology comprehension // University of Stellenbosch, Master Thesis, 2010.
2. Motta E. and other / E. Motta, P. Mulholland, S. Peroni, M. d'Aquin, J. Manuel Gomez-Perez, V. Mendez, F. Zablith // A Novel Approach to Visualizing and Navigating Ontologies // Lecture Notes in Computer Science. – Volume 7031, 2011. – P. 470-486.
3. Plaisant C., Grosjean J., Bederson B., Spacetime. Supporting Exploration in Large Node Link Tree // Design Evolution and Empirical Evaluation. In Proc. of the Intl. Symposium on Information Visualization, 2002. –P. 57-64.
4. Wang T.D., Parsia B. CropCircles: Topology Sensitive Visualization of OWL Class Hierarchies // Lecture Notes in Computer Science, 2006. – P. 695-708.
5. Shneiderman B. Tree Visualization with Tree-Maps: A 2d Space-Filling Approach // ACM Trans. Graph., 1992. – № 11(1). – P. 92-99.
6. Bauer J. Model exploration to support understanding of ontologies // Master's Thesis, Technische Universität Dresden, 2009.
7. Liebig T., Noppens O. OntoTrack: Combining Browsing and Editing with Reasoning and Explaining for OWL-lite Ontologies // In Proceedings of the 3rd International Semantic Web-conference ISWC 2004. – Hiroshima, Japan. – P. 8-11.
8. Lomov P.A., Shishaev M.G. Podxod k vizualizacii ontologij na osnove kognitivny'x frejmov // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2014. – № 6(86). – S. 21-30.
9. Acker L., Porter B. Extracting Viewpoints from Knowledge Bases // In Proceedings of the 12th National Conference on Artificial Intelligence, 1994. – P. 547-552.
10. Gavrilova T.A., Gorovoy V.A., Bolotnikova E.S. Evaluation of the Cognitive Ergonomics of Ontologies on the Basis of Graph Analysis // Scientific and Technical Information Processing, December, 2010. – Volume 37. – Issue 6. – P. 398-406
11. Lomov P.A., Shishaev M.G., Dikovickij V.V. Preobrazovanie OWL-ontologii dlya vizualizacii i ispol'zovaniya v kachestve osnovy' pol'zovatel'skogo interfejsa // Ontologiya proektirovaniya, 2012. – № 3. – Samara: Novaya texnika, 2012. – S. 49-61. – ISSN 2223-9537.
12. SKOS Simple Knowledge Organization System Reference, W3C Recommendation, 2009 [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.w3.org/TR/skos-reference>.
13. Lomov P., Shishaev M. Technology of Ontology Visualization Based on Cognitive Frames for Graphical User Interface, Communications in Computer and Information Science. – Springer, 2013. – Volume 394. – P. 54-68.
14. Winston M., Chaffin R., Herrmann D. A Taxonomy of Part-whole Relations // Cognitive Science, 1987. – Volume 11. – P. 417-444.
15. Masolo C. and other. WonderWeb / C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarino, A. Oltramari, L. Shneider // Final Report, 2003. – Deliverable D18.

УДК 004.934.1

М.В. САГАЦИЯН, Г.С. ТУПИЦИН

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧЕ ДИКТОРОНЕЗАВИСИМОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧЕВЫХ КОМАНД

Рассмотрена проблема дикторонезависимого распознавания речевых команд русской речи. Предложено решение данной проблемы с помощью различных нейронных сетей. На основе нескольких эффективных в данной области нейронных сетей построены модели коллективных нейросетевых алгоритмов дикторонезависимого распознавания речевых команд русской речи. На материале собственного речевого корпуса экспериментально показано преимущество коллективного нейросетевого распознавания многослойных перцептронов на основе алгоритма масштабируемых сопряженных градиентов обучения нейронной сети.

Ключевые слова: дикторонезависимое распознавание русской речи; нейросетевой алгоритм; bagging-коллектив; алгоритм Левенберга-Маркардта; алгоритм градиентного спуска с учетом моментов и с адаптивным обучением; алгоритм масштабируемых сопряженных градиентов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растет важность массового внедрения новых интерфейсов взаимодействия человека с техническими системами, поскольку традиционные интерфейсы во многом уже достигли своего совершенства, а вместе с ними и своих пределов [1]. При традиционно высокой значимости информации, поступающей к нам через органы зрения, и ее высокой доли среди всей сенсорной информации, считающейся равной порядка 85% [2], этот канал восприятия человека становится в значительной степени перегруженным. И первоочередной альтернативой здесь видится коммуникация именно по акустическому каналу.

Существует много алгоритмов распознавания слов в речи, но все они могут быть отнесены к одному из двух классов – классов генеративного и дискриминативного алгоритмов распознавания. Среди классов генеративных алгоритмов распознавания наиболее популярными являются скрытые Марковские модели [3] и подход, сочетающий композицию и динамическое программирование (КДП-подход) [4]. Известны более или менее успешные попытки использования этих алгоритмов для словарного распознавания речевых команд. Среди таких попыток являются эксперименты по построению систем распознавания речи для английского, китайского, русского и тамильского языков [5, 6]. На сегодняшний день данные алгоритмы достигли 95% распознавания речевых команд [5]. К противоположному классу – классу дискриминативных алгоритмов – относятся алгоритмы, основанные на построении границ между классами распознавания в пространстве признаков. Наиболее распространенным математическим аппаратом для разработки дискриминативных алгоритмов распознавания служат искусственные нейронные сети. Главные достоинства этого математического аппарата в том, что [7]:

- многослойные нейронные сети обладают высокой дискриминантной способностью;
- нейронная сеть во время обучения может найти оптимальную комбинацию ограничений для классификации образов, при этом нет необходимости в строгих предположениях о распределении входных признаков (что необходимо, например, в скрытых Марковских моделях);
- нейросетевой алгоритм характеризуется хорошими скоростными характеристиками за счет высокой степени параллелизма вычислений.

К недостаткам нейронных сетей можно отнести то, что с помощью этого математического аппарата трудно моделировать высокую временную вариантность распознающих сигналов.

Цель работы состоит в повышении точности дикторонезависимого распознавания речевых команд за счет bagging-коллектива нейросетевого распознавания. Объектом исследования в данной работе является акустический блок системы распознавания, а предметом исследования – алгоритм автоматического дикторонезависимого распознавания речевых команд на базе математического аппарата искусственных нейронных сетей.

АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ.

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ

Структурная схема базового варианта нейросетевого алгоритма распознавания слов в речевом сигнале, независимом от диктора, на примере многослойного перцептрона приведена на рисунке 1.

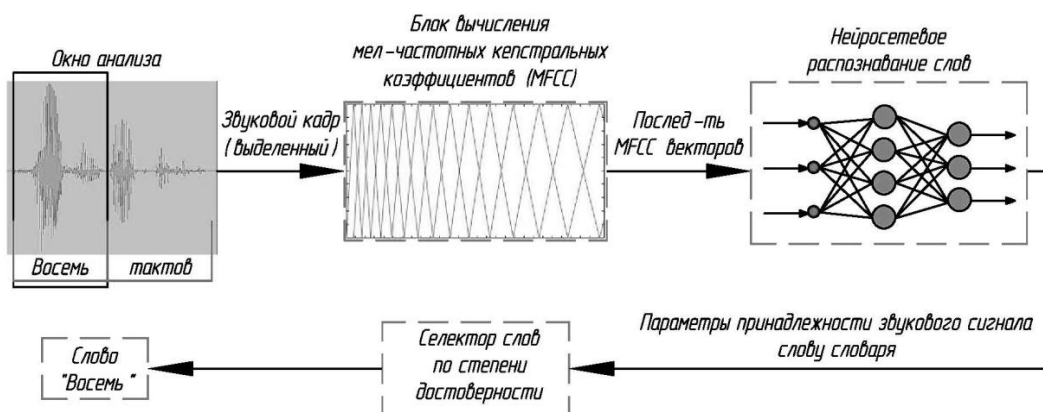


Рисунок 1 – Структурная схема базового нейросетевого алгоритма распознавания слов в речевом сигнале

В качестве параметров речевого сигнала, по которым проводится распознавание, выбран логарифм энергии сигнала по 13 мел-частотным кепстральным коэффициентам (Mel Frequency Cepstral Coefficients – MFCC) [8]. MFCC-вектор вычисляется в каждом окне. Компоненты каждого MFCC-вектора нормализуются так, чтобы математическое ожидание каждого компонента стало нулевым, а среднеквадратичное отклонение – единичным.

В качестве примера нейронной сети, которая решает задачу распознавания слов (рис. 1) сеть типа «многослойный перцептрон» – классическая многослойная сеть с полными последовательными связями и сигмоидальными функциями активации нейронов. Известно, что двухслойный перцептрон может аппроксимировать непрерывную функцию любой сложности, в том числе и функцию, которая описывает нелинейную гиперповерхность, которая разделяет в пространстве признаков отдельные классы образов. Однако более эффективным аппроксиматором является трехслойный перцептрон, особенно, если классы распознавания образуют в пространстве признаков сложные многосвязные участки [9]. Исходя из этого, для распознавания слов был избран многослойный перцептрон с тремя слоями нейронов – два скрытых и один выходной.

КОЛЛЕКТИВНЫЙ ВАРИАНТ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ

Задача распознавания речевых команд характеризуется высокой вычислительной сложностью и большим объемом данных для обучения (например, классический речевой

корпус для обучения распознаванию англоязычной речи ТИМТ [10] содержит более 500 Мб речевого материала). Для повышения точности дикторонезависимого распознавания речевых команд авторами предложено объединить отдельные нейросетевые распознавания в единую систему по принципам коллективного распознавания. Существует ряд методов формирования коллективного распознавания [11], среди которых для решения поставленной задачи распознавания речевых команд наиболее целесообразным является использование такого подхода – формирование коллектива нейросетевого распознавания на основе метода bagging (обучение распознавания бутстрап-подмножеств базового учебного множества) [12], потому что:

- обучение отдельных нейронных сетей осуществляется независимо, что позволяет ускорить формирование коллектива за счет распараллеливания процессов обучения отдельных нейронных сетей;

- учебные бутстрап-подмножества могут быть меньше базового учебного множества, что позволяет ускорить процесс обучения каждой нейронной сети.

Структурная схема данного алгоритма на примере многослойных перцептронов приведена на рисунке 2.

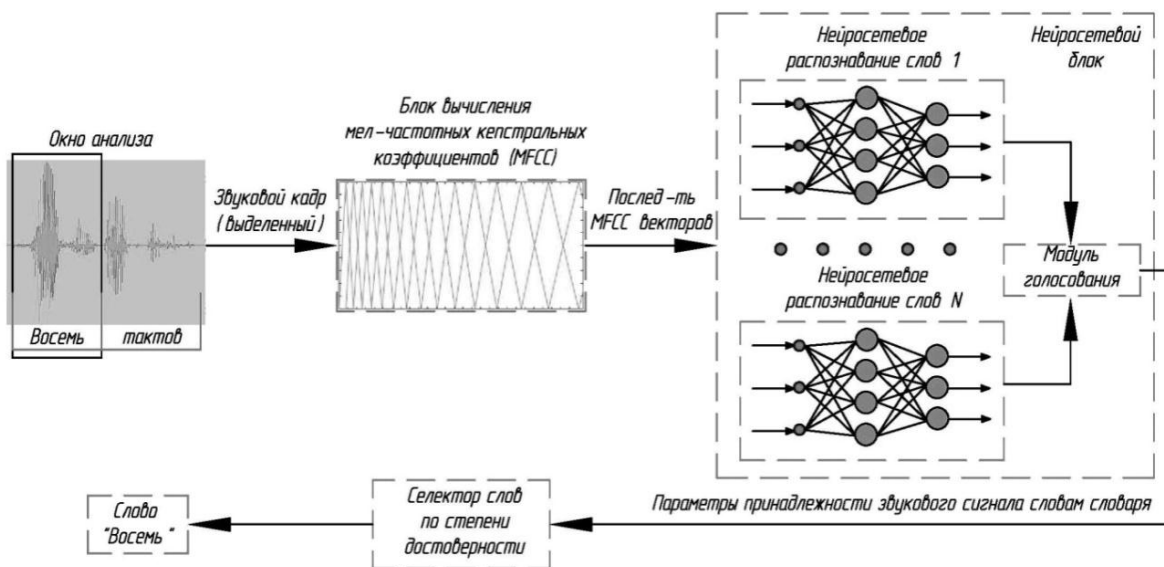


Рисунок 2 – Структурная схема коллективного нейросетевого алгоритма распознавания слов в речевом сигнале

ИССЛЕДУЕМЫЕ НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ. BAGGING-КОЛЛЕКТИВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕРСЕПТРОНОВ НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКАРДТА

Данный алгоритм приведен на рисунке 2. Моделирование данных нейронных сетей осуществляется с помощью функции newff пакета расширения MatLab – Neural Network Toolbox, содержащего средства для проектирования, моделирования, разработки и визуализации нейронных сетей [11, 13]. В качестве алгоритма обучения сетей выбран алгоритм Левенберга-Маркардта (Levenberg-Marquardt Algorithm – LMA) [14], т.к. он стабильный и достаточно быстрый. Формула обновления коэффициентов данного метода:

$$w_{k+1} = w_k - (J_k^T J_k + \mu I)^{-1} J_k E_k,$$

где $k = 1, 2, \dots, N$; E_k – вектор ошибки; μ – комбинационный коэффициент; J_k – якобиан; I – единичная матрица.

С выходным сигналом нейронной сети осуществляется процедура softmax-нормализации, после чего данный выходной сигнал можно трактовать как вектор распределения вероятности распознавания [5]. Далее векторы распределения вероятности распознавания от T нейронных сетей (T – количество нейронных сетей в bagging-коллективе) попадают на модуль голосования, на котором вычисляется средний вектор распределения вероятности распознавания. Окончательное решение о распознавании принимается в селекторе слов по уровню достоверности (рис. 2) с учетом апостериорной информации, т.е. распределения вероятности распознавания слов в речевых кадрах (данные вероятности вычисляются нейронными сетями).

BAGGING-КОЛЛЕКТИВ СЕТЕЙ ЭЛМАНА НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ GDX

Данный алгоритм приведен на рисунке 3. Моделирование данных нейронных сетей осуществляется с помощью функции newelm пакета расширения MatLab – Neural Network Toolbox [13]. Исследуемой сетью является сеть Элмана. Данная сеть характеризуется частичной рекуррентностью в форме обратной связи между скрытым и входным слоем, реализуемой с помощью однократных элементов запаздывания. Каждый скрытый нейрон имеет свой аналог в контекстном слое, образующим совместно с внешними входами сети входной слой. В качестве алгоритма обучения сетей выбран алгоритм градиентного спуска с учетом моментов и с адаптивным обучением (Gradient Descent Backpropagation with Adaptive Learning Rate – GDX) [15], т.к. он стабильный и очень быстрый. Формула обновления коэффициентов данного метода:

$$w_{k+1} = w_k - \eta J_k E_k + \alpha_k \Delta w_{k-1},$$

$$\Delta w_{k-1} = -\eta J_{k-1} E_{k-1},$$

где $k = 1, 2, \dots, N$; E_k – вектор ошибки; η – коэффициент обучения; J_k – Якобиан; α_k – коэффициент момента, $\alpha_k \in (0, 1)$.

С выходным сигналом нейронной сети осуществляется процедура softmax-нормализации [5]. Далее векторы распределения вероятности распознавания от P нейронных сетей (P – количество нейронных сетей в bagging-коллективе) попадают на модуль голосования, на котором вычисляется средний вектор распределения вероятности распознавания. Окончательное решение о распознавании принимается в селекторе слов по уровню достоверности (рис. 3).

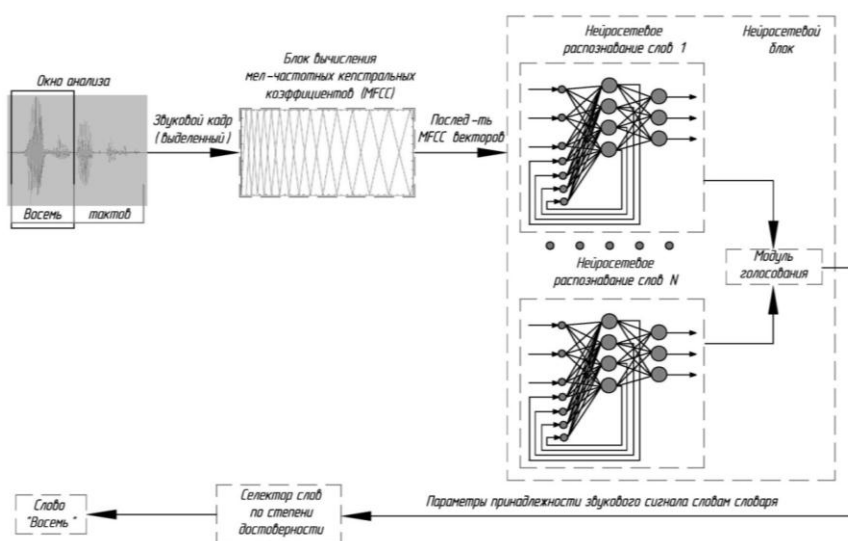


Рисунок 3 – Структурная схема коллективного нейросетевого алгоритма распознавания слов в речевом сигнале на основе сетей Элмана

BAGGING-КОЛЛЕКТИВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕРСЕПТРОНОВ НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ SCG

Данный алгоритм приведен на рисунке 2. Моделирование данных нейронных сетей осуществляется с помощью функции `nnewrg` пакета расширения MatLab – Neural Network Toolbox [13]. Исследуемой сетью является многослойный персептрон Розенблата. В качестве алгоритма обучения сетей выбран алгоритм масштабируемых сопряженных градиентов (Scaled Conjugate Gradient Backpropagation – SCG) [16], т.к. он стабильный и очень быстрый. В стандартной форме алгоритма сопряженных градиентов требуется использование линейного поиска, что из-за его характера «проб и ошибок» может занять много времени. В модифицированной (данной) версии алгоритма сопряженных градиентов линейный поиск отсутствует. Линейный поиск заменен одномерной формой Левенберга-Маркардта. Основанием для использования именно этого метода было желание обойти сложности, вызываемые неположительной определенностью матрицы Гессииана. Формула обновления коэффициентов данного метода:

$$w_{k+1} = w_k + \alpha_k p_k,$$

$$\alpha_k = \frac{\mu_k}{\delta_k}, \quad \mu_k = -p_k^T E'_k, \quad \delta_k = p_k^T s_k,$$

$$s_k = E''(w_k) p_k = \frac{E'(w_k + \sigma_k p_k) - E'(w_k)}{\sigma_k} + \lambda_k p_k,$$

где $k = 1, 2, \dots, N$; α_k – размер шага; p_k – сопряженный вектор; E_k – вектор ошибки; δ_k – матрица Гессииана, $\sigma_k = \frac{\sigma}{|p_k|}$; λ_k – параметр масштабирования матрицы Гессииана.

Если матрица Гессииана $\delta_k \leq 0$ является отрицательно определенной или равной нулю, тогда нужно увеличить значение параметра масштабирования λ_k до того момента, пока матрица Гессииана не станет положительно определенной.

Далее с выходным сигналом нейронной сети осуществляется процедура softmax-нормализации [5]. Далее векторы распределения вероятности распознавания от X нейронных сетей (X – количество нейронных сетей в bagging-коллективе) попадают на модуль голосования, на котором вычисляется средний вектор распределения вероятности распознавания. Окончательное решение о распознавании принимается в селекторе слов по уровню достоверности (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В качестве материала для данных экспериментов использовался собственный речевой корпус на основе собственных записей [11, 17], содержащий около двух с половиной часов звукозаписей различных речевых команд (на русском языке), которые были записаны двадцатью дикторами. Речевой корпус разбит разработчиками на два непересекающихся множества – учебное и тестовое. В качестве обучающих дикторов взяты люди разного пола (70% мужчин – 7 человек, 30% женщин – 3 человека), разного возраста (17-38 лет) и разного эмоционального состояния. В качестве тестирующих дикторов взяты люди разного пола (80% мужчин – 8 человек, 20% женщин – 2 человека), разного возраста (18-35 лет) и разного эмоционального состояния. Обучение всех алгоритмов распознавания проводилось, соответственно, на учебном подмножестве (10 дикторов), а оценка точности распознавания – на тестовом подмножестве (остальные 10 дикторов). Запись команд производилась на микрофон ВВК dm-150 в условиях «повседневного» белого шума. В качестве команд были взяты произношения цифр от 0 до 9, которые каждый обучающий диктор и каждый тестирующий диктор произнесли по 50 раз.

Данные исследования проводились на персональном компьютере с техническими параметрами: процессор – Intel® Core™2 Duo, тактовая частота процессора – 2 ГГц, оперативная память – 3 ГБ. Установлено, что для обучения нейросетевых алгоритмов было задействовано около 75% производительности центрального процессора и около 10% оперативной памяти.

В экспериментах исследуются три нейросетевых алгоритма:

- bagging-коллектив 10 многослойных перцептронов на основе обучения Левенберга-Маркардта;
- bagging-коллектив 10 сетей Элмана на основе обучения GDХ;
- bagging-коллектив 10 многослойных перцептронов на основе обучения SCG.

В ходе серии экспериментов (табл. 1) bagging-коллектив из 10 многослойных перцептронов на основе обучения показал следующие результаты: SCG показал лучшие результаты – 97,1% точности распознавания; Левенберга-Маркардта показал худшие результаты; GDХ показал средние результаты. В качестве результатов бралась средняя точность распознавания всех речевых команд. Также были проведены исследования по распознаванию собственного речевого корпуса общедоступным сервисом Google Speech API [18] при аналогичных условиях и получены результаты 95,8% точности распознавания. Стоит отметить, что сервис Google speech API может распознать с определенной долей вероятности любое речевое выражение.

ВЫВОДЫ

В работе рассматривается проблема дикторнезависимого распознавания речевых команд, которая возникает при создании систем автоматического распознавания речевых команд. Для решения данной проблемы предложено 3 алгоритма, основанных на использовании bagging-коллектива нейронных сетей. На материале собственного речевого корпуса в результате экспериментов показано преимущество bagging-коллектива 10 многослойных перцептронов на основе обучения SCG. Полученные результаты – 97,1% слов правильно распознались, что иллюстрирует конкурентоспособность данного нейросетевого алгоритма, предложенного авторами, и практическую значимость его использования в реальных системах распознавания речевых команд.

Таблица 1 – Сравнение алгоритмов распознавания

Алгоритм	Точность распознавания, %	Полное время обучения сетей, сек.
Bagging-коллектив из 10 многослойных перцептронов на основе обучения Левенберга-Маркардта	84	18 000
Bagging-коллектив 10 сетей Элмана на основе обучения GDХ	90,5	300
Bagging-коллектив 10 многослойных перцептронов на основе обучения SCG	97,1	262

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапунов Г.В. Система автоматического распознавания речевых команд для параллельных архитектур. – М.: Автореферат к диссертации на соискание уч. ст. к.т.н., 2005. – 129 с.
2. Годфруа Ж. Что такое психология. – М.: Мир, 1999. – 496 с.
3. Rabiner L.R. A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Application in Speech Recognition // Proceeding of the IEEE, 1989. – Vol. 77(2). – P. 257-286.

4. Винцюк Т.К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. – Киев: Наукова думка, 1987. – 264 с.
5. Vimala C., Radha Dr.V. A Review on Speech Recognition Challenges and Approaches // World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT), 2012. – Vol. 2(1). – P. 1-7.
6. Ronzhin A.L. and other. Survey of Russian Speech Recognition Systems / A.L. Ronzhin, R.M. Yusupov, I.V. Li, A.B. Leontieva // In Proc. Of 11-th International Conference SPECOM, 2006. – St. Petersburg: Anatoliya, 2006. – P. 54-60.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации; перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 22-24.
8. Kotomin A.V. Voice Commands Recognition Using Convolutional Neural Networks // Proceedings of Junior research and Development Conference of Ailamazyan Pereslavl University. – Pereslavl, 2012. – P. 1-10.
9. Pinkus A. Approximation Theory of the MLP-model in Neural Networks // Acta Numerica, 1999. – Vol. 8. – P. 143-195.
10. Xuedong H., Acero A., Hsiao-Wuen Hon. Spoken Language Processing: a Guide to Theory, Algorithm and System Development. – New Jersey: Prentice-Hall PTR Upper Saddle River, 2001. – P. 19-68.
11. Сагациян М.В., Куликов А.В., Тупицин Г.С. Разработка и исследование нейросетевого алгоритма дикторонезависимого распознавания речевых команд // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы». – Йошкар-Ола, 2014. – № 1 (20). – С. 62-68.
12. Breiman L. Bagging Predictors // Machine Learning, 1996. – Vol. 24(2). – P. 123-140.
13. Список функций Neural Network Toolbox: Функции создания новой сети [Электронный ресурс]. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/book2/11/newff.php> (дата обращения: 08.01.2013).
14. Wilamowski B.M., Yu H. Improved Computation for Levenberg-Marquardt Training // Neural Networks, IEEE Transactions on Neural Networks, 2010. – Vol. 21. – № 6. – P. 930-937.
15. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации; перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 212 с.
16. Müller M.F. A Scaled Conjugate Gradient Algorithm for Fast Supervised Learning // Neural Networks, 1993. – Vol. 1. – P. 525-534.
17. Сагациян М.В. Метод обучения и тестирования нейронных сетей для выполнения задачи дикторонезависимого распознавания речевых команд // Доклад 66-й Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием. – Ярославль: Издательство ЯГТУ, 2013. – С. 119-121.
18. Web Speech API Demonstration [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.google.com/intl/en/chrome/demos/speech.html> (дата обращения: 03.02.2015 г.)

Сагациян Максим Владимирович

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, г. Ярославль
 Аспирант кафедры динамики электронных систем
 Тел.: 8 (4852) 79-77-75, 8 920 105 80 42
 E-mail: smw.pantheon@bk.ru

Тупицин Геннадий Сергеевич

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, г. Ярославль
 Аспирант кафедры динамики электронных систем
 Тел.: 8 (4852) 79-77-75
 E-mail: genichyar@gmail.com

M.V. SAGACIYaN (*Post-graduate Student of the Department of Dynamics of Electronic Systems*)

G.S. TUPICY'N (*Post-graduate Student of the Department of Dynamics of Electronic Systems*)
Yaroslavl State University named after P.G. Demidova, Yaroslavl

ANALYSIS OF EFFICIENCY NEURAL NETWORK ALGORITHM IN THE PROBLEM OF SPEAKER-INDEPENDENT VOICE RECOGNITION

The problem of speaker-independent Russian voice commands recognition has been considered. A solution of this problem using different neural networks has been proposed. The models of speaker-independent Russian voice commands has been constructed using several effective collective neural network algorithms. The advantage of collective multilayer perceptron neural network algorithm of speech recognition using scaled conjugate gradient algorithm has been shown experimentally. Own speech corpus has been used for the experiments.

Keywords: *speaker-independent Russian voice commands recognition; neural network algorithm; bagging; Levenberg-Marquardt algorithm; gradient descent method with adaptive momentum; scaled conjugate gradient method.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Sapunov G.V. Sistema avtomaticheskogo raspoznavaniya rechevy'x komand dlya parallel'ny'x arxitektur. – M.: Avtoreferat k dissertacii na soiskanie uch. st. k.t.n., 2005. – 129 s.
2. Godfrua Zh. Chto takoe psixologiya. – M.: Mir, 1999. – 496 s.
3. Rabiner L.R. A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Application in Speech Recognition // Proceeding of the IEEE, 1989. – Vol. 77(2). – P. 257-286.
4. Vincyuk T.K. Analiz, raspoznavanie i interpretaciya rechevy'x signalov. – Kiev: Naukova dumka, 1987. – 264 s.
5. Vimala C., Radha Dr.V. A Review on Speech Recognition Challenges and Approaches // World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT), 2012. – Vol. 2(1). – P. 1-7.
6. Ronzhin A.L. and other. Survey of Russian Speech Recognition Systems / A.L. Ronzhin, R.M. Yusupov, I.V. Li, A.B. Leontieva // In Proc. Of 11-th International Conference SPECOM, 2006. – St. Petersburg: Anatoliya, 2006. – P. 54-60.
7. Osovskij S. Nejronny'e seti dlya obrabotki informacii; perevod s pol'skogo I.D. Rudinskogo. – M.: Finansy' i statistika, 2002. – S. 22-24.
8. Kotomin A.V. Voice Commands Recognition Using Convolutional Neural Networks // Proceedings of Junior research and Development Conference of Ailamazyan Pereslavl University. – Pereslavl, 2012. – P. 1-10.
9. Pinkus A. Approximation Theory of the MLP-model in Neural Networks // Acta Numerica, 1999. – Vol. 8. – P. 143-195.
10. Xuedong H., Acero A., Hsiao-Wuen Hon. Spoken Language Processing: a Guide to Theory, Algorithm and System Development. – New Jersey: Prentice-Hall PTR Upper Saddle River, 2001. – P. 19-68.
11. Sagaciy M.V., Kulikov A.V., Tupicin G.S. Razrabotka i issledovanie nejrosetevogo algoritma diktorenezavisimogo raspoznavaniya rechevy'x komand // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta. Seriya «Radiotexnicheskie i infokommunikacionny'e sistemy'». – Yoshkar-Ola, 2014. – № 1 (20). – S. 62-68.
12. Breiman L. Bagging Predictors // Machine Learning, 1996. – Vol. 24(2). – P. 123-140.
13. Spisok funkcij Neural Network Toolbox: Funkcii sozdaniya novoj seti [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/book2/11/newff.php> (data obrashheniya: 08.01.2013).
14. Wilamowski B.M., Yu H. Improved Computation for Levenberg-Marquardt Training // Neural Networks, IEEE Transactions on Neural Networks, 2010. – Vol. 21. – № 6. – P. 930-937.
15. Osovskij S. Nejronny'e seti dlya obrabotki informacii; perevod s pol'skogo I.D. Rudinskogo. – M.: Finansy' i statistika, 2002. – 212 s.
16. Müller M.F. A Scaled Conjugate Gradient Algorithm for Fast Supervised Learning // Neural Networks, 1993. – Vol. 1. – P. 525-534.
17. Sagaciy M.V. Metod obucheniya i testirovaniya nejronny'x setej dlya vy'polneniya zadachi diktorenezavisimogo raspoznavaniya rechevy'x komand // Doklad 66-j Vserossijskoj nauchno-texnicheskoj konferencii studentov, magistrantov i aspirantov s mezhdunarodny'm uchastiem. – Yaroslavl': Izdatel'stvo YaGTU, 2013. – S. 119-121.
18. Web Speech API Demonstration [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.google.com/intl/en/chrome/demos/speech.html> (data obrashheniya: 03.02.2015 g.).

ОПТИМАЛЬНОЕ ВЕРОЯТНОСТНОЕ КВАНТОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ ЗОН ВЛИЯНИЯ КВАНТОВ

Предложена модель оптимального трехмерного вероятностного квантования детерминированного или случайного объемного пространства совокупностью равных квантов, при котором вероятность представления квантуемого пространства достигает максимального значения. Величина оптимального кванта определяется распределением его зоны влияния, значениями граничной гарантированной вероятности и параметра влияния. Введена модель оценивания количества информации или иного продукта в пространстве квантования.

Ключевые слова: *объемное пространство; оптимальное квантование; зона влияния кванта; распределение вероятностей; гарантированная вероятность; параметр влияния; оценивание количества информации.*

ВВЕДЕНИЕ

Первые основополагающие результаты решения класса задач оптимального квантования случайной величины были получены в [1, 2]. В статье [1] решена задача теории ценности информации с учетом стоимости. Оптимизируемая функция представлена в виде математического ожидания величины потерь:

$$\Psi(x) = \int_0^{\infty} [x(E(z/x) + 1) - z] dF(z) + cJ + const, \quad J = \int_0^{\infty} E(z/x) dF(z).$$

Первое слагаемое – средние потери за счет искажения значения величины Z в результате квантования, второе слагаемое – потери за счёт использования неполного количества информации J .

Авторы [2], цитируя [1], минимизируемую функцию квантуемой величины представляют в виде:

$$\Psi(x) = (x + c) \int_0^{\infty} (E(z/x) + 1) dF(z),$$

где x, c – величина кванта и величина промежутка между квантами; $E(\alpha)$ – целая часть числа α ; $F(z)$ – функция распределения квантуемой случайной величины \hat{Z} , имеющей конечное математическое ожидание.

Отличительными преимуществами [2] по сравнению с [1] является то, что авторы предложили простую физическую иллюстрацию и разработали строгий алгоритм целочисленного решения задачи.

В статье [3] использована идея работы [2] для оценивания вероятности успешной передачи квантованной информации в условиях противодействия противной стороны. Выражение для вероятности успешного сообщения полного количества квантованной информации в неискаженном виде, передаваемой квантами длительности t с разделяющими их паузами длины c , равно:

$$R(t) = \int_0^{\infty} \left[\frac{\int_0^{\infty} \bar{B}(t+u) dA(u)}{\int_0^{\infty} \bar{B}(u) dA(u)} \cdot \bar{P}(c) \right]^{E(\frac{t}{t+c})+1} dF(z).$$

В этой формуле $B(t)$ – функция распределения длительности кванта информации, передаваемого первой стороной; $A(t)$ – функция распределения длительности кванта информации, искажаемой второй стороной в процессе передачи кванта информации первой стороной; $F(z)$ – функция распределения полного количества передаваемой информации; $\bar{P}(c)$ – вероятность успешной реализации паузы длиной c между квантами; $\bar{B}(t)$ – вероятность того, что длительность кванта информации будет не меньше t .

Максимальное значение $R(t)$ и соответствующая величина кванта находятся численно. В заключение статьи приведен пример игровой ситуации и выбора стратегий противоборствующих сторон.

В статье [4] авторами рассматривались простые задачи квантования синтаксической и семантической информации.

В предлагаемой статье решается задача квантования информации в трехмерном пространстве. Вводится вероятностная целевая функция для покрытия квантуемого пространства и отыскивается ее максимальное значение. Это позволяет максимизировать ожидаемый целевой эффект по сбору необходимой информации в квантуемой области пространства.

В трехмерном информационном пространстве предполагается размещение одинаковых центров сбора информации. Каждый центр обладает объемным обзором собираемой им информации. Известна плотность вероятности величины обзора центра. В середине центра сбора плотность имеет максимальное значение, а по мере удаления к его периферии значение плотности монотонно убывает. Закономерность убывания плотности одинакова по трем осям. Плотность вероятности, кроме постоянного максимального значения, также характеризуется средним квадратическим отклонением, величина которого может изменяться в зависимости от некоторых конструктивных условий. Все центры влияния в пространстве сбора информации располагаются строго горизонтально и вертикально на параллельных линиях, примыкая друг к другу. Зоны влияния центров пересекаются с зонами влияния соседних центров по горизонталям и вертикалям. Величина степени пересечения такова, чтобы между шестью соседними зонами, расположенными вокруг отдельной объемной зоны, не было не охваченной их влиянием части пространства. Это означает, что каждая граница отдельной зоны влияния соприкасается с двумя соседними зонами других зон влияния по прямой линии. Размах зон влияния по трем осям одинаков. Величина размаха определяется некоторой граничной вероятностью, гарантирующей возможность сбора информации центром в его кубичной области. Эта вероятность зависит от конструктивных технических характеристик центра сбора. Задавая значение граничной вероятности центра и изменяя величину параметра его влияния (среднего квадратического отклонения (ско)), можно найти такую плотность вероятности влияния центра, при которой вероятность сбора информации в ограниченном пространстве достигает максимального значения.

Целью данной статьи является отыскание плотности вероятности влияния центра, числа центров влияния и значений их параметров, при которых достигается максимальное значение вероятности сбора информации в заданном объемном пространстве.

ОБОСНОВАНИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ МАКСИМУМА ВЕРОЯТНОСТИ

Предположим, что величина параметра влияния – среднего квадратического отклонения трехмерной плотности вероятности – достаточно мала. При этом условии в пространстве необходимо расположить достаточно большое количество центров влияния. Это приведет к тому, что будут достаточно велики суммарные потери всех центров влияния от неиспользуемых объемов зон влияния из-за введения у них границ. С другой стороны,

потери от неиспользуемых объемов дополнительно введенных центров влияния для сбора информации на периферии пространства будут сравнительно небольшими.

Теперь предположим, что величина параметра влияния (ско) будет достаточно велика. Рассуждая так, как изложено выше, мы приходим к выводу о том, что величина суммарных потерь будет определяться в основном потерями неиспользуемых объемов влияния дополнительно введенных центров.

Эта противоречивая ситуация в определении суммарных объемных потерь при сборе информации и является основанием для существования оптимального решения. При нем существует такое число объемных центров влияния, когда вероятность охвата определенного по величине пространства будет достигать максимального значения.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ КВАНТОВАНИЯ

Предполагаем, что нам известно семейство плотностей вероятностей зон влияния центра $f(x, y, z, \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$, где $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – параметры влияния, определяющие степень разброса влияния относительно центра по трем его осям. В дальнейшем с целью простоты изложения задачи будем полагать, что трехмерная плотность вероятности представима в виде произведения трех одинаковых одномерных плотностей с математическими ожиданиями m и средними квадратическими отклонениями σ . Это означает, что одномерные случайные величины независимы и обладают одинаковыми параметрами. Тогда наша формализация сведется к рассмотрению только одной плотности вероятности $f(x, \sigma)$. Предусмотрим общую граничную вероятность q , определяющую величину объема зоны центра влияния – кванта. Чем меньше будет величина q , тем больше размер зоны влияния центра, но, с другой стороны, тем меньше степень влияния центра на границе кванта. Квант представляется кубом с ребром $2(m-r)$, где m – математическое ожидание начальной зоны влияния, а r – интервал от начала координат до границы зоны влияния. Иначе его можно называть интервалом, односторонне ограничивающим величину зоны влияния кванта по любой из трех координат. Значение величины r находится при заданной вероятности q и условия, что шесть соседних квантов охватывают один квант, у которого внутренние границы плотно примыкают к квантам шести соседних квантов. Формально значение величины r должно находиться в результате решения уравнения:

$$q = \left(\int_0^r C_\sigma f(z, \sigma) dz \right)^3. \quad (1)$$

Правая часть (1) – это вероятность попадания одномерной случайной величины в одностороннюю ограничительную зону кванта. Для ограничительной зоны по любой одной координате соответственно получаем:

$$\int_0^r C_\sigma f(z, \sigma) dz - \sqrt[3]{q} = 0.$$

В уравнении (1) и его следствии C_σ – константа нормирования плотности вероятности при принятом значении параметра влияния. Тогда вероятность попадания случайной величины в поле кванта находится следующим образом:

$$p(r, \sigma) = \left(\int_r^{2m-r} C_\sigma f(z, \sigma) dz \right)^3. \quad (2)$$

Выражение (2) справедливо только при условии, что распределение в поле кванта является шаровым. При необходимости может быть записано выражение и для эллипсоидного распределения.

Далее представим размеры пространства, на котором должен производиться центрами влияния сбор необходимой информации. Для простоты анализа предполагаем, что это прямоугольник со сторонами X, Y, Z , представленными детерминированными величинами. Тогда необходимое число квантов, располагаемых вдоль сторон X, Y, Z , будет соответственно равно:

$$E\left(\frac{X}{2(m-r)}\right)+1, E\left(\frac{Y}{2(m-r)}\right)+1, E\left(\frac{Z}{2(m-r)}\right)+1, \quad (3)$$

где символ E означает округленное с недостатком целое число от представленного в скобках числа.

Вероятность покрытия объема пространства квантами центров сбора информации может быть определена в виде следующего выражения:

$$P_{XYZ}(q, \sigma) = \left(\int_r^{2m-r} C_\sigma f(z, \sigma) dz \right)^{3\{E[\frac{X}{2(m-r)}]+1\}\{E[\frac{Y}{2(m-r)}]+1\}\{E[\frac{Z}{2(m-r)}]+1\}}. \quad (4)$$

В том случае, когда величины X, Y, Z являются случайными, вероятность (4) представляется в виде:

$$P_{XYZ}(q, \sigma) = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \left(\int_r^{2m-r} C_\sigma f(u, \sigma) du \right)^{3\{E[\frac{X}{2(m-r)}]+1\}\{E[\frac{Y}{2(m-r)}]+1\}\{E[\frac{Z}{2(m-r)}]+1\}} dF_X(x) dF_Y(y) dF_Z(z), \quad (5)$$

где $F_X(x), F_Y(y), F_Z(z)$ – функции распределений размеров сторон объемного пространства сбора информации.

Выражения (4) и (5) могут быть представлены и в других видах, если области влияния квантов представляют собой не шары, а эллипсоиды. В них, кроме того, могут быть учтены зависимости случайных величин по всем координатным осям.

ПРИМЕР 1

В качестве одной объектной реализации примера можно представить водоем ограниченного размера, в котором может находиться опасный для пребывания предмет. Требуется определить, сколько центров обнаружения нужно предусмотреть и как их расположить, чтобы с максимальной вероятностью получить сведения о месте его нахождения. Технические характеристики центра известны и могут изменяться в некоторых пределах. Все три одномерные координаты зоны центра влияния описываются плотностью вероятности нормального распределения:

$$f(x, \sigma) = (C_\sigma / \sqrt{2\pi\sigma}) \exp(-(x-m)^2 / 2\sigma^2), \quad (6)$$

где $m = 30$ ед., σ – параметр влияния, который может изменяться в некоторых пределах. Примем величину граничной гарантированной вероятности $q = 0,00000001$, а пространство сбора информации представим кубом со стороной $X = 100$ а. Требуется найти значения всех параметров квантования при условии, что вероятность сбора информации в указанном кубическом пространстве достигает максимального значения.

Решаем задачу. Задаемся некоторым значением σ из области допустимых значений. Из уравнения (1) находим значение для наименьшей границы r кванта. Определяем значение величины ребра кванта по формуле $2(m-r)$ при условии симметричности кривой плотности вероятности относительно математического ожидания. Находим вероятность

попадания случайной величины влияния в поле кванта по формуле $p = \left(\int_r^{2m-r} C_\sigma f(z, \sigma) dz \right)^3$.

Подставляем полученную вероятность p в выражение (4) и вычисляем значение полученной вероятности $P_{XYZ}(q, \sigma)$.

Поступая подобным образом для других значений σ из диапазона возможных значений, находим значения всего множества вероятностей $P_{xyz}(q, \sigma)$. Окончательно выбираем из этого множества значений то значение, которое является максимальным. Затем определяем значения всех необходимых параметров, сопутствующих решению задачи оптимизации.

В условиях нашего примера (индекс 0 у символов параметров означает принадлежность значений параметров оптимальному решению) для $q = 0,00000001$ получаем: $n_0 = 8$, вероятность попадания случайной величины в поле кванта – $p_0 = 0,986$, длина ребра кванта – $l = 50,04 \text{ \AA}$, $\max P_{xyz}(q, \sigma) = P_0 = 0,893$, $\sigma_0 = 8,92 - 8,98 \text{ ед.}$, $r_0 = 4,98 \text{ ед.}$, $C_0 = 1$.

Проверка правильности решения примера осуществлялась сравнением суммарного объема, охватываемого n_0 квантами, с заданным объемом квантования.

Итак, в результате решения задачи получен ответ: необходимо иметь восемь квантов – центров в виде куба, образующих кубическую структуру с двумя квантами в любом ее ребре, полностью охватывающую заданный объем наблюдения и обеспечивающий выполнение цели с указанной вероятностью P_0 .

ПРИМЕР 2

В условиях оптимального квантования, рассмотренных в примере 1, предположим, что в объемном кубичном пространстве $X \times Y \times Z$ с длиной ребер $X = Y = Z = 100 \text{ ед.}$ распределен в виде пространственной взвеси некоторый продукт. Количество продукта в координатной сетке объема определяется выражением:

$$W(x, y, z) = xyz + \left[\frac{(x-2)^2}{2} + \frac{(y-3)^2}{3} + \frac{(z-4)^2}{4} \right]. \quad (7)$$

Согласно результатам, полученным в примере 1, максимизации квантования сопутствуют следующие численные значения: параметр влияния $\sigma_0 = 8,92 - 8,98 \text{ ед.}$; граничное значение кванта $r_0 = 4,98 \text{ \AA}$, константа нормирования плотности $C_0 = 1$; число квантов $n_0 = 8$; вероятность попадания случайной величины в объем кванта $p_0 = 0,986$; длина ребра кванта $l_0 = 50,04 \text{ ед.}$; максимальное значение вероятности квантования (покрытия объема $X \times Y \times Z$ со стороны в 100 \AA) $P_0 = 0,893$.

Используя необходимые значения некоторых из приведенных параметров, определим средние величины продукта, попадающего в область каждого из восьми квантов, а также среднюю суммарную величину продукта в области квантования.

Введем обозначение величины среднего продукта для ijk -го кванта символом D_{ijk} . Индексы i, j, k могут принимать только значения 0 или 1. Например, величину D_{101} нужно определять из следующего выражения:

$$D_{101} = \int_{2m-r_0}^{4m-3r_0} f_z(z) \int_{r_0}^{2m-r_0} f_y(y) \int_{2m-r_0}^{4m-3r_0} W(x, y, z) f_x(x) dx dy dz. \quad (8)$$

В данном выражении все плотности вероятности одинаковы и равны:

$$f(x) = \frac{C_0}{\sqrt{2\pi\sigma_0}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma_0^2}}.$$

Вычисляя все D_{ijk} , получаем следующие численные значения среднего продукта: $D_{000} = 2,746 \times 10^4$; $D_{001} = 136,764$; $D_{010} = 3,395 \times 10^{-3}$; $D_{011} = 0,681$; $D_{100} = 136,764$; $D_{101} = 0,684$; $D_{110} = 0,681$; $D_{111} = 3,395 \times 10^{-3}$.

Суммарное значение среднего продукта определяется как $D = \sum_{i,j,k=0}^{1,1,1} D_{i,j,k}$, оно будет равно $2,787 \times 10^4$. Для проверки этого значения вычислим D по формуле:

$$D = \int_{r_0}^{4m-3r_0} f_Z(z) \int_{r_0}^{4m-3r_0} f_Y(y) \int_{r_0}^{4m-3r_0} W(x, y, z) f_X(x) dx dy dz = 2,774 \times 10^4. \quad (9)$$

Погрешность вычисления предшествующего значения D со значением (9) будет равна $\approx 0,5\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставлена задача реализации оптимального вероятностного квантования в смысле заполнения в трехмерном пространстве. Важными факторами, определяющими существование данного решения, являются использование граничной гарантированной вероятности и параметра влияния. Приведен пример решения задачи квантования.

Получено выражение для показателя целевой функции квантования – вероятности покрытия квантуемого объема в пространстве. Приведен пример оценивания среднего количества продукта, размещенного в заданном объеме квантования как отдельными квантами, так и полным квантованным объемом.

Рассмотренные вопросы квантования в трехмерном пространстве могут найти различные практические приложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришанин Б.А. Учет ценности информации в теории ценности информации // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1967. – № 2.
2. Андронов А.М., Бокоев Т.Н. Оптимальное в смысле заполнения квантование информации // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1979. – № 3. – С. 154-158.
3. Смагин В.А. Оптимальное квантование информации // Изв. ВУЗов. Приборостроение, 2002. – № 5. – С. 10-14.
4. Смагин В.А., Лавров Р.О. Модели оптимального в смысле заполнения квантования синтаксической и семантической информации // Труды ВКА им. А.Ф. Можайского, 2012. – № 636. – С. 63-70.

Смагин Владимир Александрович

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор

E-mail: sbrou17@yahoo.com

V.A. SMAGIN (*Doctor of Engineering Science, Professor*)
Military-space Academy of a named of A.F. Mozhayskij

OPTIMUM LIKELIHOOD QUANTIZATION OF THE INFORMATION IN SPACE WITH THE GUARANTEED RESTRICTION OF ZONES OF INFLUENCE OF QUANTA

The model of optimum three-dimensional likelihood quantization of the determined or casual volume space is offered by set of equal quanta at which the probability of representation quantized reaches spaces of the maximum value. The size of optimum quantum is defined by distribution of its zone of influence, values of the boundary

guaranteed probability and influence parameter. The model of estimation of quantity of the information or other product in quantization space is entered.

Keywords: *volume space; optimum quantization; a zone of influence of quantum; distribution of probabilities; guaranteed probability; influence parameter; estimation of quantity of the information.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Grishanin B.A. Uchet cennosti informacii v teorii cennosti informacii // Izv. AN. SSSR. Texnicheskaya kibernetika, 1967. – № 2.
2. Andronov A.M., Bokoev T.N. Optimal'noe v smy'sle zapolneniya kvantovanie informacii // Izv. AN SSSR. Texnicheskaya kibernetika, 1979. – № 3. – S. 154-158.
3. Smagin V.A. Optimal'noe kvantovanie informacii // Izv. VUZov. Priborostroenie, 2002. – № 5. – S. 10-14.
4. Smagin V.A., Lavrov R.O. Modeli optimal'nogo v smy'sle zapolneniya kvantovaniya sintaksicheskoi i semanticheskoi informacii // Trudy VKA im. A.F. Mozhajskogo, 2012. – № 636. – S. 63-70.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД ОБРАБОТКИ НЧ СИГНАЛОВ

В статье представлен математический подход обработки низкочастотного сигнала снятого с коры головного мозга человека, в основе которого лежат специализированные алгоритмы вейвлет-преобразования Добеши и Морле. Рассмотрена структурная схема обработки низкочастотного сигнала, в котором учтены внешние неблагоприятно воздействующие факторы. Представлено специализированное математическое и программное обеспечение САЗСМЧ (спектральный анализ звуковых сигналов мозга человека), которое позволяет проводить анализ и обработку низкочастотного сигнала с частотой 10-50 Гц. Разработаны и расписаны математические функции с базисными переменными для повышения качества обработки низкочастотных сигналов и выявления среди полученных данных управляющих сигналов для интеллектуальных тренажеров.

Ключевые слова: *низкочастотный сигнал; обработка низкочастотных сигналов; вейвлет-преобразование; вейвлет Добеши; вейвлет Морле; математическая модель.*

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы интерес к методам обработки сигналов существенно вырос. Это можно объяснить следующими фактами. Во-первых, интенсивное развитие вычислительной техники: мощностные характеристики ЭВМ в последние годы стали настолько высокими, что это позволило реализовать разнообразные по сложности алгоритмы обработки сигналов. Хотя многие из представленных методов были давно известны, но из-за недостаточного быстродействия ЭВМ их практическая реализация была невозможной (например, различные методы интегральных преобразований как преобразование Фурье [1]). Во-вторых, интерес к различным методам обработки сигналов вырос и из-за производства интегральных схем и микропроцессоров, которые позволяют создавать специализированные устройства по обработке данных. Они обладают высоким быстродействием и точностью обработки. В основном микропроцессоры являются главным элементом всех устройств и обеспечивают возможность обработки различных данных в реальном времени [2].

Также сложно дать более сжатое и приемлемое для всех определение обработки сигналов. С появлением выражения «методы и техника обработки сигналов», цели которого разнообразны и многочисленны, оно находит в науке все большее применение.

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ НЧ СИГНАЛА

Необходимость в обработке низкочастотного сигнала каждый раз, когда требуется отделить передаваемый сигнал от искажающего его шума. На рисунке 1 приведена структурная схема обработки таких сигналов.

Специализированная аппаратура передает сигнал на вход разработанной плате, которая проводит кодирование низкочастотного сигнала и на выходе выдает данные. Эти данные поступают на вход разработанному специальному математическому и программному обеспечению САЗСМЧ (спектральный анализ звуковых сигналов мозга человека), которые обрабатываются с помощью разработанных математических алгоритмов вейвлет-преобразования Добеши и Морле.

Но при обработке низкочастотного сигнала, снятого с коры головного мозга человека, возникает искажение сигнала за счет присутствия сторонних шумов и помех.

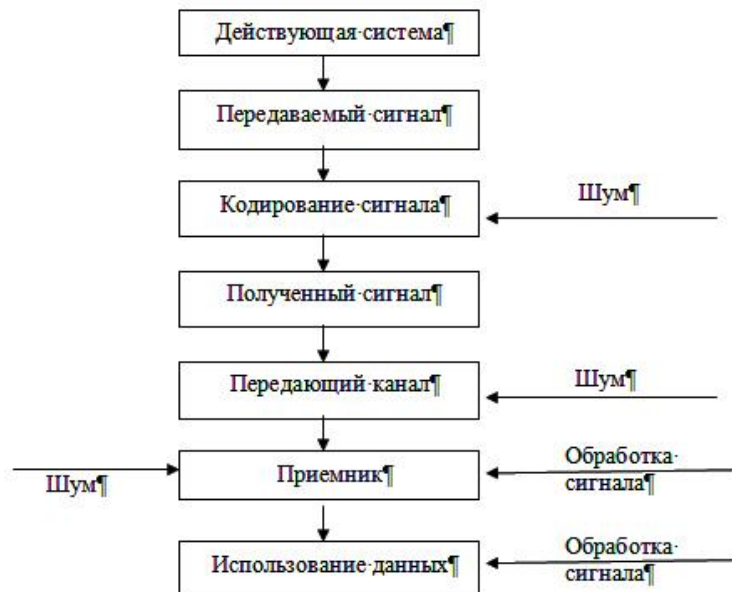


Рисунок 1 – Структурная схема обработки сигналов

Есть два способа определения произвольного сигнала:

- сигнал имеет вид $y = f(t)$, где t – независимая переменная времени;
- сигнал имеет вид $Y = F(\nu)$, где ν – независимая переменная частоты.

Эти два вида сигналов связаны друг с другом вейвлет-преобразованием. Таким образом, математические методы обработки низкочастотных сигналов должны быть основаны на вейвлет-преобразованиях Добеши (рис. 2) [3] и Морле (рис. 3) [4], т.к. их целевые функции адаптивны для подобных исследований.

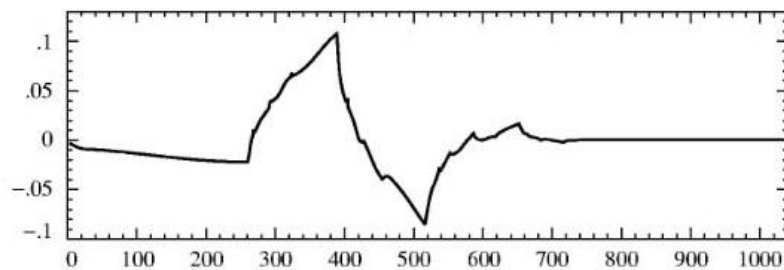


Рисунок 2 – Вейвлет Добеши

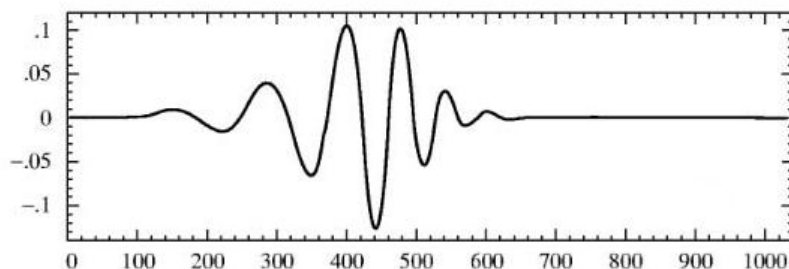


Рисунок 3 – Вейвлет Морле

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Математический метод должен содержать в себе строгие и нестрогие закономерности так, чтобы его основная функция придерживалась следующих правил:

- среднее значение функции должно быть равно 0:
- функция быстро убывает, т.к. непостоянна при значениях времени $t = \infty$.

При соблюдении этих правил основная функция вейвлет-преобразования $f(t)$ получит следующее равенство (1) [5]:

$$W(a,b) = \frac{1}{a} \int_{-\infty}^{\infty} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) f(t) dt, \quad (1)$$

где ψ – функция вейвлета; t – ось времени; a – момент времени; b – параметр обратный частоте.

При разработке математического метода обработки низкочастотных сигналов необходимо определить некоторые базисы основной функций (1), так называемые «функциональные координаты». Эти базисы позволят изменять критериальные характеристики при обработке сигнала в реальном времени.

Математический метод будет основан на алгоритмах вейвлет-преобразования Добеши и Морле. Эти алгоритмы были специально разработаны для анализа и обработки низкочастотных сигналов, обладающие своими уникальными характеристиками и функционалом. Алгоритмы Добеши и Морле позволяют провести анализ частотной компоненты, а также разложить низкочастотный сигнал на интеграл. Функция анализа компоненты имеет следующий вид (2):

$$\phi(x) = \sqrt{2} \sum_{k=0}^{2M-1} h_k \phi(2x - k), \quad (2)$$

где k – целочисленные трансляции; M – определяет число коэффициентов функции вейвлета; h_k – длина области вейвлета.

Для полноценного анализа низкочастотного сигнала с помощью описанной выше функции (2) зачастую бывает недостаточно. Для этого необходимо провести ее модернизацию так, чтобы увеличилась длина областей вейвлета в числовом коэффициенте h_k без погрешностей (3):

$$h_k = \sqrt{2} \int \phi(x) \overline{\phi(2x - k)} dx. \quad (3)$$

Конечное множество числового коэффициента h_k на выходе выдает результаты, отличные от нуля, что ставит условие нормировки таким образом (4):

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(x) dx = 1. \quad (4)$$

Для проведения исследования с применением разработанного математического метода был снят с коры головного мозга низкочастотный сигнал с частотой в диапазоне от 10 до 50 Гц. В качестве обработки низкочастотного сигнала будут использоваться вейвлет-преобразования Добеши и Морле с оптимальными критериями частотной и амплитудной переменных.

Функция вейвлет-преобразования Добеши определяется следующей зависимостью (5) [3]:

$$\psi(x) = \sqrt{2} \sum_{k=0}^{2M-1} h_k \phi(2x - k). \quad (5)$$

Функция вейвлет-преобразования Морле определяется следующей зависимостью (6) [4]:

$$\psi(x) = \exp\left(ik_b r - \frac{k^2}{2}\right), \quad (6)$$

где r – среднеквадратическое отклонение; i – начальное отклонение; b – максимальный коэффициент (7):

$$b = 2M - 1, \quad (7)$$

где M – определяет число коэффициентов функции вейвлета.

В ходе обработки низкочастотного сигнала алгоритмами вейвлет-преобразования Добеши (5) и Морле (6) были получены некорректные данные, которые затрудняют провести анализ полученных данных. Для получения корректных данных была оптимизирована длина областей вейвлета (3).

Многомасштабный вейвлет-анализ построен на разложении низкочастотного сигнала и образует ортонормированный базис, который задан масштабом j_n (8) [6]:

$$f(x) = \sum_{k=0}^{2M-1} s_{j_n,k} \phi_{j_n,k} + \sum_{j=j_n}^{j_{\max}} \sum_{k=0}^{2M-1} d_{j,k} \psi_{j,k}, \quad (8)$$

где $\psi_{j,k}$ – смещенные версии масштабной «материнского» вейвлета ψ ; $\phi_{j_n,k}$ – масштабированные функции ϕ ; $s_{j_n,k}$ – коэффициенты аппроксимации; $d_{j,k}$ – детализирующие коэффициенты.

Для повышения чувствительности при обработке низкочастотного сигнала в основу математической модели был внедрен «отцовский вейвлет», который имеет следующую зависимость (9):

$$\phi(t) = \sqrt{2} \sum_k^{2M-1} h_k \phi(2t - k). \quad (9)$$

Чтобы хранить и извлекать полученные данные, будет применен многомерный массив `lpData[]`, объем которого зависит от памяти ОЗУ. Перед обработкой полученных данных из буфера необходимо будет провести преобразование в 8- и 16-битную звуковую информацию:

– 8-битное преобразование:

$$(long)((unsigned char) pHdr -> lpData[n]) - 128;$$

– 16-битное преобразование:

$$(long)((signed short) pHdr -> lpData[n]).$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

После анализа и обработки снятого низкочастотного сигнала с коры головного мозга на выходе был получен синусоидальный график с присутствием различных сторонних помех/шумов. Присутствие помех/шумов в сигнале обусловлено множеством факторов, один из которых – отсутствие в модели программного фильтра (рис. 4).

Чтобы частично очистить низкочастотный сигнал от помех/шумов, можно применить следующее временное равенство (10):

$$x(t) = x_0 + \dot{x}_0(t - t_0), \quad (10)$$

где x_0, \dot{x}_0 – неизвестные параметры низкочастотного сигнала; t – текущий момент времени; t_0 – начальный момент времени (11):

$$t_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i. \quad (11)$$

Расписав формулы (10) и (11) и применив их к основной функции математической модели, формируется следующее (12):

$$F(x_0, \dot{x}_0) = \sum_{i=1}^n [x_i - x_0 - \dot{x}_0(t_i - t_0)]^2. \quad (12)$$

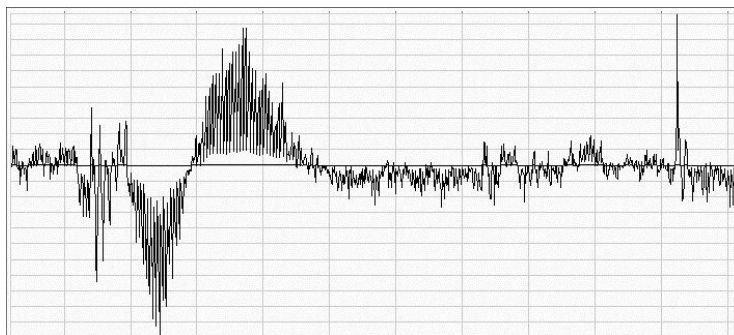


Рисунок 4 – Низкочастотный сигнал с помехами/шумом

С помощью разработанной математической модели на основе алгоритмов вейвлет-преобразования Добеши и Морле была повторно проведена обработка низкочастотного сигнала снятого с коры головного мозга человека. Полученная синусоидальная кривая низкочастотного сигнала представлена на рисунке 5.

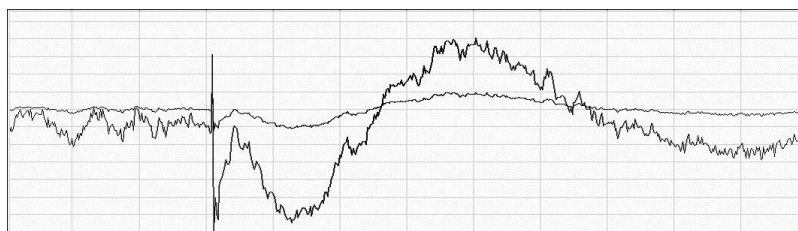


Рисунок 5 – Обработанный НЧ сигнал с незначительными помехами/шумами

По рисунку 5 видно, что полученные данные избыточны. Это приводит к осложнению анализа низкочастотного сигнала. Необходимо сделать низкочастотный сигнал более «чистым», т.е. избавиться от различных в нем помех/шумов. Для этого будет применен программный фильтр. После его применения синусоидальная кривая стала отчетливой без постоянных непрерывных скачков (рис. 6). Такие данные легко анализировать и выявлять управляющие сигналы. На верхнем графике (рис. 6) представлен обработанный низкочастотный сигнал, а на нижнем представлена прямая с качками, которые и являются управляющими сигналами.

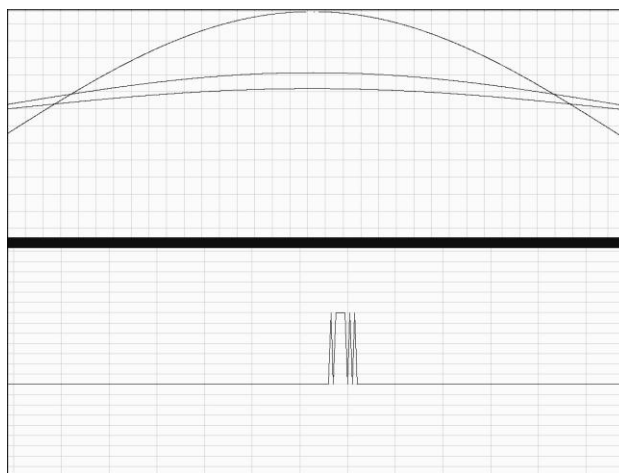


Рисунок 6 – Синусоидальная кривая с управляющим сигналом

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализован математический метод обработки управляющих сигналов снятых с коры головного мозга человека при помощи датчиков ЭЭГ с применением специальных математических алгоритмов вейвлет-преобразования Добеши и Морле.

Данный метод предназначен для снижения или уменьшения бета- (β -) сигналов с параметрами амплитуды менее 5-15 мкВ с частотой 14-40 Гц в области центральных лобных извилин, задних центральных и лобных извилин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бибииков Д.В. и др. Исследование подходов для создания информационной составляющей при проектировании интеллектуального тренажера на основе сигналов коры головного мозга / Д.В. Бибииков, Р.Б. Буров, В.В. Лавлинский, Ю.Г. Табаков // Моделирование систем и процессов, 2012. – № 4. – С. 52-56.
2. Бибииков Д.В., Буров Р.Б., Лавлинский В.В., Табаков Ю.Г. Метод проектирования схем для считывания НЧ-сигналов с коры головного мозга // Моделирование систем и процессов. 2013. – № 2. – С. 11-14.
3. Бибииков Д.В. и др. / Д.В. Бибииков, Р.Б. Буров, В.В. Лавлинский, Ю.Г. Табаков / Вейвлет-преобразование Добеши для низкочастотных сигналов, снятых с коры головного мозга человека // Моделирование систем и процессов, 2013. – № 2. – С. 8-11.
4. Бибииков Д.В., Лавлинский В.В., Табаков Ю.Г. Модифицированный алгоритм вейвлет-преобразования Морле для анализа НЧ-сигналов // Моделирование систем и процессов, 2013. – № 3. – С. 12-14.
5. Табаков Ю.Г., Бибииков Д.В. Анализ вейвлет-преобразования Морле для снятия и обработки НЧ-сигналов // Системы управления и информационные технологии, 2014. – № 3.2(57). – С. 272-275.
6. Лавлинский В.В., Табаков Ю.Г. Анализ вейвлет-преобразований Добеши и Морле на малейшие изменения в НЧ-сигнале // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах», 2014. – № 2. – С. 56-59.

Табаков Юрий Геннадьевич

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж

Магистр, аспирант

Тел.: 8 908 132 32 24

E-mail: vurik204@rambler.ru

Yu.G. TABAKOV (*Undergraduate, Post-graduate Student*)
Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh

CONCEPTUAL APPROACH THE PROCESSING OF LF SIGNAL

The paper presents a mathematical approach the baseband signal processing removed from the human cerebral cortex. Which are based on specialized algorithms Daubechies and Morlet wavelet transformation. The structural diagram of the baseband signal processing, which takes into account external factors adversely affecting. Submitted specialized mathematical and software SASSHB (spectral analysis of sound signals of the human brain), which allows for the analysis and processing of low-frequency signal with a frequency of 10-50 Hz. Designed and painted by mathematical functions with basic variables to improve the processing of low-frequency signals and revealing of the data control signals for intelligent simulators.

Keywords: *low-frequency signal; the processing of low-frequency signals; the wavelet transform; Daubechies wavelet; Morlet wavelet; the mathematical model.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bibikov D.V. i dr. Issledovanie podxodov dlya sozdaniya informacionnoj sostavlyayushhej pri proektirovanii intellektual'nogo trenazhera na osnove signalov kory' golovnogogo mozga / D.V. Bibikov, R.B. Burov, V.V. Lavlinskij, Yu.G. Tabakov // Modelirovanie sistem i processov, 2012. – № 4. – S. 52-56.
2. Bibikov D.V., Burov R.B., Lavlinskij V.V., Tabakov Yu.G. Metod proektirovaniya sxem dlya schityvaniya NCh-signalov s kory' golovnogogo mozga // Modelirovanie sistem i processov, 2013. – № 2. – S. 11-14.
3. Bibikov D.V. i dr. / D.V. Bibikov, R.B. Burov, V.V. Lavlinskij, Yu.G. Tabakov / Vejvlet-preobrazovanie Dobeshi dlya nizkочastotny'x signalov, snyaty'x s kory' golovnogogo mozga cheloveka // Modelirovanie sistem i processov, 2013. – № 2. – S. 8-11.
4. Bibikov D.V., Lavlinskij V.V., Tabakov Yu.G. Modificirovanny'j algoritm vejvlet-preobrazovaniya Morle dlya analiza NCh-signalov // Modelirovanie sistem i processov, 2013. – № 3. – S. 12-14.
5. Tabakov Yu.G., Bibikov D.V. Analiz vejvlet-preobrazovaniya Morle dlya snyatiya i obrabotki NCh-signalov // Sistemy' upravleniya i informacionny'e texnologii, 2014. – № 3.2(57). – S. 272-275.
6. Lavlinskij V.V., Tabakov Yu.G. Analiz vejvlet-preobrazovaniy Dobeshi i Morle na malejshie izmeneniya v NCh-signale // Nauchny'j vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya «Informacionny'e texnologii v stroitel'ny'x, social'ny'x i e'konomicheskix sistemax», 2014. – № 2. – S. 56-59.

УДК: 004.94:[004.75+004.052]

И.В. АРТАМОНОВ

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БИЗНЕС-ТРАНЗАКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

В интегрированных информационных системах часто выполняются бизнес-процессы, которые имеют сложную логику и последовательность операций. Для надежной работы таких взаимодействий необходимо их тщательное проектирование и планирование. Одной из ключевых проблем является поддержка атомарности процесса, который должен быть выполнен полностью или не выполнен вообще. Ввиду сложности и длительности процесса стандартные средства транзакционного управления и методы вычисления достижимости целевых состояний системы могут быть неэффективны. В статье предлагается алгоритм выявления тупиковых ситуаций во время имитационного моделирования процесса с помощью цепей Маркова.

Ключевые слова: бизнес-транзакция; цепь Маркова; имитационное моделирование.

Повышение уровня автоматизации современных предприятий, необходимость их сотрудничества и интеграции, а также высокая динамика рыночной среды предполагает усиление роли так называемого электронного B2B-взаимодействия – т.е. взаимодействия между предприятиями на базе обмена электронными документами. Причем в выполнении сложного совместного бизнес-процесса может участвовать большое количество предприятий, схема взаимодействия которых не ограничивается тривиальной последовательной передачей информации «по цепочке», а может состоять из сложных структур, разветвлений, циклов, иерархических включений и т.д. При этом все участники совместного процесса согласованно выполняют общую задачу и гарантируют, что сохранят последствия ее выполнения. Ввиду определения из [1] будем называть такое взаимодействие бизнес-транзакцией.

Вовлечение большого количества участников может негативно сказываться на общем качестве подобной организации, прежде всего, на ее надежности: каждый новый участник, привнося вероятность собственного отказа, может увеличивать общий риск отказа всей системы. Однако современные разработки в области программирования, технологий интеграции и архитектур информационных систем позволяют предложить новый подход к повышению надежности подобного взаимодействия. В [2] были исследованы вопросы структуры и свойств бизнес-транзакции, а в [3] – ее надежность в сервис-ориентированной среде.

В [4] было показано, что одним из свойств надежной бизнес-транзакции является устойчивость ее выполнения. Под устойчивостью в терминах бизнес-транзакции подразумевается, что реализация бизнес-транзакции должна приводить к достижению ее целей, к результатам бизнес-процесса, которые представляют определенную ценность для конечного потребителя. При этом, естественно, не должно возникнуть состояния циклов (условие устойчивости) или состояний, которые не позволяют бизнес-транзакции выполниться, «откатиться» или компенсироваться (условие атомарности). Несмотря на то, что в [5, 6] мы показали способ описания различных аспектов бизнес-транзакции с помощью окрашенных сетей Петри, а в [7] представили программный комплекс имитационного моделирования для оценки ее надежности, мы считаем, что условие устойчивости трудно проверить с использованием сетей Петри.

Например, рассмотрим ситуацию, когда моделируемая бизнес-транзакция с безотказными операциями за n шагов не достигла ни финальной, ни начальной маркировки сети, хотя известно (например, исходя из анализа построенного графа), что существует последовательность шагов, которая приводит бизнес-транзакцию к финальной маркировке. К этой ситуации можно привести 2 причины: последовательность шагов для достижения финальной маркировки меньше n , либо нарушено условие устойчивости и существует последовательность шагов, приводящих к одной и той же маркировке (бесконечный цикл). Другая ситуация предполагает, что финальная маркировка не мертва, то есть после ее достижения бизнес-транзакция продолжает свою активность, что опять является следствием нарушения условия устойчивости при выполненном условии атомарности.

Вычисление нарушений устойчивости средствами имитационного моделирования – сложноформализуемая задача, так как количество выполнения той или иной операции зависит от специфики бизнес-транзакции.

Покажем, что исследование моделируемой бизнес-транзакции с помощью цепей Маркова позволяет выявить те операции, маркировки и ситуации, на которые стоит обратить внимание из-за их потенциально опасного, ненадежного поведения.

Опишем алгоритм определения устойчивости бизнес-транзакции. Будем использовать терминологию цепей Маркова, данную в [8, 9, 10], и представленный нами аппарат моделирования бизнес-транзакции с помощью окрашенных сетей Петри.

Для определения устойчивости бизнес-транзакции и нахождения потенциально-опасных с точки зрения устойчивости операций и явлений применим цепи Маркова. В первую очередь необходимо определить систему и состояния, в которых она будет находиться. На наш взгляд, существует 2 подхода ввиду определения бизнес-транзакции, данного в [2] и [11]:

1. Каждая операция бизнес-транзакции может быть отдельным состоянием системы. Цепь Маркова моделирует переходы между этими операциями. Реализация этого подхода возможна только для простой сети Петри, которая следует свойствам безопасности и сохраняемости. Она невозможна для более сложных сетей, которые моделируют, например, параллельные операции. Для таких сетей необходимо расширение цепей Маркова, где предполагается, что матрица переходов вероятностей не будет стохастической, т.е. сумма элементов строки будет превышать 1. Однако мы не исключаем возможности частичного использования этого подхода на отдельных группах операции бизнес-транзакции.

2. Каждая маркировка бизнес-транзакции представлена отдельным состоянием системы. Маркировка описывает распределение данных по всем операциям, поэтому является уникальным состоянием системы. Ввиду того, что поведение окрашенной сети Петри строго детерминировано, то можно задать вероятности достижения тех или иных маркировок. Сложность этого метода в том, что с ростом числа операций и «цветов» в окрашенной сети количество всех возможных маркировок нелинейно возрастает, что затрудняет построение матрицы переходных вероятностей.

Несмотря на различие этих подходов, мы покажем, что анализ бизнес-транзакции может потребовать их совместного использования.

Пусть бизнес-транзакция BT может находиться в любой из множества маркировок, достижимых из начальной $\{M_0, \mathcal{R}(M_0)\} = A$. Это множество конечно и счетно. Переход между маркировками осуществляется через дискретные промежутки времени. Тогда положим, что последовательность маркировок M_0, M_1, \dots, M_k есть конечная, дискретная, однородная цепь Маркова.

Вероятности перехода между маркировками задается с помощью матрицы $P = \{p_{ij}\}, i, j \leq k$, где строки соответствуют текущей маркировке бизнес-транзакции,

столбцы – маркировке на следующем шаге, а на пересечении строк и столбцов находится вероятность соответствующего перехода.

Ввиду определения бизнес-транзакции соответствующая цепь Маркова ее маркировок является поглощающей. Переформулируем условие устойчивости бизнес-транзакции в терминах этой цепи Маркова.

Бизнес-транзакция BT , смена маркировок которой описывается конечной цепью Маркова, является устойчивой, если множество поглощающих маркировок включает только финальные маркировки. Пусть S – множество поглощающих состояний, тогда: $S \subset A, S = \Omega$.

Условия атомарности таким способом проверить нельзя, так как это потребует, чтобы начальная маркировка входила во множество поглощающих, но только для любых шагов $n > 1$, что нарушает принцип однородности рассматриваемых цепей Маркова.

Дополнительно проверить отсутствие бесконечных циклов позволяет следующее условие. Пусть для бизнес-транзакции BT определена фундаментальная матрица $N = (I - Q)^{-1} = \{\mu_{ij}\}$, тогда $\forall i, j: \mu_{ij} \leq 1$. То есть не должно быть маркировок, которые повторяются более одного раза. Условие имеет ограниченное применение только для сети BT , где не определены сторожевые функции.

Положим, что за время имитационного эксперимента поглощающее состояние бизнес-транзакцией достигнуто не было, и необходимо определить причины этого.

Так как каждая маркировка – это уникальное распределение данных по позициям бизнес-транзакции, то любое изменение данных (например, приращение или увеличение) в любой позиции приводит к новой маркировке. Постоянная активность какой-либо операции, которая в силу ошибок моделирования или особенностей бизнес-транзакции безостановочно изменяет данные в какой-либо позиции, приведет к неограниченному росту числа маркировок без достижения финальной. С другой стороны, возможно, что в процессе работы БТ необходимая финальная маркировка была достигнута, но она не была мертва и сеть продолжила переход в другие маркировки. Приведем алгоритм, позволяющий выявлять некоторые потенциально-опасные ситуации подобных бесконечных циклов.

Пусть среди пространства состояний A бизнес-транзакции BT , смена маркировок которой описывается конечной цепью Маркова и которая имеет V операций, можно выделить такое подмножество $Z \subset A$, что, начиная с некоторой маркировки n и до k , имеют место следующие положения для $j = i + 1, i = n \dots k$:

$$- p_{ij} = 1, \mu_{ij} = 1, D_i[\mu_{ij}] = 0;$$

- для всех маркировок $M_n \dots M_k$ существует такое замкнутое множество переходов

$$T = \{t_v\}: M_i \xrightarrow{t_v} M_j, v = 1..V;$$

- если построить цепь Маркова (2-й вариант) для последовательности запусков переходов t_v , а τ_{vl} будет означать переходную вероятность между переходами, $\sum_{l=1}^V \tau_{vl} = 1$. В этом случае, так как все переходы сообщаются только друг с другом, они составляют один класс эквивалентности и эргодическую цепь Маркова.

Тогда подмножество Z может указывать на маркировки, которые потенциально могут формироваться в условиях бесконечного цикла запусков одних и тех же переходов.

Пусть для множества переходов T , которые участвуют в смене маркировок из множества Z , построена цепь Маркова, где τ_{ij} означает переходную вероятность между переходами сети Петри. Тогда:

- если $|T| > 1$, то выделить период класса эквивалентности, в который входят переходы T . Если класс циклический, то его период может являться периодом оборота бесконечного цикла. А множество переходов T задействованы в этом цикле. Соответствующие алгоритмы и теоремы показаны в [8];

– если $|T| = 1$, то новые маркировки генерируются одним переходом, который может являться источником бесконечного цикла;

– в иных случаях ситуация не может быть однозначно определена. То есть регулярный класс эквивалентности, например, может означать выполнение сложной бизнес-логики или, с другой стороны, сложную бесконечную итерационную процедуру.

Таким образом, отсутствие или наличие потенциально-опасных явлений при выполнении бизнес-транзакции, которые могут повлиять на ее устойчивость, можно показать с помощью следующего алгоритма:

1. Определить все поглощающие маркировки бизнес-транзакции: финальные позиции и позиции отказов (если есть).

2. Провести имитационный эксперимент с моделью бизнес-транзакции.

3. Построить цепь Маркова для всех маркировок бизнес-транзакции.

4. Построить фундаментальную матрицу и сопутствующие матрицы для проверки условий устойчивости.

5. Если полученная цепь удовлетворяет условиям устойчивости, то бизнес-транзакция устойчива.

6. Иначе необходимо найти такое подмножество маркировок, которое удовлетворяет условию возможного бесконечного цикла. Если такое множество существует, то необходимо построить цепь Маркова для переходов сети Петри этого множества. Если множество этих переходов составляют один класс эквивалентности с известным периодом, то период может быть периодом оборота бесконечного цикла. Если множество переходов состоит из одного перехода, то он может являться исполнителем бесконечного цикла. В остальных случаях нельзя формально определить источник проблемы устойчивости. На практике чаще всего это означает, что бизнес-транзакция во время имитационного эксперимента просто не успела выполняться до конца.

Кроме прочего, можно воспользоваться полученными по результатам работы алгоритма матрицами для вычисления дополнительных свойств системы. Например, вероятности достижения финальной маркировки из любой другой. Представленный алгоритм был реализован в специальном программном средстве анализа надежности бизнес-транзакций.

Заметим, что в теории окрашенных сетей Петри существует похожие методы [12]. Графы достижимости схожи с графами цепей Маркова, построенных по маркировкам, а графы строго связанных компонентов имеют сходство с циклическими классами и подклассами. Однако принципом построения этих графов является строго детерминированное поведение моделируемых систем, что не подходит для целей анализа надежности бизнес-транзакции с внедренными стохастическими событиями отказов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Naugen B., Fletcher T. Multi-Party Electronic Business Transactions, 2002 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.enhyper.com/content/multipartybusinesstransactions.pdf>
2. Артамонов И.В. Бизнес-транзакции: характеристики и отличительные особенности // Бизнес-информатика, 2012. – № 2(20) – С. 29-34.
3. Артамонов И.В. Надежность бизнес-транзакций в сервис-ориентированной среде // Материалы II международной научно-практической конференции «Инновационные информационные технологии», 22-26 апреля 2013, Москва.
4. Артамонов И.В. Внутренне-надежная бизнес-транзакция // Применение математических методов и информационных технологий в науке, образовании и экономике. – Иркутск: БГУЭП, 2013. – № 11. – С. 21-24.
5. Артамонов И.В. Моделирование сервисной композиции с помощью окрашенных сетей Петри // Вестник НГУЭУ. – Новосибирск, 2013. – № 2. – С. 180-187.

6. Артамонов И.В. Моделирование сервис-ориентированной архитектуры с помощью окрашенных сетей Петри // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия «Информационные технологии». – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 5-13.
7. Артамонов И.В. Программный комплекс анализа надежности бизнес-транзакции // Информационные системы и технологии, 2014. – № 5(85). – С. 5-13.
8. Соколов Г.А., Чистякова Н.А. Теория вероятностей. Управляемые цепи Маркова в экономике. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 248 с.
9. Романовский В.И. Дискретные цепи Маркова. – Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. – 436 с.
10. Кемени Джон Дж., Снелл Дж. Лори. Конечные цепи Маркова. – Москва: Наука, 1970. – 272 с.
11. Артамонов И.В. Моделирование надежных В2В-взаимодействий с помощью окрашенных сетей Петри // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2013. – Т. 1 – № 1. – С. 146-148.
12. Jensen Kurt. Coloured Petri Nets modeling and validation of concurrent systems. – Springer, 2009. – 384 p.

Артамонов Иван Васильевич

Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск
Аспирант, старший преподаватель кафедры «Информатика и кибернетика»
Тел.: 8 950 113 68 88
E-mail: ivan.v.artamonov@gmail.com

I.V. ARTAMONOV (*Post-graduate Student,
Senior Teacher of the Department «Informatics and Cybernetics»
Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk*)

ANALYSIS OF BUSINESS TRANSACTION SOUNDNESS WITH MARKOV CHAINS

Integrated enterprise information systems are often execute such business processes that have a complicated logic and a sequence of operations. These interactions require accurate designing and planning, where major purpose is a compliance with an atomicity of a process. That atomicity means that a process must either fully happens, or not happens at all. According to complexity and possible long duration of such process standard transaction management tools and methods for determining reachability of a goal system states may be ineffective. The paper presents an algorithm based on Markov chains theory for revealing of deadlocks during business process simulation.

Keywords: *business transaction; Markov chain; simulation.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Haugen B., Fletcher T. Multi-Party Electronic Business Transactions, 2002 [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.enhyper.com/content/multipartybusinesstransactions.pdf>
2. Artamonov I.V. Biznes-tranzakcii: xarakteristiki i otlichitel'ny'e osobennosti // Biznes-informatika, 2012. – № 2(20) – S. 29-34.
3. Artamonov I.V. Nadezhnost' biznes-tranzakcij v servis-orientirovannoj srede // Materialy' II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionny'e informacionny'e tehnologii», 22-26 aprelya 2013, Moskva.
4. Artamonov I.V. Vnutrenne-nadezhnaya biznes-tranzakciya // Primenenie matematicheskix metodov i informacionny'x tehnologij v nauke, obrazovanii i e'konomike. – Irkutsk: BGUE'P, 2013. – № 11. – С. 21-24.
5. Artamonov I.V. Modelirovanie servisnoj kompozicii s pomoshh'yu okrashenny'x setej Petri // Vestnik NGUE'U. – Novosibirsk, 2013. – № 2. – С. 180-187.
6. Artamonov I.V. Modelirovanie servis-orientirovannoj arxitektury' s pomoshh'yu okrashenny'x setej Petri // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Informacionny'e tehnologii». –

- Novosibirsk: Novosibirskij nacional'nyj issledovatel'skij gosudarstvennyj universitet, 2014. – T. 12. – № 2. – С. 5-13.
7. Artamonov I.V. Programmnyj kompleks analiza nadezhnosti biznes-tranzakcii // Informacionny'e sistemy i tehnologii, 2014. – № 5(85). – С. 5-13.
 8. Sokolov G.A., Chistyakova N.A. Teoriya veroyatnostej. Upravlyaemye cepi Markova v e'konomike. — M.: FIZMATLIT, 2005. – 248 с.
 9. Romanovskij V.I. Diskretny'e cepi Markova. – Moskva: Gosudarstvennoe izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoy literatury, 1949. – 436 с.
 10. Kemeni Dzhon Dzh., Snell Dzh. Lori. Konechny'e cepi Markova. – Moskva: Nauka, 1970. – 272 с.
 11. Artamonov I.V. Modelirovanie nadezhny'x B2B-vzaimodejstvij s pomoshh'yu okrashenny'x setej Petri // Trudy' mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo». – Penza, 2013. – T. 1 – № 1. – С. 146-148.
 12. Jensen Kurt. Coloured Petri Nets modeling and validation of concurrent systems. – Springer, 2009. – 384 p.

УДК 519.682.7+ 004.4'272

П.П. КЕЙНО, А.В. СИЛУЯНОВ

ДЕКЛАРАТИВНЫЙ ПОДХОД ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР СЕРВЕРНОЙ СТОРОНЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ WEB-УЗЛОВ

Предлагается новая методология описания динамических структур серверной стороны, целью которой является повышение эффективности разработки web-узлов различной степени сложности без использования алгоритмического программирования.

Ключевые слова: декларативное программирование; визуализация структуры; web-разработка; методология программирования; всемирная паутина; серверные технологии; семантика; интерпретация.

Задача эффективной разработки программного обеспечения стояла еще на заре эпохи электронно-вычислительных машин. Почти сразу после появления первых ЭВМ вводятся понятия низкоуровневых и высокоуровневых языков программирования. Известно, что язык высокого уровня обладает абстракцией, в нем введены дополнительные смысловые конструкции, облегчающие понимание логики работы программы и не требующие подробного описания.

Чем выше уровень языка, тем проще на нем вести разработку, однако тем меньше свободы действий предоставляется разработчику. С повышением уровня языка увеличивается количество различных конструкций: функций, классов и лексем. Это требует дополнительных временных ресурсов в освоении языка, однако значительно повышает эффективность разработки [1].

С расцветом всемирной паутины и гипертекста возникла потребность создания динамических страниц – страниц, сгенерированных на основе логических структур стороны сервера в зависимости от предпочтений пользователя. Для этих целей было решено не разрабатывать собственный язык программирования, а связать данные клиента через специальный интерфейс с обычными программами, установленными на сервере. Такие программы могут быть написаны на любом языке программирования и иметь любую архитектуру, поддерживаемую операционной системой. Так, в 1993-м году появилась технология CGI (Common Gateway Interface) – специализированный интерфейс, принимающий данные из браузера пользователя и передающий их в программу через стандартное устройство ввода и переменные окружения [2]. Появилась отрасль web-программирования.

Проблема эффективной разработки затронула и данную отрасль. К сожалению, технология CGI, являясь достаточно низкоуровневым средством, не способна была решить эту проблему без привлечения сторонних решений. На помощь пришел язык Perl, обросший огромным множеством модулей для работы с CGI. Несмотря на то, что этот язык был предназначен прежде всего для обработки текстовых данных, он как нельзя лучше нашел применение в сфере web-технологий на данном этапе ее развития.

Тем не менее, инструментария Perl оказалось недостаточно, чтобы эффективно решать задачи отрасли, стремительно набирающей обороты. Появившийся в 1995-м году язык PHP получил поддержку сообщества разработчиков лишь в начале 2000-х. Это первый язык, основной целью которого стала разработка приложений под web. Он на уровне ядра поддерживает возможность работы с данными пользователя без прямого взаимодействия с CGI, эффективно работает с загрузкой файлов, сессиями и HTTP Cookie.

Язык PHP, будучи высокоуровневым языком программирования, с ростом популярности обрел огромное количество еще более высокоуровневых библиотек (так называемых фреймворков). В состав таких библиотек входят основные функции для работы с базами данных и их представлениях согласно концепции ORM, обработчик URL с указанием собственного формата, компоненты для авторизации и разграничения прав доступа и многое другое. Подобные фреймворки начали появляться и в более поздних языках программирования для web – Ruby и Python.

Нельзя обойти вниманием и системы управления контентом (CMS, Content Management System), позволяющие эффективно вести разработку web-узлов на основе визуального взаимодействия с пользователем и вовсе без применения программирования [3]. Недостатком такого подхода является пониженная гибкость разработки. Полученные результаты разработки двух совершенно различных проектов мало чем отличаются друг от друга и опытный разработчик без труда определит, на базе какой системы управления контентом создан тот или иной ресурс. Для повышения гибкости разработчику приходится изучать программный интерфейс (API) той или иной системы, что требует дополнительных временных затрат.

Исходя из вышеизложенного, перед начинающим web-разработчиком возникает дилемма: либо ему требуется потратить большое количество времени на изучение языков программирования и фреймворков, либо установить систему управления контентом и получить результат, отдаленно напоминающий то, что хотел разработчик с самого начала. Эту дилемму призван разрешить разрабатываемый декларативный язык программирования.

Характерная особенность декларативных языков программирования – описание характеристик уже существующего объекта, а не создание нового. Такой подход используется в клиентской web-разработке: язык HTML является декларативным языком. На HTML гораздо нагляднее и проще выглядит разрабатываемая страница, чем если бы она была написана на каком-либо языке алгоритмического программирования [4]. Похожую методологию предлагается применить и на серверной стороне.

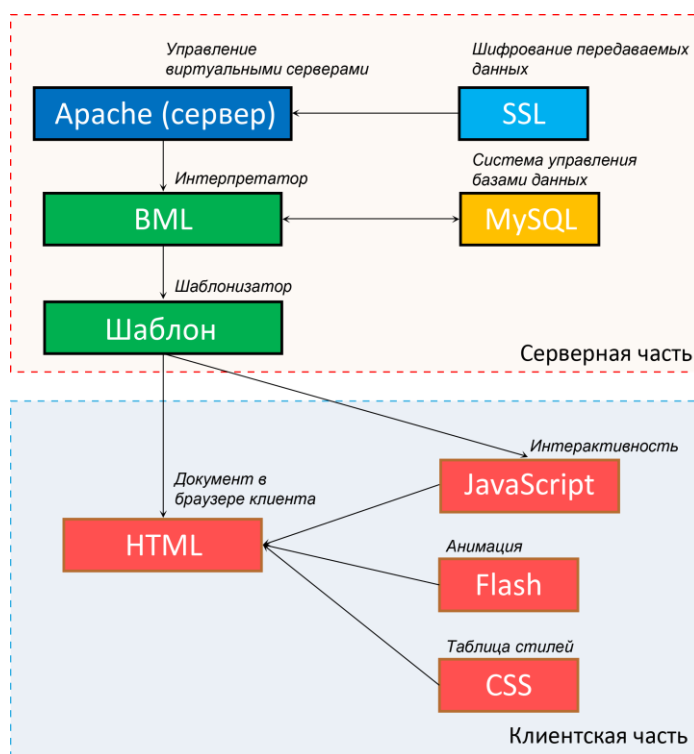


Рисунок 1 – Архитектура web-сервера и интерпретатор BML

Проект, в котором будет применяться разрабатываемый язык, носит название BlockSet, а сам язык – BML (Blockset Markup Language). Язык является интерпретируемым, основан на формальном языке структур XML. Все приложения, разработанные на языке BML, работают под управлением интерпретатора, являющегося либо частью web-сервера, либо самостоятельной программой, взаимодействующей с сервером в режиме FastCGI или CGI. Задачей интерпретатора является обработка документов BML, исполнение заданной логики и передача полученных данных в шаблонизатор. Шаблонизатор «склеивает» полученные данные интерпретатора с прилагаемым шаблоном, генерируя на выходе HTML-документ в браузере пользователя. Могут поддерживаться абсолютно любые шаблонизаторы, если программная реализация с их программным интерфейсом (API) присутствует в интерпретаторе. Формат выходных данных подробно описан в документации языка. Разработанная архитектура представлена на рисунке 1. Здесь интерпретатор представляет собой либо полную замену, либо дополнение к уже существующим технологиям, поддерживаемым на серверной стороне.

Чтение человеком структур данных гораздо проще осуществлять, чем чтение кода на основе алгоритмического языка программирования. Для придания структурной гибкости логике разрабатываемого приложения предлагается применять различные модификаторы.

Недостатком декларативного подхода является явная потеря гибкости и безграничной свободы действий со стороны разработчика. Тем не менее, примерно в 95% случаев весь спектр задач, решаемый в рамках web-разработки на сервере, имеет конечное множество решений. Абстрагируясь от конкретных реализаций, определим основной спектр задач:

- выборка, поиск и модификация данных из БД или иного хранилища;
- авторизация и разграничение прав доступа пользователей к данным.

В языке BML присутствуют две базовые сущности – локация и блок. Локация представляет собой аналог обычной web-страницы и для пользователя выглядит именно так. Разница в том, что это динамическая страница, генерируемая интерпретатором на основе данных, описанных в BML. Алгоритм работы интерпретатора в общем виде представлен на рисунке 2.

Соответствие локации и запрошенной пользователем страницы происходит через URL. В атрибуте base элемента <Location> задается шаблон локации, который должен соответствовать тому или иному запрашиваемому URL. Шаблон может задаваться с помощью регулярного выражения, при этом все совпадения этого регулярного выражения могут учитываться в дальнейшем (например, при выборке данных).

Внутри каждой локации присутствуют блоки <Block>, которые полностью идентичны по структуре с таблицами в базе данных. Разница в том, что у блоков существуют различные модификаторы, изменяющие поведение того или иного блока при передаче данных в шаблонизатор. К таким модификаторам может относиться параметр, отвечающий за количество выводимых однородных данных на странице. Переменная, взятая из совпадения регулярного выражения URL, также может быть параметром модификатора, отвечающего за выборку тех или иных данных. Блок – высокоабстрактный элемент, с помощью которого возможно создавать какие угодно компоненты динамической web-страницы: статьи, меню и подменю, списки загруженных файлов, музыкальный плейлист и многое другое.

Внутри блока существуют поля, задаваемые тегом <Field>. Данный элемент предназначен для представления отдельных типов содержимого в браузере пользователя и на сервере. Поле, напротив, является низкоабстрактным элементом и содержит более детальное описание каждого типа данных. Так, если в базе данных присутствует поле символьного типа, то в рамках BML-нотации такое поле может иметь более десятка различных типов данных: обычный текст, электронная почта, телефон, URL-адрес и др. Создано это для того, чтобы интерпретатор заранее знал, как именно предоставить данные для шаблонизатора.

Конкретизация полей также предназначена для ограничения ввода пользователем различной информации из форм ввода в браузере.

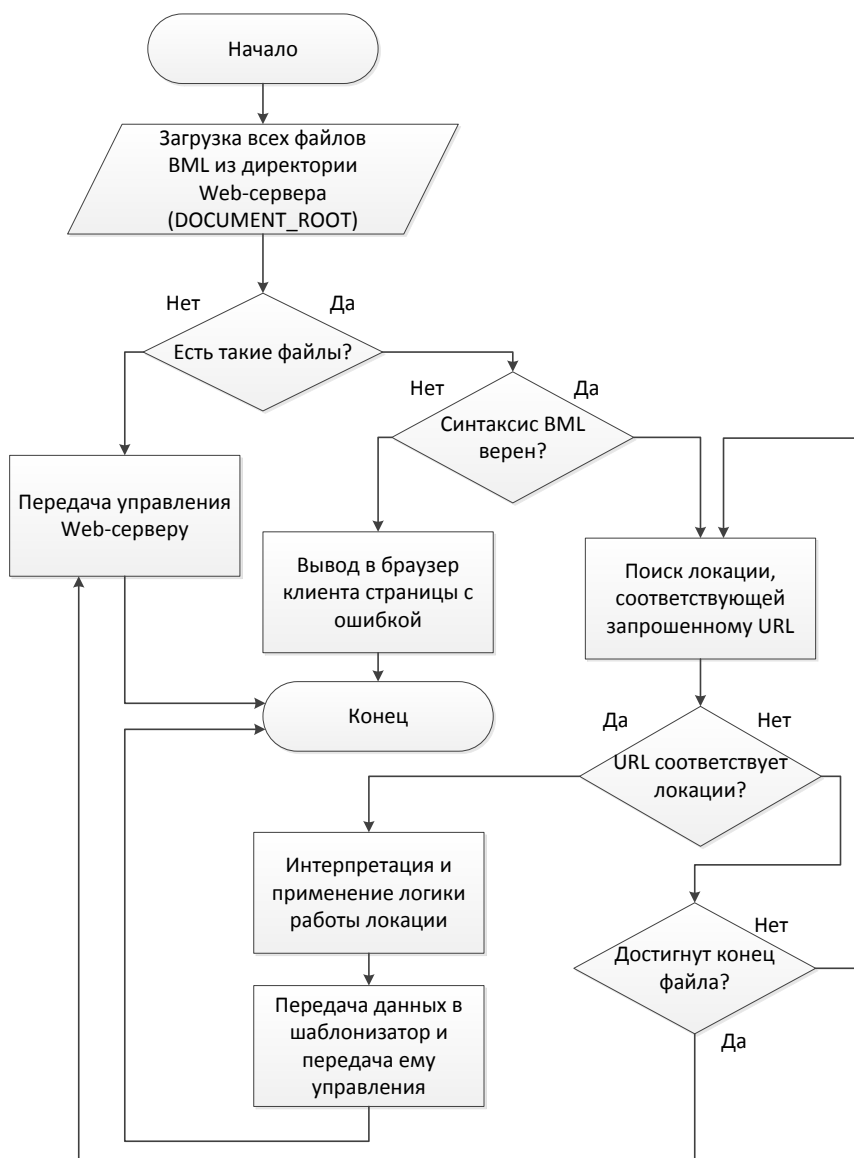


Рисунок 2 – Общий алгоритм работы интерпретатора BML

Таким образом, соблюдая баланс между абстракцией и конкретизацией различных сущностей, мы можем получить весьма эффективный и простой в освоении инструментов web-разработки. Несмотря на свои недостатки, декларативный подход рано или поздно найдет свою нишу в серверном программировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chatzigeorgiou; Stephanides (2002). Evaluating Performance and Power of Object-Oriented Vs. Procedural Programming Languages. In Blieberger; Strohmeier. Proceedings. 7th International Conference on Reliable Software Technologies. Ada-Europe'2002. Springer. – 367 p.
2. CGI: Common Gateway Interface [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.w3.org/CGI/>.
3. Dr. Andreas Mauthe, Dr. Peter Thomas (2004). Professional Content Management Systems: Handling Digital Media Assets. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-85542-3.

4. Lloyd J.W. Practical Advantages of Declarative Programming, Joint Conference on Declarative Programming, GULP-PRODE.

Кейно Павел Петрович

ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», г. Москва
Преподаватель кафедры «Системное моделирование и инженерная графика»
Тел.: 8 917 565 32 71
E-mail: pavel@mati.ru

Александр Вячеславович Силуянов

ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», г. Москва
Кандидат технических наук, кафедры «Системное моделирование и инженерная графика»
Тел.: 8 985 765 47 22
E-mail: ctcmati@yandex.ru

P.P. KEJNO (Teacher of the Department «System Modeling and Engineering Graphics»)

*A.V. SILUYANOV (Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department «System Modeling and Engineering Graphics»
MATI – Russian State Technological University, Moscow*

**DECLARATIVE APPROACH DESCRIPTION OF DYNAMIC SERVER-SIDE STRUCTURES
IN THE DEVELOPMENT OF WEB-NODES**

A new methodology for description of dynamic server-side structures, which aims to improve the efficiency of development Web-sites of varying degrees of complexity without using algorithmic programming.

Keywords: *declarative programming; structure visualization; web-development; programming methodology; world wide web; server technology; semantics; interpretation.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Chatzigeorgiou; Stephanides (2002). Evaluating Performance and Power of Object-Oriented Vs. Procedural Programming Languages. In Blieberger; Strohmeier. Proceedings. 7th International Conference on Reliable Software Technologies. Ada-Europe'2002. Springer. – 367 p.
2. CGI: Common Gateway Interface [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.w3.org/CGI/>.
3. Dr. Andreas Mauthe, Dr. Peter Thomas (2004). Professional Content Management Systems: Handling Digital Media Assets. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-85542-3.
4. Lloyd J.W. Practical Advantages of Declarative Programming, Joint Conference on Declarative Programming, GULP-PRODE.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Решение задачи анализа состояния и динамики качества объектов АСМК является важной для предприятий ИС. Однако в научной литературе не существует исследований, подтверждающих эффективность использования для анализа АСМК модели структурных и функциональных параметров. В данном исследовании, во-первых, был определен подход построения СФМ, во-вторых, элементы прогнозной модели с улучшением классического управления с отрицательной обратной связью, в-третьих, описана схема анализа модели АСМК предприятия ИС. Исследование показало, что в ходе анализа СФМ можно обеспечить внедрение последних достижений автоматизации в проектировании и производстве, включая методы и средства математического моделирования, принятия, оценки надежности и качества проектных и управленческих решений. Результаты исследования расширяют знания о методическом потенциале анализа и синтеза АСМК.

Ключевые слова: система менеджмента качества; компьютерные сети; динамика качества; интегрированные структуры; структурно-функциональная модель; прогнозирование.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Проектирование систем управления играет важную роль в современных технологических системах. Проектирование и создание автоматизированной системы менеджмента предприятия интегрированной структуры (ИС) способствует принятию процессного подхода при разработке, внедрении и улучшении результативности систем менеджмента качества (СМК) для повышения удовлетворенности потребителей посредством выполнения их требований. Чтобы действовать результативно, в организации определяется множество взаимосвязанных видов деятельности и осуществляется автоматизированное управление ими. СМК предприятия предназначена для определения действий в целях устранения причин потенциальных несоответствий и для предупреждения их появления [1]. Современные автоматизированные СМК (АСМК) ориентированы на реализацию в некотором априори заданном классе объектов управления предприятия ИС. При этом сложность объектов управления (ОУ), определяемая множественностью взаимосвязанных параметров и не полностью определенными динамическими процессами, описывающими эволюцию состояния (обычно нелинейную и нестационарную), существенно затрудняет проектирование и эксплуатацию оптимальных схем управления [1, 16, 18]. В [4, 5] решаются задачи и проблемы кибернетического моделирования без учета особенностей состояния и динамики качества объектов АСМК предприятия ИС. Необходимо сформулировать принципы моделирования состояния и динамики качества объектов и построения сквозных систем «разработка-производство-поставка продукции», а также проблемы интеграции информационных ресурсов, информационной поддержки технологий и наукоемких производств. При этом целесообразно развить методы и средства в решении задач моделирования. В [4, 5] предлагаются пути решения задач моделирования средств управления без учета структурных и функциональных свойств распределенных ИС. Требуется решить задачу разработки подхода к моделированию АСМК предприятия ИС как системы, исследование которой позволит получать возможности для повышения результативности СМК в условиях турбулентной, стохастической среды.

АНАЛИЗ АСМК ПРЕДПРИЯТИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Структурные представления АСМК являются средством исследования систем. Иерархические структуры АСМК представляют собой декомпозицию системы в пространстве. Применяются они прежде всего для описания подчиненности элементов в структурах управления. Термин иерархия означает соподчиненность, порядок подчинения низших по должности лиц высшим. В иерархических структурах важно лишь выделение уровней соподчиненности, а между уровнями и между компонентами в пределах уровня, в принципе, могут быть любые взаимоотношения. Функциональная модель состоит из набора диаграмм потока данных, которые показывают потоки значений от внешних входов через операции и внутренние хранилища данных к внешним выходам.

Предлагается для анализа состояния и динамики качества объектов АСМК предприятия структурно-функциональная модель (СФМ) АСМК предприятий ИС. СФМ – математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе. СФМ является не самоцелью, а только средством для решения проблемы повышения результативности СМК. Для решения сложной проблемы исследования АСМК с информационно-вычислительной сетью (ИВС) применяется системный подход, в котором моделирование является основным методом исследования. Для достижения запланированных результатов (целей) необходима постоянная оценка результативности процессов АСМК предприятий ИС. Оценка результативности процессов включает: формирование критериев результативности; выбор метода оценивания системы; расчет обобщенного критерия результативности для каждого процесса; расчет обобщенного критерия результативности; анализ показателей результативности процессов и СМК в целом через запланированные периоды. В качестве комплексных показателей результативности процессов, учитывающих как процессы нарушения соответствия требованиям, так и процессы аудита и восстановления состояния АСМК, предлагается использовать $K_{рез}$ (вероятность нахождения АСМК с требуемой результативностью процессов в произвольный момент времени) и $K_{рез\ ауд}$ (вероятность нахождения АСМК состояния с требуемой результативностью процессов в произвольный момент времени в период применения ресурса АСМК по назначению согласно информации текущего аудита):

$$K_{рез} = \frac{\bar{T}_{испр\ ф}}{\bar{T}_{испр\ ф} + \bar{T}_{коррект}}; K_{рез\ ауд} = \frac{\bar{T}_{испр\ ф} + \bar{T}_{коррект}}{\bar{T}_{испр\ ф} + \bar{T}_{сн} + \bar{T}_{коррект}},$$

где $\bar{T}_{испр\ ф}$ – среднее время функционирования до появления несоответствия; $\bar{T}_{сн}$ – среднее время пребывания АСМК в состоянии наличия скрытого несоответствия; $\bar{T}_{коррект}$ – среднее время корректирующих действий с учетом времени аудита и диагностирования скрытого несоответствия.

Суть решения задачи моделирования АСМК с адаптацией организаций ИС состоит в построении математической модели на основе системного анализа ОУ и синтезе алгоритма управления (АУ) для получения желаемых характеристик протекания процесса или целей управления. Состояние объекта характеризуется некоторыми количественными величинами результативности, изменяющимися во времени, то есть переменными состояниями. Процесс управления можно разделить на несколько этапов [16]:

1. Сбор и обработка информации.
2. Анализ, систематизация, синтез.
3. Постановка целей на этой основе.
4. Выбор метода управления, прогноз.
5. Внедрение выбранного метода управления.

6. Оценка эффективности выбранного метода управления (обратная связь).

Эффективным подходом к анализу и синтезу систем управления с ограничениями, получившим широкое признание и применение в практике управления сложными технологическими процессами, является метод управления с прогнозирующей моделью (управление с прогнозированием, управление со скользящим горизонтом) [2]. Применение этого подхода позволяет достаточно просто учитывать явные ограничения на переменные состояния и управления. При этом получается стратегия управления с обратной связью, но удается избежать «проклятия размерности», которое препятствует синтезу управлений с обратной связью при ограничениях. Обзор работ, посвященных проблеме управления с прогнозирующей моделью, приведен в [2-4].

Большинство подобных систем управления допускают возможность оптимизации, базирующейся на накопленной статистике управления и реализуемой в виде программно-алгоритмической надстройки над уже существующей СМК. Данный факт в совокупности с возможностью получения существенного экономического или иного эффекта послужил стимулом к разработке идеологии улучшенного (или прогрессивного) управления (Advanced Process Control – APC) [4]. При этом различные реализации прогнозного управления технологий могут формироваться на основе различных методологических платформ. Самое широкое применение получила система на основе управления с прогнозной моделью (Model Predictive Control – MPC), способной иметь дело с интерактивными параметрами процессов, моделировать сложные динамические характеристики, удерживать процесс в заданных пределах, надежно реагировать на нарушения в процессе и неполадки и т.п. [4].

Прогнозная модель является улучшением классического управления с отрицательной обратной связью, в котором учитывается предсказание поведения объекта управления на различные типы входных воздействий. Обратная связь в таких системах управления используется для корректировки неточностей, связанных с внешними помехами и неточностью математической модели объекта управления. Регулятор вводится в эмпирическую модель процесса для того, чтобы предсказать дальнейшее его поведение, основываясь на предыдущих значениях переменных состояния.

Управление на основе прогнозной модели, созданной в последние годы, значительно развилось. Термин «управление» на основе прогнозирующей модели не определяет конкретную стратегию управления, но дает вполне достаточный диапазон методов управления, которые делают явное использование модели процесса таким, чтобы получить управляющий сигнал, минимизируя заданную функцию потерь. Эти методы конструирования приводят к линейному управлению, которое имеет практически ту же самую структуру и представляет соответствующие степени свободы. Идеи, появляющиеся в большей или меньшей степени в области всей прогностической группы управления:

- явное использование модели, чтобы предсказать прохождения процесса в будущие моменты времени (горизонт);
- определение последовательности процессов управления, минимизирующей значения заданной функции потерь;
- реализация стратегии таким образом, чтобы в каждый момент горизонт был перемещен в будущее; реализация стратегии, которая включает применение первого управляющего сигнала последовательности, вычисленной в каждом шаге.

Достоинством MPC-подхода, определяющим его успешное использование в практике построения и эксплуатации систем управления, служит относительная простота базовой схемы формирования обратной связи, сочетающаяся с высокими адаптивными свойствами. Последнее обстоятельство позволяет управлять многомерными и многосвязными объектами со сложной структурой, включающей нелинейности, оптимизировать процессы в режиме реального времени в рамках ограничений на управляющие и управляемые переменные,

учитывать неопределенности в задании объектов и возмущений. Кроме того, возможен учет временного запаздывания, учет изменений критериев качества в ходе процесса и отказов датчиков системы измерения. Различные алгоритмы MPC (другое название – управление с прогнозом дальнего действия – Long Range Predictive Control – LRPC) только отличаются по модели, используемой для того, чтобы учитывать особенности процессов, помехи и функцию цены, которая будет минимизирована. Этот тип управления имеет открытую природу.

СФМ АСМК с ИВС представляется объектом как система со своим устройством и механизмом функционирования, а также внешне воспринимаемым поведением (функционированием) объекта. Связь СФМ с реальностью осуществляется с помощью цепочки гипотез, идеализаций и упрощений. С помощью математических методов описывается идеальный объект, построенный на этапе содержательного моделирования. По Ляпунову, математическое моделирование – это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная замещать его в определенных отношениях и дающая при ее исследовании в конечном счете информацию о самом моделируемом объекте [5]. При моделировании должно учитываться, что АСМК ИС содержит ИВС и реализует алгоритмы адаптации к стохастическим условиям.

Выделяются два основных класса задач, связанных с математическими моделями – прямые и обратные. Суть прямой задачи: структура модели и все ее параметры считаются известными, главная задача – провести исследование модели для извлечения полезного знания об объекте. Суть обратной задачи: известно множество возможных моделей, надо выбрать конкретную модель на основании дополнительных данных об объекте. Чаще всего структура модели известна. Необходимо определить некоторые неизвестные параметры. Дополнительная информация может состоять в дополнительных эмпирических данных или в требованиях к объекту (задача проектирования). Дополнительные данные могут поступать независимо от процесса решения обратной задачи (пассивное наблюдение) или быть результатом специально планируемого в ходе решения эксперимента (активное наблюдение).

Особенности развития ИС, объединяющих предприятия оборонно-промышленного комплекса, требуют реализации стратегии инновационного развития, базирующейся на использовании лучшего опыта стран-лидеров и применения соответствующих систем знаний, накопленных в них. Задача синтеза АСМК рассматривается как процесс соединения или объединения разрозненных понятий в целое или набор. В подавляющем большинстве работ алгоритмы адаптации были введены в рассмотрение эвристически, они не отражают конечной цели адаптивного управления, при исследовании эффективности отсутствует единый подход, что не позволяет производить анализ эффективности АСМК с учетом реальных факторов, таких, как неточность оценивания состояния каналов взаимодействия ИВС предприятий ИС, инерционность в исполнении команд управления и ошибки, возникающие при передаче блоков данных протоколов. Поэтому целесообразно формализовать процесс функционирования системы адекватной математической моделью, отражающей наиболее характерные черты системы управления. В качестве одной из возможных моделей можно использовать представление АСМК как системы с переменной структурой, поведение которой на случайных интервалах времени характеризуется различными структурами и описывается вероятностными законами. При этом переход одной структуры в другую происходит в случайный момент времени в зависимости от значения фазовых координат системы. Задача анализа систем с переменной структурой, как правило, решается на основе теории марковских случайных процессов и, в частности, на основе уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова [6]. Однако сложность синтеза и решения

уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова для достаточно общей модели канала воздействия компьютерных атак затрудняет использование теории систем с переменной структурой для практического исследования адаптивных методов управления. Формализуем АСМК как совокупность ОУ, который в каждый момент времени может находиться в одном из N возможных состояний, и устройства управления (УУ), которое переводит ОУ из одного состояния в другое для достижения заданного качества функционирования [6]. Поведение ОУ описывается векторным случайным процессом $\bar{\xi}_N(t) = \{\xi_k(t)\}_{k=1}^N$, k -я компонента которого характеризует работу системы при нахождении ОУ в k -ом состоянии. Работа УУ описывается булевым вектором управления $\bar{u}_N(t) = \{u_k(t)\}_{k=1}^N$, компоненты которого при нахождении ОУ в момент времени t в k -м состоянии имеют вид $u_k(t) = 1, \{u_i(t)\}_{i=1, i \neq k}^N = 0$. В моменты t' переключения ОУ из одного состояния в другое вектор $\bar{u}_N(t)$ изменяется таким образом, что выполняется условие:

$$(\bar{u}_N(t' - 0), \bar{u}_N(t' + 0)) = 0, \quad (1)$$

где (\cdot, \cdot) – символ скалярного произведения векторов.

Достаточно общей математической моделью такой системы является управляемый случайный процесс [8], описывающий рабочее состояние ОУ, который определяется выражением:

$$\eta(t) = (\bar{\xi}_N(t), \bar{u}_N(t)). \quad (2)$$

Результативность функционирования системы характеризуется средним значением некоторой монотонной функции $\rho[\cdot]$, заданной на траектории $\eta(t)$, которое в случае эргодичности $\eta(t)$ может быть представлено в виде:

$$\bar{\rho} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \rho[\eta(t)] dt. \quad (3)$$

Если процесс $\bar{\xi}_N(t)$ стационарный с однородными и независимыми компонентами, то $\eta(t)$ – регенерирующий [9], т.е. состоящий из отдельных участков, являющихся вероятностными копиями друг друга. Под циклом регенерации длительности τ понимается упорядоченная пара $\theta = \{\eta(t), \tau\}$, в которой τ – вещественное число, а $\eta(t)$ – случайная функция, определенная на полуинтервале $[0, \tau]$ и принимающая значения из множества $D \subset R$ [11]. Совокупность всех возможных циклов регенерации образует пространство F с заданной на нем вероятностной мерой μ такой, что

$$P\{\tau = 0\} < 1, \quad P\{\tau < \infty\} = 1$$

и для всех $t \geq 0$ определена вероятность $\Psi_A(t) = P\{\eta(t) \in A\}$, где подмножество $A \subset D$.

С учетом свойства регенеративности $\eta(t)$ выражение (2) можно записать в виде:

$$\bar{\rho} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \int_0^{\tau_i} \rho[\eta(t)] dt / \sum_{i=1}^n \tau_i = \frac{E\left\{\int_0^{\tau} \rho[\eta(t)] dt\right\}}{E\{\tau\}}. \quad (4)$$

Применительно к адаптивным системам передачи информации наиболее интересен пороговый алгоритм переключения [10], при котором решение о необходимости смены рабочего состояния (окончание цикла регенерации) принимается при пересечении траекторией $\eta(t)$ уровня $\xi_{дон}$ сверху вниз, а новое рабочее состояние и, соответственно, значение $\eta(t)$ в момент регенерации t' определяются из условия:

$$\max_{k=1, N} g[\xi_k(t') | \xi_k(t') > \xi_{дон}, \xi_i(t') = \xi_{дон}], \quad (5)$$

где $g[\cdot]$ – некоторая оценочная функция, характеризующая, например, математическое ожидание времени пребывания компоненты процесса с известным значением в момент регенерации в области $[\xi_{дон}, \infty]$.

Обычно для анализа систем, формализуемых регенерирующими случайными процессами, используют метод имитационного моделирования, при котором в машинном масштабе времени воспроизводится динамика функционирования элементов системы, а в результате моделирования формируется траектория случайного процесса, описывающего рабочее состояние ОУ [9]. Для статистической оценки показателей эффективности разработаны методы определения точности полученных оценок при конечном числе сформированных циклов регенерации. Однако результаты, полученные таким путем, имеют частный характер и при изменении количества состояний системы N или вида функции $g[\cdot]$ моделирование следует проводить заново. Более перспективным в этом случае является аналитико-имитационный метод анализа [11], при котором выражения для показателей эффективности формируются в аналитическом виде, а методом статистического моделирования определяется лишь часть зависимостей, необходимых для вычисления характеристик системы. Для этого выделим в пространстве F такое подпространство $F_y \subset F$ циклов регенерации $\theta = \{\eta(t|\eta(0) = y(t), \tau(y))\}$, что значение $\eta(t)$ в момент регенерации равно y , и определим математические ожидания следующих функционалов, заданных на циклах $\theta \subset F_y$:

$$A(y) = E \left\{ \int_0^{\tau(y)} \rho[\eta(t)|\eta(0) = y] dt \right\}, \bar{\tau}(y) = E\{\tau(y)\}. \quad (6)$$

Тогда выражение для показателя эффективности можно представить в виде

$$\bar{\rho} = \int_{\xi_{дон}}^{\infty} \varpi(y) A(y) dy / \int_{\xi_{дон}}^{\infty} \varpi(y) \bar{\tau}(y) dy, \quad (7)$$

где $\varpi(y)$ – функция плотности (ф.п.) значения процесса $\eta(t)$ в момент регенерации.

Зависимости $A(y)$ и $\bar{\tau}(y)$ в достаточно общем случае можно определить с любой точностью методом статического моделирования путем имитации реализаций условного случайного процесса $\eta(t|\eta(0) = y)$ и формирования оценок $A(y)$ и $\bar{\tau}(y)$ [11]. Не останавливаясь подробно на вопросе точности оценок $A(y)$ и $\bar{\tau}(y)$, отметим, что задача исследования и моделирования условных случайных процессов рассматривалась в работах [14]. Аналитическое выражение для $\varpi(y)$ в общем виде получить не удастся. Однако, если известен алгоритм розыгрыша случайных величин с ф.п. $\varpi(y)$ для вычисления интегралов в числителе и знаменателе (7), можно воспользоваться методом Монте-Карло [12, 13]. В этом случае выражение для показателя эффективности можно записать в виде:

$$\bar{\rho} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n A(\varepsilon_i) / \sum_{i=1}^n \bar{\tau}(\varepsilon_i), \quad (8)$$

где ε_i – случайные числа с плотностью $\varpi(y)$.

Если функция $g[\cdot]$ – монотонно возрастающая на $[\xi_{дон}, \infty]$, то $\varpi(y)$ является усеченной ф.п. $(N - 1)$ -й порядковой статистики [15] в выборке из $(N - 1)$ случайных величин с ф.п. $\omega_{\xi}(y)$. В этом случае задача определения значения $\bar{\rho}$ сведется к численному интегрированию числителя и знаменателя выражения (7). Предложенный метод анализа модели является двухэтапным: на первом этапе методом статистического моделирования определяются зависимости $A(y)$ и $\bar{\tau}(y)$, на втором путем численного интегрирования определяются значения числителя и знаменателя (7). Поскольку $A(y)$ и $\bar{\tau}(y)$ не зависят от числа состояний системы N и алгоритма выбора нового состояния, определяемого функцией $g[\cdot]$, имеется

возможность определить показатели эффективности системы при различных N и $g[\cdot]$ без проведения наиболее трудоемкого первого этапа, что позволяет использовать метод для многовариантного анализа системы стволковой или жестко иерархической структур. В более общем виде задача определения показателей результативности СМК осуществляется методом имитационного моделирования. При этом показатели результативности СМК определяются как среднее значение соответствующих функционалов по ансамблю реализаций Θ :

$$H = \frac{E\left\{\int_0^{\tau} \Phi[\Xi(t)] dt\right\}}{E\{\tau\}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \int_0^{\tau_i} \Phi[\Xi(t)] dt}{\sum_{i=1}^n \tau_i}. \quad (9)$$

Запись показателя результативности в форме (7) позволяет поставить вопрос о точности при конечном количестве смоделированных циклов восстановления, в то время как выражение (5) оставляет этот вопрос открытым. Для оценки точности определяемых показателей при конечном числе циклов восстановления n известны эффективные методы обработки результатов моделирования [9]:

$$\hat{H} = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{\tau}_n}, \quad (10)$$

где

$$\bar{Y}_n = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \int_0^{\tau_k} \Phi[\Xi(t)] dt, \quad (11)$$

$$\bar{\tau}_n = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \tau_k. \quad (12)$$

Дисперсия случайной величины $Z_k = Y_k - \hat{H}\tau_k$ определяется выражением:

$$\sigma_{Z_k}^2 = \sigma_{Y_k}^2 - 2\hat{H} \text{cov}(Y_k, \tau_k) + (\hat{H})^2 \sigma_{\tau_k}^2. \quad (13)$$

Для оценки (3) справедлива центральная предельная теорема, представленная в форме:

$$\sqrt{n}\{\hat{H} - H\} / [\sigma_{Z_k} / E\{\tau_k\}] \Rightarrow N(0,1), \quad (14)$$

где $N(0,1)$ – нормальная случайная величина с нулевым средним значением и единичной дисперсией.

Для практического определения показателей результативности СМК необходимо, чтобы процесс был задан конструктивно, т.е. его можно рассматривать как некоторое отображение счетной совокупности равномерно распределенных на отрезке $[0;1]$ случайных чисел, т.е. если существует алгоритм моделирования такого процесса на ЭВМ [16].

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АСМК ПРЕДПРИЯТИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Центральная задача управления состоит в том, чтобы найти технически реализуемый способ воздействия на данный процесс так, чтобы он следовал настолько близко, насколько возможно, некоторому желаемому поведению. Кроме того, это приблизительное поведение должно быть достигнуто при наличии неопределенности процесса и присутствии неконтролируемых внешних возмущений, действующих на процесс. Методы интеллектуального анализа данных СФМ представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Методы интеллектуального анализа данных СФМ

Модели представления знаний – это одно из важнейших направлений исследований в области искусственного интеллекта (ИИ). Без базы знаний систем ИИ не существует. Для формализации и представления знаний разрабатываются специальные модели представления знаний и языки для описания знаний, выделяются различные типы знаний. ИИ АСМК рассматривается как основа новой информационной технологии (НИТ). ИИ представляется совокупностью аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка. На рисунке 2 представлена классификация моделей представления знаний комплекса СФМ. Важной особенностью модели является построение СФМ в виде программно-алгоритмического комплекса (ПАМ) по схеме, приведенной на рисунке 3. СФМ включает распределенные системы управления, программируемые логические контроллеры и персональные компьютеры.



Рисунок 2 – Классификация моделей представления знаний комплекса СФМ

Важное содержание ПАМ заключается в том, что главная цель СМК – действовать как инструмент предупреждения, а определение рисков является предупреждающей мерой. ISO 9001:2015 требует определить риски и возможности, которые должны быть рассмотрены для того, чтобы гарантировать, что СМК сможет достичь желаемого результата.

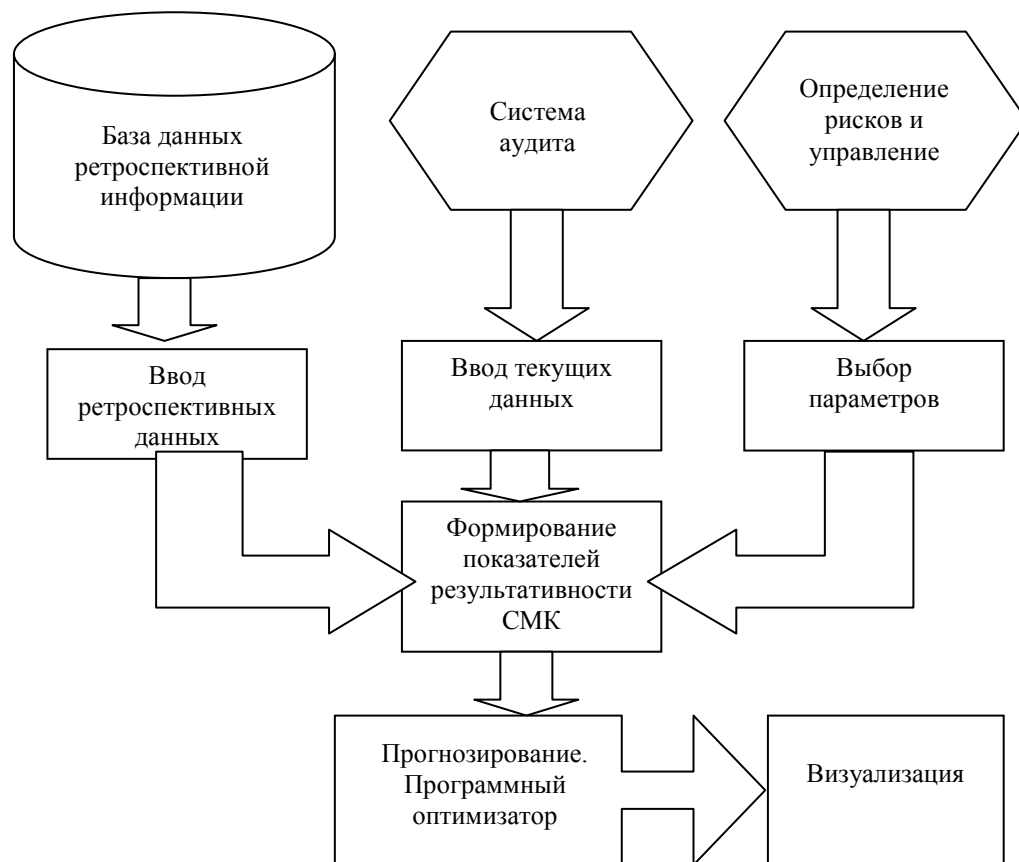


Рисунок 3 – Структура программно-алгоритмического комплекса СФМ

На рисунке 4 представлена структурная схема анализа СФМ АСМК предприятия ИС. Автоматизированный анализ статистических и динамических характеристик исходных данных включает в себя: статистический анализ каждого наблюдаемого параметра; анализ динамических характеристик каждого наблюдаемого параметра; корреляционный анализ групп наблюдаемых параметров; обобщенное (агрегированное) представление групп наблюдений и их визуализацию; прогнозирование выходных характеристик и/или состояния объекта управления на основе методов многомерной регрессии; оптимизация процесса управления сложной динамической системой на основе случайного поиска в пространстве допустимых значений предикатов; контроль состояния объекта управления и каналов мониторинга на основе прогностического анализа невязок измерений и корреляционной структуры контролируемых параметров; формирование взаимосвязи системы оптимизации управления и контроля состояния ОУ с вышестоящими и нижестоящими уровнями управления с учетом результатов текущего технико-экономического анализа.

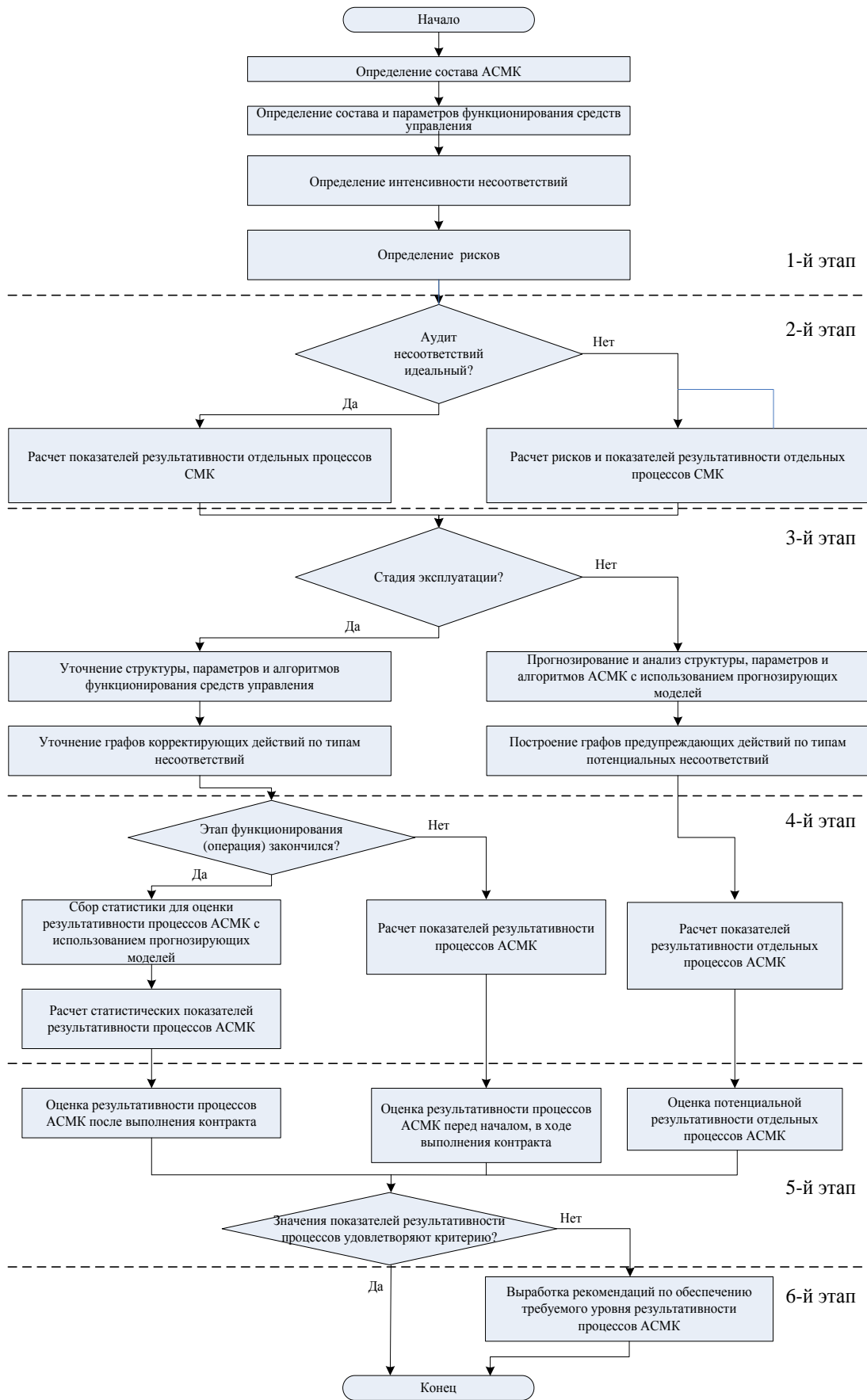


Рисунок 4 – Схема анализа модели АСМК предприятия ИС

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ состояния и динамики качества объектов АСМК предприятия предлагается производить с использованием СФМ. Анализ – сложный процесс, который требует принятия решений и использования итераций. Ключевой момент – понимание тех факторов, которые ограничивают достижение решения. Это приводит к выводу о создании модели АСМК с учетом основных ограничений. Организация должна определить внутренние и внешние проблемы, которые имеют отношение к целям и стратегическому направлению и влияют на способность организации достигать запланированных результатов СМК.

Дальнейшее развитие СФМ АСМК предприятия ИС связано с использованием технологий ИИ, в частности, с созданием унифицированной базы знаний, совмещающей в себе количественные и качественные описания ситуаций. Указанные описания образуют в совокупности некоторый аналог производственного опыта, позволяющий методами ассоциативного поиска формировать основания для оптимальных решений и осуществлять прогноз развития нестационарных (в том числе аварийных) ситуаций [18].

Следует заметить, что введение системы мониторинга среды взаимодействия, позволяющее получить количественные сведения о возмущающих воздействиях, позволяет повысить качество прогнозирования состояния ОУ и управления протекающими процессами. Исследование СФМ АСМК предприятия ИС должно обеспечить внедрение последних достижений автоматизации в проектировании и производстве комплексных информационных систем в промышленности, науке и экономике, включая методы и средства математического моделирования, принятия, оценки надежности и качества проектных и управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ ISO 9001:2011. Системы менеджмента качества. Требования. – 36 с.
2. Rawlings J. Tutorial: Model Predictive Control Technology // Proc. Amer. Control Conf. San Diego, California. June 1999. – P. 662-676.
3. Mayne D.Q. Constrained model predictive control: Stability and optimality / D.Q. Mayne, J.B. Rawlings, C.V. Rao, P.O.M. Scokaert // Automatica, 2000. – V. 36. – № 6. – P. 789-814.
4. Гросдиер П. Залог успеха проектов прогрессивных средств управления процессами // Нефтегазовые технологии, 2005. – № 2. – С. 56-58.
5. Новик И.Б. О философских вопросах кибернетического моделирования. – М.: Знание, 1964. – 174 с.
6. Бухалев В.А. Распознавание, оценивание и управление в системах со случайной скачкообразной структурой. – М.: Наука, Физматлит, 1996. – 288 с.
7. Срагович В.Г. Адаптивное управление. – М.: Наука, 1981. – 381 с.
8. Дынкин Е.Б., Юшкевич А.А. Управляемые марковские процессы и их приложения. – М.: Наука, 1975. – 340 с.
9. Крэйн М., Лемуан О. Введение в регенеративный метод анализа моделей. – Л.: Наука, 1982. – 104 с.
10. Комарович В.Ф., Сосунов В.Н. Случайные радиопомехи и надежность КВ связи. – М.: Связь, 1977. – 136 с.
11. Егоров В.В. Аналитико-статистический метод расчета характеристик систем управления с переключающим устройством // Кибернетика, АН УССР, 1989. – № 1. – С. 115-116.
12. Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А. Метод статистических испытаний (Монте-Карло). – М.: Физматгиз, 1961. – 225 с.
13. Ермаков С.М., Мелас В.Б. Математический эксперимент с моделями сложных стохастических систем. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1993. – 270 с.
14. Кудрицкий В.Д. Прогнозирующий контроль радиоэлектронных устройств. – К.: Техника, 1982. – 168 с.

15. Дейвид Г. Порядковые статистики. – М.: Наука, 1979. – 170 с.
16. Липатников В.А. Теория стратегического менеджмента: учебное пособие; ВАС. – СПб., 2012. – 668 с.
17. Сахаров Д.В., Липатников В.А., Стародубцев Ю.И. и др. Способ защиты информационно-вычислительных сетей от компьютерных атак. Патент РФ на изобретение № 2472211 от 10.01.2013 г. МПК⁹ G06F 12/14, H04L 12/22, приоритет 2011 г. Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели», 2013. – № 1.
18. Бухарин В.В., Липатников В.А., Сахаров Д.В. Метод управления информационной безопасностью организации на основе процессного подхода // Информационные системы и технологии, 2013. – № 3(77). – С. 102-109.

Костарев Сергей Валерьевич

ФГКВБОУ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», г. Санкт-Петербург
Начальник

Липатников Валерий Алексеевич

ФГКВБОУ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», г. Санкт-Петербург
Доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра
E-mail: lipatnikovanl@mail.ru

S.V. KOSTAREV (*Head*)

V.A. LIPATNIKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior Researcher of the Research Center*)
Military Academy of Telecommunications named after Marshal of Soviet Union S.M. Budennyj, Saint-Petersburg

ANALYSIS OF STATUS AND TRENDS IN THE QUALITY OF THE AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM OF ENTERPRISE INTEGRATED STRUCTURE

The analysis of status and trends in the quality of automated management system of enterprise (AMSE) is important for modern enterprises integrated structure (IS). However, the scientific literature, there is no research supporting the effectiveness of analysis models AMSE structural and functional parameters. In this study, first, build the structural-functional model (SFM) approach was determined, secondly, the elements forecast model with improved classical control with negative feedback, thirdly, describes the scheme of analysis model of enterprise IS AMSE. The study found that in the analysis of enterprise IS AMSE SFM can ensure the introduction of recent advances in the design and production of automation, including the methods and tools of mathematical modeling, adoption, evaluating the reliability and quality of design and management decisions. Results of the study are expanding knowledge of the methodological capacity of analysis and synthesis AMSE.

Keywords: *system of management of quality; computer networks; trends in the quality; integrated structure; structural-functional model; forecasting.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. GOST ISO 9001:2011. Sistemy' menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – 36 s.
2. Rawlings J. Tutorial: Model Predictive Control Technology // Proc. Amer. Control Conf. San Diego, California. June 1999. – P. 662-676.
3. Mayne D.Q. Constrained model predictive control: Stability and optimality / D.Q. Mayne, J.B. Rawlings, C.V. Rao, P.O.M. Scokaert // Automatica, 2000. – V. 36. – № 6. – P. 789-814.
4. Grosdidier P. Zalog uspeha proektov progressivny'x sredstv upravleniya processami // Neftegazovy'e tekhnologii, 2005. – № 2. – S. 56-58.
5. Novik I.B. O filosofskix voprosax kiberneticheskogo modelirovaniya. – М.: Znaniye, 1964. – 174 s.
6. Buxalev V.A. Raspoznavanie, ocenivanie i upravlenie v sistemax so sluchajnoj skachkoobraznoj strukturoj. – М.: Nauka, Fizmatlit, 1996. – 288 s.

7. Sragovich V.G. Adaptivnoe upravlenie. – M.: Nauka, 1981. – 381 s.
8. Dy'nkin E.B., Yushkevich A.A. Upravlyaemy'e markovskie processy' i ix prilozheniya. – M.: Nauka, 1975. – 340 s.
9. Kre'jn M., Lemuan O. Vvedenie v regenerativny'j metod analiza modelej. – L.: Nauka, 1982. – 104 s.
10. Komarovich V.F., Sosunov V.N. Sluchajny'e radiopomexi i nadezhnost' KV svyazi. – M.: Svyaz', 1977. – 136 s.
11. Egorov V.V. Analitiko-statisticheskij metod rascheta xarakteristik sistem upravleniya s pereklyuchayushhim ustrojstvom // Kibernetika, AN USSR, 1989. – № 1. – S. 115-116.
12. Buslenko N.P., Shrejder Yu.A. Metod statisticheskix ispy'tanij (Monte-Karlo). – M.: Fizmatgiz, 1961. – 225 s.
13. Ermakov S.M., Melas V.B. Matematicheskij e'ksperiment s modelyami slozhny'x stoxasticheskix sistem. – SPb.: Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 1993. – 270 s.
14. Kudrickij V.D. Prognoziruyushhij kontrol' radioe'lektronny'x ustrojstv. – K.: Texnika, 1982. – 168 s.
15. Dejvid G. Poryadkovy'e statistiki. – M.: Nauka, 1979. – 170 s.
16. Lipatnikov V.A. Teoriya strategicheskogo menedzhmenta: uchebnoe posobie; VAS. – SPb., 2012. – 668 s.
17. Saxarov D.V., Lipatnikov V.A., Starodubcev Yu.I. i dr. Sposob zashhity' informacionno-vy'chislitel'ny'x setej ot komp'yuterny'x atak. Patent RF na izobretenie № 2472211 ot 10.01.2013 g. MPK 9 G06F 12/14, H04L 12/22, prioritet 2011 g. Oficial'ny'j byulleten' «Izobreteniya. Polezny'e modeli», 2013. – № 1.
18. Buxarin V.V., Lipatnikov V.A., Saxarov D.V. Metod upravleniya informacionnoj bezopasnost'yu organizacii na osnove processnogo podxoda // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2013. – № 3(77). – S. 102-109.

УДК 658.512.6

Р.А. ЛУНЁВ, А.А. СТЫЧУК, В.Н. ВОЛКОВ, А.А. МИТИН

ГЕОСОЦИАЛЬНЫЙ СЕРВИС КАК ЭЛЕКТРОННАЯ УСЛУГА НАСЕЛЕНИЮ

В данной статье авторы освещают разработку геосоциального сервиса как электронной услуги населению. Разработка геосоциального сервиса в виде веб-сервиса с общедоступными интерфейсами для пользователей Сети интернет, реализующего функции, обеспечивающие повышение качества доступа к геоинформации, ее каталогизации и хранения, а также обмен этой информацией в Сети между пользователями сервиса, является актуальной задачей. В статье определен ряд функциональных требований, которые придадут предлагаемому сервису необходимые характеристики.

Ключевые слова: геосоциальный сервис; электронная услуга; регламент электронной услуги; электронное правительство; обслуживание населения; инструментальное средство; веб-сервис; облачные технологии.

Предоставление электронных услуг посредством создания и предоставления доступа к специализированным сервисам сопряжено с необходимостью унификации интерфейсов взаимодействия с пользователем с целью минимизировать затрачиваемое пользователем время на изучение нового для него интерфейса [9]. Практически каждый сервис по оказанию электронных услуг должен реализовывать функции как минимум двух видов:

- функции поддержки пользователя с целью оказания услуги;
- функции хранения данных, необходимых для оказания услуги [15].

Появление дополнительных способов взаимодействия с пользователями, а также создание дополнительных услуг для них должно находиться под пристальным вниманием специалистов и периодически оцениваться с точки зрения возможностей их применения в сфере информационных технологий и маркетинга. Подобные дополнительные способы взаимодействия с пользователями и оказания им дополнительных услуг могут предложить геосоциальные сервисы, активно развивающиеся в последние годы. В последнее время все более широкую популярность приобретает особый вид геосоциальных сервисов, позволяющих не только определить и отобразить местоположение пользователя с использованием технологий GPS и Wi-Fi на географической карте местности, но и предлагающих карты городов с размещенной на них пользовательской информацией. Лидерами рынка подобных геосоциальных медиасервисов по праву считаются: AlterGeo, Foursquare, Yelp, Gowalla, Matprix, а также Google Latitude – расширение Google Maps для смартфонов. Все они основаны на одном принципе – существует определенная база точек интереса или меток на географической карте местности, например, рестораны, кафе, клубы, салоны красоты и т.д. База данных меток чаще всего создается самими участниками сервиса по мере его использования в своих целях. Некоторые из подобных геосоциальных сервисов предоставляют возможность всякий раз, когда пользователь меняет дислокацию – приходит в офис или идет обедать в кафе – отмечаться или «чекиниться» (от англ. check-in) в данном месте, тем самым создав метку на карте местности. Как правило, в таких сервисах или приложениях присутствует соревновательный элемент, служащий для повышения уровня заинтересованности пользователей.

С появлением подобных сервисов геолокации в сети Интернет, а также удобных инструментов для их создания – Яндекс.Карты, Google Maps, OpenStreetMaps – все большую и большую популярность приобретает возможность отмечать на картах местоположения понравившиеся и запомнившиеся мест.

Несмотря на достаточно бурное развитие сервисов и средств геолокации в последнее время, отсутствие возможности у пользователей существующих сервисов обмениваться собственными метками на карте, а также формировать группы отметок и объединять их по определенному критерию, не дает в полной мере использовать подобные сервисы в повседневности. Ни один из вышеперечисленных сервисов не реализует в своих приложениях функционал, позволяющий создать группу из уже отмеченных на карте мест для более быстрой и удобной работы с ними, а также поделиться отдельными метками или группой меток с другими зарегистрированными в сервисе пользователями. Группировать метки можно, исходя из их товарных категорий, бренда, марки, уровня обслуживания посетителей и т.д., при этом одному месту на карте можно присвоить несколько меток. Подобные метки могут иметь различные настройки приватности, что позволяет варьировать контингент пользователей, имеющих доступ к метке, в зависимости от желания пользователя, поставившего эту метку.

В то же время сегодня очень популярным становится формирование систем электронных заказов и интернет-магазинов. Многие коммерческие организации наряду с открытием традиционных точек продаж, выдачи заказов и служб доставки активно развивают интернет-системы онлайн-заказов, интернет-магазины и пр., которые призваны дополнять существующие системы торговли и охватывать максимальное количество пользователей за счет пользователей Сети интернет. Возможность объединения систем интернет-торговли с традиционными торговыми сетями по территориальному признаку даст новые возможности поиска необходимых товаров и услуг, а также привлечет новых потенциальных клиентов.

Для решения вышеприведенных проблем предлагается создание геосоциального сервиса, предоставляющего услуги доступа к геоинформации, обмена ею, а также хранения и каталогизации меток пользователей в виде электронной услуги доступной посредством веб-технологий Сети интернет.

Геосоциальный сервис – это сервис Сети интернет, предназначенный для повышения качества доступа к геоинформации, ее каталогизации и хранения, а также обмена этой информацией в сети между пользователями сервиса. Чтобы рассматривать этот сервис как электронную услугу, необходимо определить ряд функциональных требований, которые придадут предлагаемому сервису необходимые характеристики. В первую очередь данный сервис должен позволять пользователям создавать специфические метки на карте местности, обмениваться подобными метками друг с другом, а также формировать группы меток и объединять их по определенным, устанавливаемым самим пользователем критериям, что потребует персонификации пользователей, т.е. в случае интернет-сервисов – создания учетной записи и, как следствие, реализация механизмов аутентификации и авторизации пользователей [1]. Во-вторых, необходимо позаботиться о реализации коммерческой, регламентной составляющей услуги – биллинге или истории взаимодействия и оказания сервисом услуг пользователю. Расширение функциональных возможностей геосоциального сервиса позволит оказывать различные услуги по добавлению как отдельных меток, так и целых групп, формировать специальные фильтры и настройки для вывода меток или групп меток. Все это требует специализированного в рамках регламента услуги взаимодействия пользователя с сервисом, что, в свою очередь, необходимо журналировать и хранить установленное пользовательским соглашением время [1]. В-третьих, вся информация, которой оперирует геосоциальный сервис, требует безопасной передачи и хранения, надежного резервирования и реплицирования, дабы избежать ее потерь, хищения и преднамеренного искажения [2]. В-четвертых, это функции, реализуемые самим веб-сервисом, делающие его привлекательным с точки зрения использования пользователями в своей, повседневной деятельности. Такие функции можно условно разделить на две части: функции предоставляемые существующими геосервисами, такими, как Яндекс.Карты,

Google Maps, OpenStreetMap, 2GIS, AlterGeo, Foursquare и т.д., и функции, определяющие конкурентные преимущества создаваемого сервиса. К первым относятся:

1. Добавление пользователем собственных меток на интерактивную карту местности.
2. Формирование описания к созданной метке.

Ко вторым:

1. Формирование пользователем групп меток из уже созданных им меток на карте.
2. Функции обмена как отдельными метками, так и группами меток с другими пользователями геосоциального сервиса.
3. Настройка пользователем отображения меток на интерактивной карте как своих, так и полученных от других пользователей.
4. Функции монетизации услуг, предоставляемых геосоциальным сервисом:
 - прием/подача заявок на рекламу тех или иных меток либо групп меток;
 - вывод рекламы, исходя из требований таргетинга;
 - формирование систем онлайн-заказа, привязанных к метке на интерактивной карте, на базе встроенных инструментов и т.д.

Таким образом, разработка геосоциального сервиса в виде веб-сервиса с общедоступными интерфейсами для пользователей Сети интернет, реализующего функции, обеспечивающие повышение качества доступа к геоинформации, ее каталогизации и хранения, а также обмен этой информацией в Сети между пользователями сервиса, является актуальной, требующей дополнительной проработки задачей. Прямых аналогов предлагаемого геосоциального сервиса на данный момент не существует. Состав функций данного веб-сервиса, исключая функции реализации электронной услуги, включает все функции, перечисленные выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунев Р.А., Щербаков А.А., Виноградов Л.В. Инструментальные средства создания систем файлового хранения с использованием облачных технологий // Вестник компьютерных и информационных технологий. – М.: ООО Издательский дом «Спектр», 2013. – № 1. – С. 30-33.
2. Стычук А.А., Лупандин А.А., Лунев Р.А. Разработка единой системы аутентификации интернет-системы обеспечения конфиденциальности документов // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП): материалы VI Международной научно-технической конференции, 22-23 мая 2014 г. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/516.pdf>. – 6 с.
3. Волков В.Н. и др. Формирование рейтингов поставщиков электронных услуг населению / В.Н. Волков, А.А. Стычук, А.А. Котляр, С.В. Новиков, Д.В. Рыженков // Информационные системы и технологии (ИСИТ): материалы Международной научно-технической интернет-конференции, 1 апреля-31 мая 2013 г. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» 2013. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/322.pdf>.
4. Волков В.Н. Контроль хода оказания электронных услуг населению // Международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс]. – URL: <http://isit-conf.ostu.ru/conferences/1/materials/manager/view/129>.
5. Константинов И.С. и др. Подсистема формирования плана-графика хода оказания электронной услуги / И.С. Константинов, В.Н. Волков, О.С. Радченко, Н.О. Борисов // Международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс]. – URL: <http://isit-conf.ostu.ru/conferences/1/materials/manager/view/110>.

6. Константинов И.С., Волков В.Н., Иващук О.А. и др. Концепция «Создание, сопровождение и реализация электронных услуг населению» (проект). – Орел: Информационное агентство «Стерх», 2010.
7. Константинов И.С., Волков В.Н., Иващук О.А. и др. Язык формального описания регламентов описания электронных услуг – ЛОГИ. – Орел: Информационное агентство «Стерх», 2010. – 32 с.
8. Архипов О.П. и др. Создание бизнеса предоставления электронных услуг населению как одно из ключевых направлений инновационного развития России / О.П. Архипов, О.А. Иващук, И.С. Константинов, А.В. Коськин, О.А. Савина // Информационные системы и технологии, 2011. – № 4(66). – С. 83-89.
9. Константинов И.С., Волков В.Н., Стычук А.А. Анализ и обобщение принципов организации обслуживания населения с применением технологии удаленного доступа // Информационные системы и технологии, 2011. – № 5(67). – С. 78-85.
10. Стычук А.А., Новиков С.В. Реализация сервиса резервного копирования при организации оказания электронных услуг населению // Компьютерные науки и технологии (КНиТ): материалы Второй Международной научно-технической конференции, 3-5 октября 2011 г. – Белгород: ООО «ГиК», 2011. – С. 517-522.
11. Волков В.Н., Загрядский В.И., Фролов А.И. Автоматизация построения регламентов электронных услуг населению // Информационные системы и технологии, 2012. – № 3. – С. 5-8.
12. Стычук А.А., Волков В.Н., Архипов П.О. Формулировка принципов и правил постановки задачи организации оказания электронных услуг населению // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП): материалы V Международной научно-технической конференции, 17-18 мая 2012 г. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/109.pdf>.
13. Стычук А.А., Постников М.В. Актуальность и проблемы использования свободного программного обеспечения для оказания электронных услуг населению // Информационные системы и технологии. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – № 5(73). – С. 100-105.
14. Стычук А.А., Волков В.Н., Митин А.А. Разработка информационной модели представления данных о регламенте электронной услуги // Информационные системы и технологии, 2014. – № 4(84). – С. 21-30.
15. Стычук А.А., Лунев Р.А., Митин А.А. Требования к составу функций веб-сервиса оказания электронных услуг населению // Информационные системы и технологии, 2015. – № 1(87). – С. 49-58.

Лунёв Роман Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, директор научно-образовательного центра «Фундаментальные и прикладные информационные технологии»

Тел.: 8 920 287 79 85

E-mail: rolu@yandex.ru

Стычук Алексей Александрович

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, заместитель директора ресурсного центра информатизации образования по научно-методической работе

Тел.: 8 (4862) 43-49-56

E-mail: stichuck@rambler.ru

Волков Вадим Николаевич

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы»

Тел.: 8 (4862) 43-49-56

E-mail: vadimvolkov@list.ru

Митин Александр Александрович

ФГБОУ ВПО «Госунiversitet – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы»

Тел.: 8 (4862) 43-49-56, 8 (4862) 55-64-19

E-mail: mcc77@yandex.ru

R.A. LUNYOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Director of Research and Education Center «Fundamental and Applied Information Technology»*)

A.A. STY'CHUK (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Deputy Director of Resource Center of Informatization of Education on Scientific and Methodological Work*)

V.N. VOLKOV (*Candidate of Engineering Sciences Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Information Systems»*)

A.A. MITIN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Information Systems»
State University – ESPC, Orel*)

GEOSOCIAL SERVICE AS ELECTRONIC SERVICE TO THE POPULATION

Authors cover development of geosocial service in this article as electronic service to the population. Development of geosocial service in the form of the web service with public interfaces for Internet users realizing the functions providing improvement of quality of access to geoinformation, its cataloguing and storages, and also an exchange of this information in a network between users of service is an actual task. In article a number of functional requirements which will give to the offered service necessary characteristics are defined.

Keywords: *geosocial service; electronic service; regulations of electronic service; electronic government; population service; tool means; web service; cloudy technologies.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lunev R.A., Shherbakov A.A., Vinogradov L.V. Instrumental'ny'e sredstva sozdaniya sistem fajlovogo xraneniya s ispol'zovaniem oblachny'x texnologij // Vestnik komp'yuterny'x i informacionny'x texnologij. – M.: OOO Izdatel'skij dom «Spektr», 2013. – № 1. – S. 30-33.
2. Sty'chuk A.A., Lupandin A.A., Lunev R.A. Razrabotka edinoj sistemy' autentifikacii internet-sistemy' obespecheniya konfidencial'nosti dokumentov // Informacionny'e texnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve (ITNOP): materialy' VI Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii, 22-23 maya 2014 g. – Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet – UNPK», 2014 [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/516.pdf>. – 6 c.
3. Volkov V.N. i dr. Formirovanie rejtingov postavshhikov e'lektronny'x uslug naseleniyu / V.N. Volkov, A.A. Sty'chuk, A.A. Kotlyar, S.V. Novikov, D.V. Ry'zhenkov // Informacionny'e sistemy' i texnologii (ISiT): materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj internet-konferencii, 1 aprelya-31 maya 2013 g. – Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet – UNPK» 2013. – [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/322.pdf>.
4. Volkov V.N. Kontrol' xoda okazaniya e'lektronny'x uslug naseleniyu // Mezhdunarodnaya nauchno-texnicheskaya internet-konferenciya «Informacionny'e sistemy' i texnologii» [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://isit-conf.ostu.ru/conferences/1/materials/manager/view/129>.
5. Konstantinov I.S. i dr. Podсистема formirovaniya plana-grafika xoda okazaniya e'lektronnoj uslugi / I.S. Konstantinov, V.N. Volkov, O.S. Radchenko, N.O. Borisov // Mezhdunarodnaya nauchno-texnicheskaya internet-konferenciya «Informacionny'e sistemy' i texnologii» [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://isit-conf.ostu.ru/conferences/1/materials/manager/view/110>.
6. Konstantinov I.S., Volkov V.N., Ivashhuk O.A. i dr. Koncepciya «Sozdanie, soprovozhdenie i realizaciya e'lektronny'x uslug naseleniyu» (proekt). – Orel: Informacionnoe agentstvo «Sterx», 2010.
7. Konstantinov I.S., Volkov V.N., Ivashhuk O.A. i dr. Yazy'k formal'nogo opisaniya reglamentov opisaniya e'lektronny'x uslug – LOGI. – Orel: Informacionnoe agentstvo «Sterx», 2010. – 32 s.

8. Arxipov O.P. i dr. Sozdanie biznesa predostavleniya e'lektronny'x uslug naseleniyu kak odno iz klyuchevy'x napravlenij innovacionnogo razvitiya Rossii / O.P. Arxipov, O.A. Ivashhuk, I.S. Konstantinov, A.V. Kos'kin, O.A. Savina // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2011. – № 4(66). – S. 83-89.
9. Konstantinov I.S., Volkov V.N., Sty'chuk A.A. Analiz i obobshhenie principov organizacii obsluzhivaniya naseleniya s primeneniem texnologii udalennogo dostupa // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2011. – № 5(67). – S. 78-85.
10. Sty'chuk A.A., Novikov S.V. Realizaciya servisa rezervnogo kopirovaniya pri organizacii okazaniya e'lektronny'x uslug naseleniyu // Komp'yuterny'e nauki i texnologii (KNiT): materialy' Vtoroj Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii, 3-5 oktyabrya 2011 g. – Belgorod: OOO «GiK», 2011. – S. 517-522.
11. Volkov V.N., Zagryadckij V.I., Frolov A.I. Avtomatizaciya postroeniya reglamentov e'lektronny'x uslug naseleniyu // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2012. – № 3. – S. 5-8.
12. Sty'chuk A.A., Volkov V.N., Arxipov P.O. Formulirovka principov i pravil postanovki zadachi organizacii okazaniya e'lektronny'x uslug naseleniyu // Informacionny'e texnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve (ITNOP): materialy' V Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii, 17-18 maya 2012 g. – Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet – UNPK», 2012 [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://irsit.ru/files/article/109.pdf>.
13. Sty'chuk A.A., Postnikov M.V. Aktual'nost' i problemy' ispol'zovaniya svobodnogo programmno obespecheniya dlya okazaniya e'lektronny'x uslug naseleniyu // Informacionny'e sistemy' i texnologii. – Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet – UNPK», 2012. – № 5(73). – S. 100-105.
14. Sty'chuk A.A., Volkov V.N., Mitin A.A. Razrabotka informacionnoj modeli predstavleniya danny'x o reglamente e'lektronnoj uslugi // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2014. – № 4(84). – S. 21-30.
15. Sty'chuk A.A., Lunev R.A., Mitin A.A. Trebovaniya k sostavu funkcij veb-servisa okazaniya e'lektronny'x uslug naseleniyu // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2015. – № 1(87). – S. 49-58.

УДК 004

Д.С. МИШИН, К.К. МАСАЛЫГИН, А.Г. СТАВЦЕВА

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНОМ ПОРТАЛЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В предложенной статье рассмотрены основные требования построения корпоративного портала промышленного предприятия, приводится обоснование необходимости его разделения на открытую и закрытую части, предлагается структурная схема построения портала в соответствии с предъявляемыми требованиями. Обосновывается необходимость использования системы сбалансированных показателей для повышения эффективности деятельности промышленного предприятия.

Ключевые слова: корпоративный портал; промышленное предприятие; система сбалансированных показателей.

Завершение индустриальной и начало информационной революции в обществе в конце XX-начале XXI века инициировало внедрение и использование информационных ресурсов и телекоммуникационных сетей. Развитие элементной базы позволило усовершенствовать существующие средства связи, что позволило повысить эффективность обмена информацией между объектами систем передачи данных. Широкое взаимодействие и оперативность протекания процессов информационного обмена обеспечивает высокую конкурентность телекоммуникационных сетей.

Указанные достоинства широко используются крупными промышленными предприятиями, имеющими подразделения и филиалы в различных регионах, которые реализуют совместные задачи или проекты. Все это требует наличия возможности оперативного информационного обмена и обращения к информационным массивам с рабочего места с любой точки.

Реализация предъявляемых требований обеспечивается соблюдением ряда условий. В первую очередь это обеспечение совместной работы зарегистрированных пользователей в пределах вычислительной сети с обязательной централизацией систем управления информационными ресурсами для совместного использования, а также ориентированность приложений используемого программного обеспечения на клиентов и партнеров. Кроме того, необходимо постоянно принимать меры для повышения живучести информационных систем, обеспечения соблюдения правил работы в вычислительной сети и своевременного реагирования на инциденты для снижения возможных рисков.

Для соблюдения предлагаемых условий необходимо создание корпоративного портала промышленного предприятия, выполнение требований к разработке которого играет важную роль. Структура и содержание портала должны формироваться с учетом настоящего и перспективного содержания информационных массивов, анализа запросов специалистов в производстве и управлении предприятием. Кроме того, корпоративному portalу необходимо динамично отображать информацию по требованию пользователей при решении различных оперативно-тактических и, конечно, стратегических задач [1].

Корпоративный портал, по сути, является средством для сбора и обработки данных автоматизированными системами управления. Основные задачи системы заключаются в повышении эффективности управления всеми структурными подразделениями промышленного предприятия, а также в реализации в массивах таких свойств информации, как достоверность, своевременность, доступность и полнота.

Использование системы распределенного управления и возможность записи пользователями необходимых данных в информационные массивы портала может

рассматриваться как созвездие взаимосвязанных единиц (информационных массивов). Подобная стратегия основывается на двух основных принципах:

1. Принцип автономности. Он заключается в самостоятельном управлении информационными массивами (порталом), т.е. web-интерфейс обеспечивает точки доступа к информационным массивам.

2. Принцип координации. Его суть заключается в следующем: каждый информационный массив может быть открыт для обмена данными и отражать информацию необходимую для конкретного подразделения или пользователя.

В целом основными задачами корпоративного портала должны являться:

- постоянное накопление, концентрация и систематизация поступающих данных;
- реализация таких свойств информации, как полнота, достоверность и своевременность при обращении штатных сотрудников;
- повышение эффективности взаимодействия сотрудников и функционирования подразделений, служб, филиалов промышленного предприятия;
- повышение интенсивности процессов информационного обмена.

Следовательно, рядовые сотрудники должны иметь возможность вносить новые данные для наполнения информационных ресурсов и работы со служебной информацией. Руководителям, управленцам и аналитическим службам, в свою очередь, необходимо работать с использованием специальных сервисов, с уже с тематически сгруппированными информационными массивами в зависимости от должностных обязанностей и выполняемых задач. При этом необходимо обеспечить четкое разграничение для доступа к данным со стороны рядовых сотрудников, руководителей и управленцев [2]. Исходя из сказанного, можно сформулировать основные требования о необходимости разделения содержимого корпоративного портала на две основные части – открытую, доступную всем пользователям, и закрытую, доступную только зарегистрированным пользователям (рис. 1).

В закрытой части корпоративного портала тоже необходимо разделение по возможному доступу к информации между рядовыми сотрудниками, аналитическим и управленческим звеньями.

Полноценное обслуживание потребностей всех пользователей обеспечивается посредством создания нескольких блоков информации, содержащейся на корпоративном портале. Каждый из этих блоков должен являться разделом портала и разрабатываться в соответствии с потребностями определенной категории пользователей. При этом необходимо правильно определить, какие из существующих информационных ресурсов могут быть использованы, каким образом компилируется содержание и, конечно, должны быть определены ответственные за содержание информационных массивов.[3]

Рядовые сотрудники в основном используют в своей работе неструктурированную информацию, хотя она и содержит в своем составе данные о руководстве промышленного предприятия, необходимую нормативную документацию, научно-техническую информацию, данные о производстве и передовом опыте. В настоящее время доля подобных данных составляет до 80% корпоративной информации, а требования к ее циркуляции все время ужесточаются.

То есть в процессе своей деятельности сотрудники обращаются к таким информационным массивам или программным модулям, которые позволяют получить информацию о:

- составляющих или циклах производственных процессов;
- элементах систем инженерных расчетов;
- проводимых проектных, технологических и производственных работах;
- поставщиках необходимых комплектующих и заказчиках продукции;
- эксплуатации станков с числовым программным управлением;

- системах хранения и передачи данных о производимых изделиях и процессах;
- и т.д.

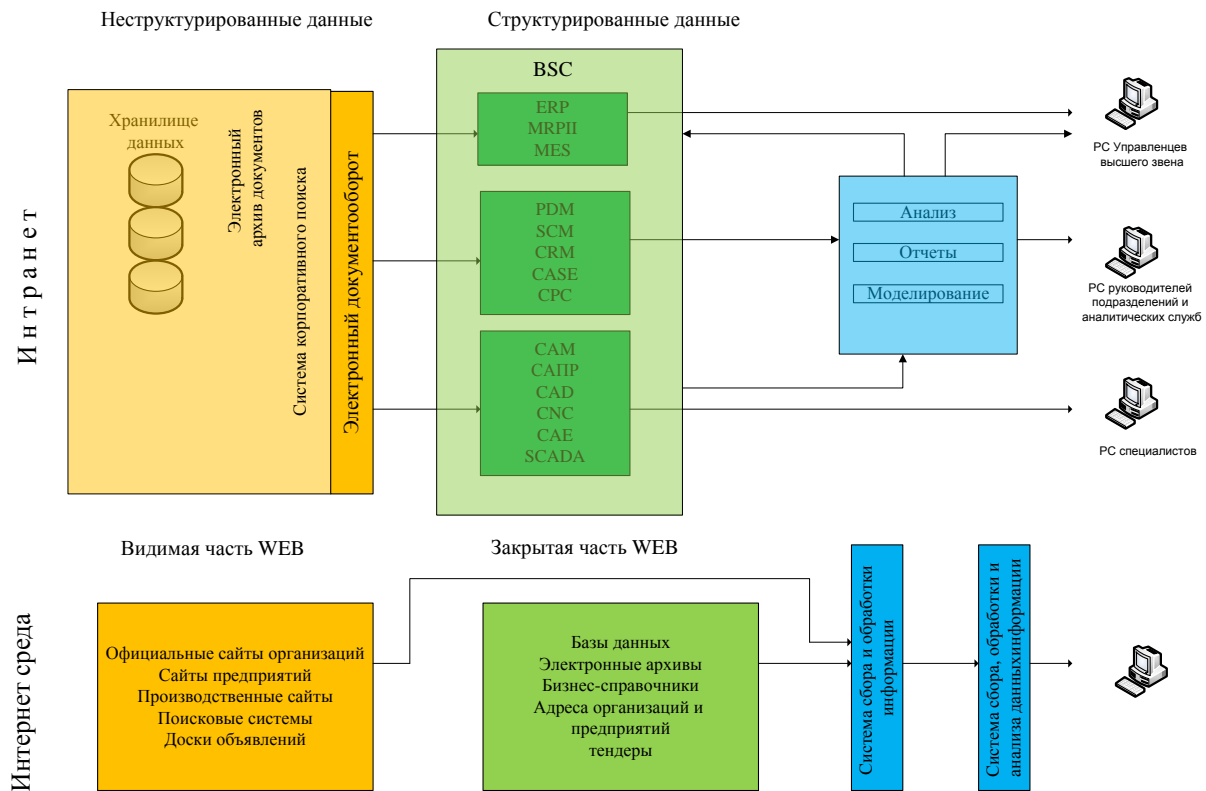


Рисунок 1 – Структурная схема корпоративного портала промышленного предприятия

Естественно, использование обширных информационных массивов возможно при наличии достаточно объемных архивов, содержащих необходимые электронные документы, что требует наличия и использования эффективной системы поиска необходимой информации. Постоянный рост объема неструктурированных данных в информационных системах является одной из проблем на пути повышения эффективности работы сотрудников [4]. Несмотря на это, поиск и управление неструктурированной информацией с течением времени упрощается благодаря:

- использованию теговой разметки для упрощения процесса поиска и сортировки информации хранящейся в файлах;
- использованию операционных систем и стандартов в области хранения, поиска и извлечения данных;
- оснащению современных программных продуктов новыми функциями по поиску необходимой информации.

Упрощение процессов поиска необходимых данных в информационных массивах с неструктурированной информацией не способствует повышению эффективности повседневной деятельности. Существенно повысить эффективность деятельности промышленного предприятия позволяет использование системы сбалансированных показателей или *Balanced Scorecard* (BSC). В основу этой системы заложено KPI (Key Performance Indicator) или, как его еще называют, ключевые показатели эффективности, которые охватывают такие основные направления деятельности, как управление персоналом, финансы, внутренние бизнес-процессы и работа с клиентами. При этом следует отметить, что представленный перечень направлений не является обязательным и может изменяться

или дополняться в зависимости от деятельности предприятия и сложившихся условий. Реализация системы сбалансированных показателей обеспечивается использованием специальных программных продуктов (Oros Scorecard, Hyperion Performance Scorecard, Oracle Scorecard и др.) или обычной программы Excel [5].

Разрабатываемые программные продукты, входящие в BSC, и программно-аппаратные комплексы позволяют автоматизировать поиск практически всей необходимой рядовым сотрудникам информации. К подобным системам можно отнести:

– САМ (Computer Aided Manufacturing) – компьютерные технологии в производстве.

Под этим термином понимается не только процесс подготовки производства с использованием ЭВМ, но и программно-вычислительные комплексы для инженеров-технологов. Российским аналогом является автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП);

– САПР (система автоматизированного проектирования). Под этим термином понимается комплекс программно-аппаратных средств, предназначенных для автоматизации проектных, конструкторских, технологических и производственных работ;

– CAD (Computer Aided Design) – система автоматизированного проектирования (САПР). Данный программный пакет предназначен для создания чертежей, конструкторской (технологической) документации;

– CNC (Computer Numerical Control) – компьютерное числовое управление. Предназначено для функционирования систем с числовым программным управлением;

– САЕ (Computer Aided Engineering) – компьютерные технологии конструирования. В основном предназначены для проведения инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов. Посредством использования расчетных методов при построении компьютерной модели изделия позволяют оценить его работоспособность без затрат времени и средств;

– SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – визуализация управления и обработки данных. Предназначена для обеспечения диспетчерского управления производственными процессами. В настоящее время в России разработана модульная интегрированная российская SCADA-система, получившая название «КРУГ-2000», которая имеет две модификации – «SCADA система с РСУ» и «SCADA система без РСУ».

Представителям аналитических и руководителям структурных подразделений, в свою очередь, необходимо получать информацию более оперативно и на основании проведенной выборки, что сокращает время составления аналитических прогнозов и принятия управленческих решений. К подобным инструментам, кроме уже озвученных ранее, можно отнести:

– PDM (Product Data Management) – система управления данными об изделии. Подобные системы являются организационно-техническими и обеспечивают управление информацией не только об изделии, но и о крупных сложных технических объектах. То есть PDM-системы предназначаются для работы с большими массивами инженерно-технической информации на всех этапах жизненного цикла изделия;

– SCM (Supply Chain Management) – управление цепочками поставок. Данная система позволяет с использованием специального программного обеспечения управлять этапами снабжения промышленного предприятия, а также контролировать движение товаров в режиме реального времени;

– CRM (Customer Relationship Management) – управление взаимоотношениями с заказчиком. Представляет собой прикладное программное обеспечение, позволяющее различным организациям автоматизировать взаимодействие с поставщиками и клиентами,

что позволяет повысить уровень продаж. Сохранение информации о взаимоотношениях с клиентами обеспечивает последующий анализ, что способствует оптимизации бизнес-процессов;

– CASE (Computer Aided Software Engineering) – технология создания и сопровождения программного обеспечения различных систем. Обеспечивает проведение анализа, проектирования, разработки и сопровождения сложных систем программного обеспечения с использованием различных методов разработки программного обеспечения и определенного набора инструментальных средств;

– CPC (Collaborative Product Commerce) – совместный электронный бизнес. Представляет собой прикладное программное обеспечение, позволяющее оптимизировать взаимодействие между партнерами, поставщиком и производителем, производителем и заказчиком продукции.

Управленцы высшего звена, то есть лица, руководящие производством или всем промышленным предприятием, должны иметь в своем распоряжении уже структурированные данные, позволяющие значительно сократить время на принятие управленческого решения. К подобным инструментам можно отнести такие продукты, как:

– ERP (Enterprise Resource Planning) – планирование и автоматизированное управление предприятием. Представляет собой интегрированную систему управления, позволяющую обеспечить автоматизацию процессов учета, контроля, планирования и управления всеми хозяйственными, исследовательскими, конструкторскими и кадровыми процессами промышленного предприятия;

– MRPII (Manufacturing Requirement Planning) – планирование производства. Является системой, обеспечивающей детальное планирование производства и управление цепочкой «снабжение – производство – склад – сбыт». В процессе ее использования разрабатывается не только план выпуска изделия, но и прорабатываются вопросы, касающиеся наличия или поставки необходимых для производства ресурсов;

– MES (Manufacturing Execution System) – производственная исполнительная система. Представляет собой специализированный программный комплекс для решения задач оперативного планирования и управления производством. Данные системы позволяют решать вопросы, связанные с координацией, синхронизацией, анализом и задачами оптимизации выпуска продукции.

Теперь перейдем к рассмотрению открытой части корпоративного портала, которая зачастую имеет постоянное подключение к глобальной вычислительной сети Интернет. В связи с этой особенностью для обеспечения безопасности информационных массивов возникает необходимость ее разделения на видимую и закрытую составляющие.

Видимая составляющая доступна любым пользователям и позволяет им пользоваться услугами, предоставляемыми Интернетом. В том числе посещать официальные сайты организаций и предприятий, производственные сайты, доски объявления, поисковые системы и т.д. В целом открытая часть корпоративного портала позволяет осуществлять сбор, обработку и анализ информации из открытых интернет-источников.

Сотрудники предприятия могут использовать возможности Интернета сразу по нескольким направлениям. Во-первых, информационные технологии позволяют отслеживать ситуацию на рынке интересующих товаров и услуг, а также проверять и анализировать отзывы пользователей производимого продукта. Все это позволяет производителю своевременно реагировать на выявленные недостатки и при необходимости оперативно вносить изменения в свою стратегию. Кроме того, современные телекоммуникационные системы способствуют стимулированию сбыта продукции посредством проведения рекламной кампании в текстовом и графическом видах, через распространение видеороликов о продукте. Немаловажное значение имеет возможность продажи товаров благодаря

использованию электронной торговли и предоставлению возможности послепродажного обслуживания посредством предоставления консультационной помощи, что, естественно, требует использования электронной почты.

Закрытая составляющая доступна только зарегистрированным пользователям либо штатным сотрудникам. Причина этого требования кроется в возможности получения доступа к электронным архивам и справочникам, базам данных и другой конфиденциальной информации промышленного предприятия.

По результатам статьи можно сделать вывод о необходимости при построении корпоративного портала промышленного предприятия обязательного разделения на открытую, содержащую неструктурированные данные, и закрытую, содержащую структурированные данные, части. Подобная структура необходима для обеспечения безопасности циркулирующих данных, а также обеспечения целостности, полноты конфиденциальной информации. Кроме того, предлагаемое разделение системы сбалансированных показателей в зависимости от потребностей работников способствует значительному сокращению избыточной информации в процессе выполнения служебных обязанностей. В целом представленная структура корпоративного портала промышленного предприятия позволяет значительно повысить эффективность деятельности как рядовых сотрудников, так и всего предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еременко В.Т., Тютякин А.В. Методологические аспекты выбора профилей сбора и обработки данных в системах неразрушающего контроля и диагностики технических объектов // Контроль. Диагностика, 2013. – № 1. – С. 24-31.
2. Еременко В.Т., Полянский И.С., Беседин И.И. Методологические аспекты синтеза оптимальной древовидной структуры в системах сбора и обработки информации // Вестник компьютерных и информационных технологий, 2013. – № 11. – С. 15-21.
3. Еременко В.Т. Направления и проблемы интеграции автоматизированных систем управления для предприятий с непрерывным технологическим циклом / В.Т. Еременко, Д.С. Мишин, Т.М. Парамохина, А.В. Еременко, С.В. Еременко // Информационные системы и технологии, 2014. – № 3. – С. 51-58.
4. Еременко В.Т. Синтез локально-оптимальной структуры классификатора информационных ресурсов по критерию минимума средней длины процедуры поиска / В.Т. Еременко, А.А. Батенков., И.С. Полянский, К.А. Батенков, М.А. Сазонов // Вестник компьютерных и информационных технологий, 2013. – № 7. – С. 3-8.
5. Еременко В.Т., Афонин С.И. Создание теоретических основ автоматизации и построения технологической составляющей АСУ территориально распределенных предприятий // Информационные системы и технологии, 2012. – № 2. – С. 99-105.

Мишин Дмитрий Станиславович

ФГКОУ ВПО «Орловский юридический институт МВД России им. В.В. Лукьянова», г. Орел
Кандидат юридических наук, старший преподаватель кафедры «Информационные технологии в деятельности органов внутренних дел»
Тел.: 8 903 880 23 45
E-mail: mishinds@mail.ru

Масалыгин Кирилл Константинович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орел
Студент кафедры «Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность»

Ставцева Алена Геннадьевна

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», г. Орел
Студент кафедры «Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность»

D.S. MISHIN (*Candidate of Juridical Sciences,
Senior Teacher of the Department «Information Systems in activity Ministry of Internal Affairs»
Law Institute of the Russian Interior Ministry named V.V. Luk'yanov, Orel*)

K.K. MASALY'GIN (*Student of the Department «Electronics, Computer Science and Information Security»*)

A.G. STAVCEVA (*Student of the Department «Electronics, Computer Science and Information Security»
State University – ESPC, Orel*)

**AUTOMATE THE COLLECTION AND PROCESSING OF DATA
INTO CORPORATE PORTALS INDUSTRIAL ENTERPRISE**

In the proposed article the basic requirements of building a corporate portal of the industrial enterprise, the rationale for its division of the opening and closing of the proposed block diagram of the construction of the portal in accordance with the requirements. The necessity of using Balanced Scorecard to improve the efficiency of industrial enterprise.

Keywords: *corporate portal; industrial enterprise; balanced scorecard.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Eremenko V.T., Tyutyakin A.V. Metodologicheskie aspekty' vy'bora profilej sbora i obrabotki danny'x v sistemax nerazrushayushhego kontrolya i diagnostiki texnicheskix ob'ektov // Kontrol'. Diagnostika, 2013. – № 1. – S. 24-31.
2. Eremenko V.T., Polyanskij I.S., Besedin I.I. Metodologicheskie aspekty' sinteza optimal'noj drevovidnoj struktury' v sistemax sbora i obrabotki informacii // Vestnik komp'yuterny'x i informacny'x tehnologij, 2013. – № 11. – S. 15-21.
3. Eremenko V.T. Napravleniya i problemy' integracii avtomatizirovanny'x sistem upravleniya dlya predpriyatij s nepreryvny'm texnologicheskim ciklom / V.T. Eremenko, D.S. Mishin, T.M. Paramoxina, A.V. Eremenko, S.V. Eremenko // Informacny'e sistemy' i tehnologii, 2014. – № 3. – S. 51-58.
4. Eremenko V.T. Sintez lokal'no-optimal'noj struktury' klassifikatora informacny'x resursov po kriteriyu minimuma srednej dliny' procedury' poiska / V.T. Eremenko, A.A. Batenkov., I.S. Polyanskij, K.A. Batenkov, M.A. Sazonov // Vestnik komp'yuterny'x i informacny'x tehnologij, 2013. – № 7. – S. 3-8.
5. Eremenko V.T., Afonin S.I. Sozdanie teoreticheskix osnov avtomatizacii i postroeniya texnologicheskoy sostavlyayushhej ASU territorial'no raspredelenny'x predpriyatij // Informacny'e sistemy' i tehnologii, 2012. – № 2. – S. 99-105.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ INTERNET BANKING

В работе предложена обобщенная структурная схема информационной системы Internet banking, которая отражает модульную архитектуру, взаимосвязи пользователей и контур управления. Предложена системная модель информационной системы Internet banking, использование которой позволит минимизировать количество атак киберпреступников, оптимизировать и совершенствовать комплексную систему информационной безопасности организаций экономической и социальной сферы, повысить эффективность использования защищенной информационной системы Internet banking, выбрать правильную стратегию развития услуги Internet banking и таким образом совершенствовать информационные системы Internet banking. Предложена теоретико-множественная модель поддержки принятия решений при управлении информационной безопасностью информационных систем Internet banking. Разработана семантическая обобщенная схема хищения конфиденциальной информации в информационных системах Internet banking, представлена формализация модели киберпреступника.

Ключевые слова: информационная система; Internet banking; защита информации; киберпреступник; принятие решений; моделирование.

На сегодняшний день большинство банковских организаций используют в своей деятельности информационные системы Internet banking или системы дистанционного банковского обслуживания. Это просто и удобно как для клиентов банковских организаций, так и для самих банков, но не всегда безопасно. Вопросы информационной безопасности данной сферы актуальны, так как число мошеннических операций (атак) со стороны киберпреступников (хакеров) только растет. Реальное количество киберпреступлений намного выше, чем данные официальной статистики, банковские организации неохотно раскрывают информацию об успешно реализованных атаках киберпреступников. Данная работа посвящена совершенствованию функционирования информационных систем Internet banking за счет повышения эффективности защиты информации информационных систем Internet banking и нацелена на сохранение целостности конфиденциальной информации в таких системах.

В настоящее время происходит масштабная информатизация и глобализация общества. Современные web-технологии дают возможность пользователям использовать online-сервисы для распределения и оптимизации своих ресурсов, повышения качества жизнедеятельности, получения нового вида услуг.

Internet banking – новый вид услуги современной социально-экономической сферы, которая обладает множеством преимуществ и за ней большое будущее. Популярность данной услуги не вызывает сомнения. Анализ источника¹ показал, что существует прямая зависимость между полнотой функциональных возможностей и удобством использования информационных систем Internet banking (чем большим функционалом обладает система Internet banking, тем более дружелюбен ее интерфейс). Обладатели систем Internet banking (банковские организации) заинтересованы в их совершенствовании, повышении качества обслуживания, расширении функциональных возможностей, информационной безопасности.

¹ ДБО – Системы дистанционного банковского обслуживания [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения 04.01.2015).

Рисунок 1² иллюстрирует заинтересованность банковских организаций в развитии собственных информационных систем Internet banking.

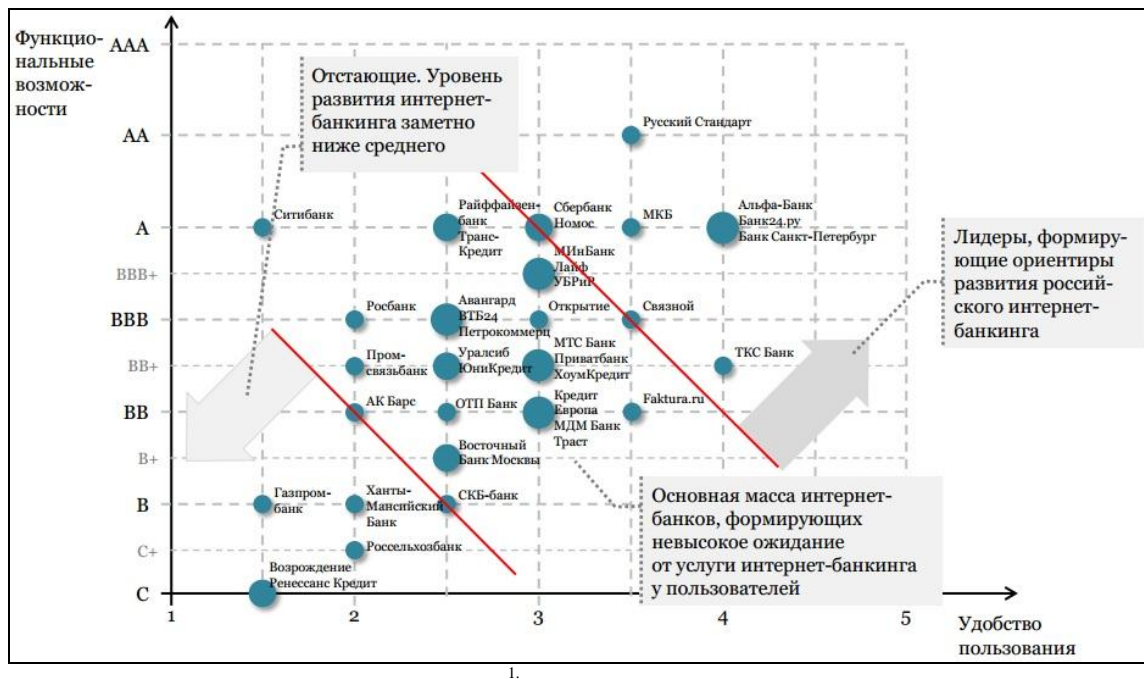


Рисунок 1 – Распределение банковских организаций по качеству систем Internet banking

Массовое использование информационных систем Internet banking порождает проблему киберпреступлений. Internet banking – легкая добыча для киберпреступников. Первые попытки киберопераций по хищению денежных средств были сделаны мошенниками еще в 2009 году. Киберпреступники находят все более оригинальные алгоритмы по реализации атак на информационные системы Internet banking и хищению денежных средств. На сегодняшний день при удачной атаке киберпреступник может получить практически неограниченные возможности по управлению уязвимой информационной системы Internet banking. Анализ литературы [2, 3] свидетельствует о том, что несмотря на интенсивные исследования в области разработки систем защиты информации, проблема обеспечения информационной безопасности остается чрезвычайно актуальной и требует разработки новых подходов к ее решению.

Анализ литературных источников [4-10] показал, что киберпреступления в системах Internet banking имеют тенденцию роста. Динамика статистических данных за 2014 год представлена на рисунке 2. Среднее значение количества персональных компьютеров, атакованных вредоносным программным обеспечением при использовании информационных систем Internet banking, составило 244 380 шт.

Потенциальных нарушителей можно разделить на внутренних нарушителей из числа сотрудников банковской организации и внешних нарушителей – киберпреступников информационной системы Internet banking. Предполагается, что потенциальный киберпреступник обладает высокой квалификацией, знаниями в IT-сфере, программно-аппаратными средствами реализации атаки. В связи с этим возникает необходимость в комплексном выборе мер и средств обеспечения защиты информации в системах Internet banking от умышленного разрушения, кражи, порчи, несанкционированного доступа, чтения и копирования киберпреступниками. Предлагается модель системы поддержки принятия

² Крупные компании не защищены даже от неквалифицированных киберпреступников [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.crn.ru/news/detail.php?ID=87552> (дата обращения 10.01.2015).

решений при управлении информационной безопасностью в информационных системах Internet banking, использование которой обеспечит противодействие атакам киберпреступников, оптимизацию и совершенствование информационной безопасности, повышение эффективности использования защищенной информационной системы Internet banking.

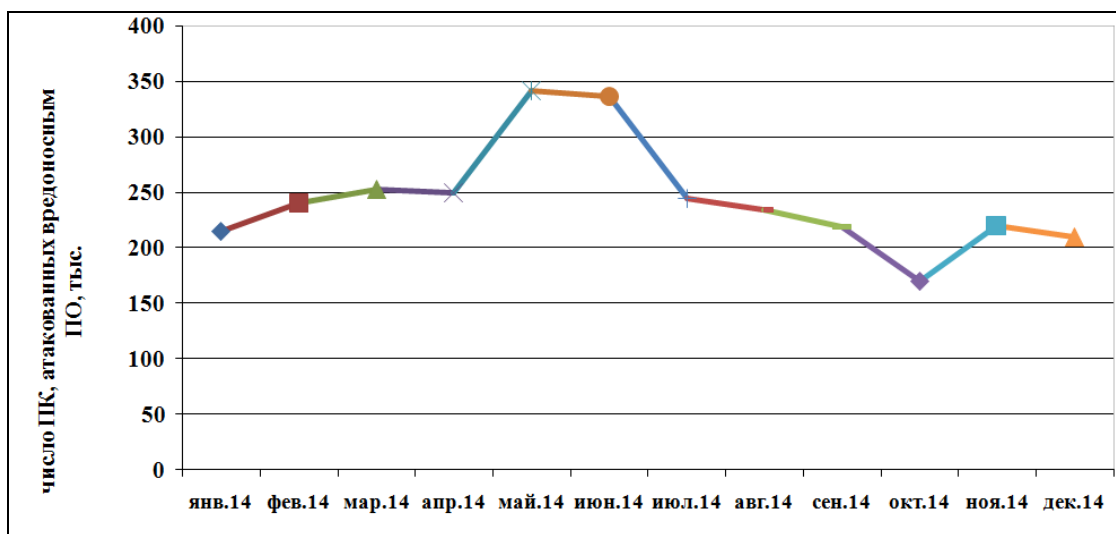


Рисунок 2 – Динамика статистических данных за 2014 год

Программная реализация модели системы поддержки принятия решений может являться автономным модулем информационной системы Internet banking, которая позволит выработать рекомендации по обеспечению информационной безопасности системы Internet banking. Модель системы поддержки принятия решений взаимодействует с моделью угроз, моделью киберпреступника на базе существующих (действующих) средств защиты информации и нормативных документов ФСБ РФ и ФСТЭК РФ³. Структурная схема информационной системы Internet banking, которая отражает модульную архитектуру системы, взаимосвязи пользователей и контур управления представлена на рисунке 3.

Системную модель информационной системы Internet banking можно представить в виде:

$$S^{ib} = \langle User, Tr, M^P, Pr, T_r^u \rangle, \quad (1)$$

где $User$ – пользователи (клиенты) информационной системы Internet banking; $User = user_i \cup user_j$, $user_i = \{user_1, user_2, \dots, user_m\}$ – легальные пользователи информационной системы Internet banking; $user_j = \{user_1, user_2, \dots, user_s\}$ – киберпреступники информационной системы Internet banking; $Tr = \{tr_1, tr_2, \dots, tr_\gamma\}$ – множество транзакций от пользователей $User$; Pr – параметр, характеризующий электронную банковскую деятельность; $T_r^u = \{0; 1\}$ – выходной параметр S^{ib} ; $T_r^u = 1$ в случае, если транзакция выполнена успешно; $T_r^u = 0$ в противном случае; M^P – теоретико-множественная модель поддержки принятия решений при управлении информационной безопасностью информационных систем Internet banking:

$$M^P = \langle L, N, \Theta \rangle, \quad (2)$$

³ ФСТЭК России. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю [Электронный ресурс]. – URL: <http://fstec.ru>, свободный (дата обращения: 15.01.2015).

где L – входной параметр модели M^P ; N – обобщенный параметр модели M^P , характеризующий процесс поддержки принятия решений; Θ – выходной параметр модели; M^P – рекомендации по обеспечению информационной безопасности информационной системы Internet banking; $\Theta = \{\theta_\varphi | \varphi = \overline{1, \omega}\}$, θ_1 – рекомендации по совершенствованию аппаратной защиты информации; θ_2 – рекомендации по совершенствованию программной защиты информации; θ_3 – рекомендации по совершенствованию организационно-правовой части защиты информации; θ_4 – рекомендации по совершенствованию физической защиты информации.

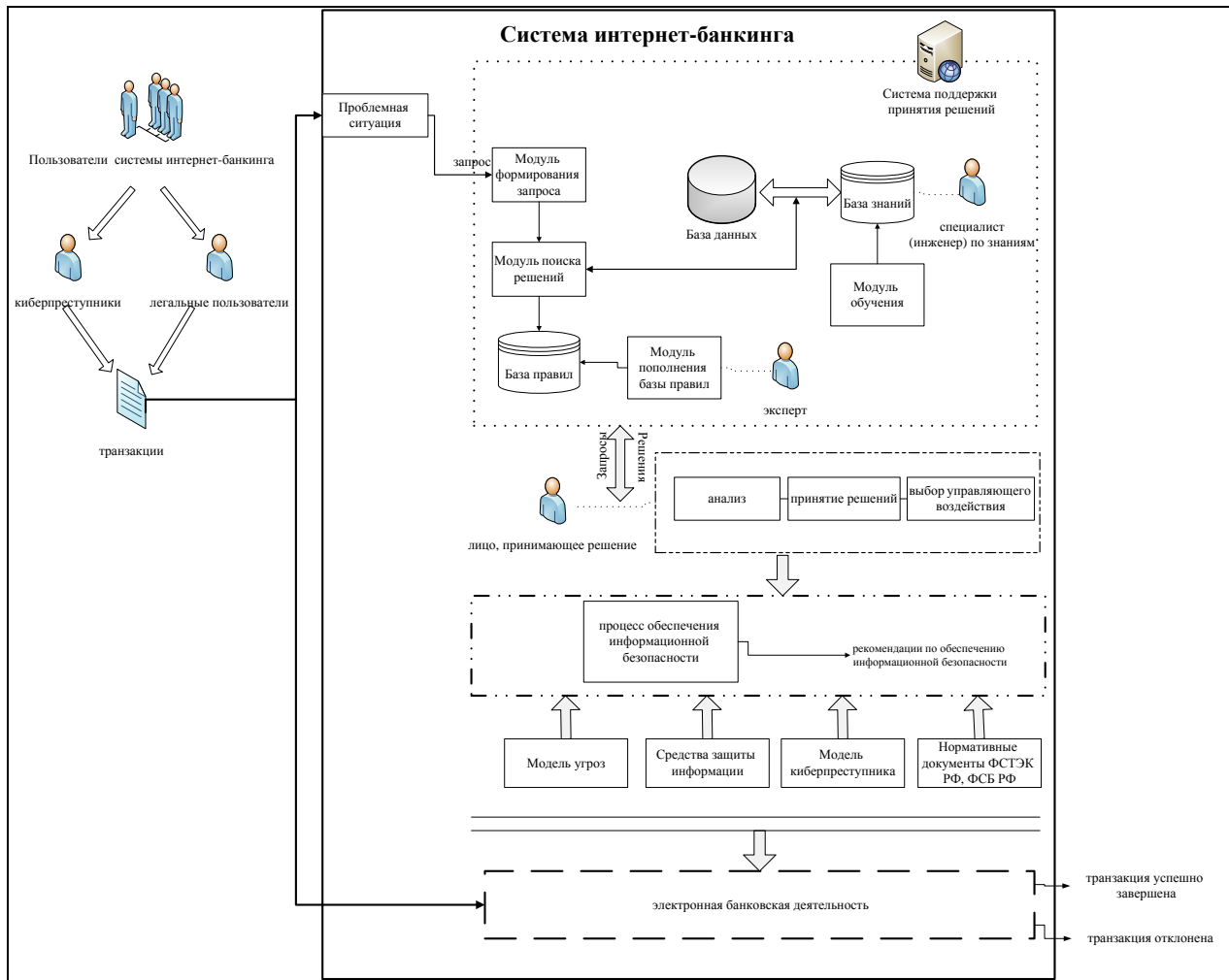


Рисунок 3 – Структурная схема информационной системы Internet banking

Использование системной модели информационной системы Internet banking позволит минимизировать количество атак киберпреступников, оптимизировать и совершенствовать комплексную систему информационной безопасности организаций экономической и социальной сферы, повысить эффективность использования защищенной информационной системы Internet banking, выбрать правильную стратегию развития услуги Internet banking.

Предложенная теоретико-множественная модель поддержки принятия решений при управлении информационной безопасностью информационных систем Internet banking позволит накапливать аналитическую информацию о реализуемых угрозах киберпреступниками, обеспечить автоматизированную поддержку принятия решений по

вопросам нейтрализации атак киберпреступников, обеспечения мер защиты конфиденциальной информации, облегчить процесс выработки управляющих воздействий.

Входной параметр модели M^P можно представить в виде выражения (3).

$$L = \langle Z^{user}, M^{ug}, S_z, Y, M^k, ND \rangle, \quad (3)$$

где Z^{user} – запрос (проблемная ситуация); M^{ug} – модель угроз, на основе которой определяется вероятность реализации угроз p^j в информационной системе Internet banking. $\beta: M^{ug} \rightarrow p^j$, $p^j = \{p^1, p^2, p^3\}$, $p^1 = \{0;1\}$, $p^1 = 1$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking очень высокая, $p^1 = 0$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking очень низкая, $p^2 = \{0;1\}$, $p^2 = 1$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking высокая, $p^2 = 0$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking низкая, $p^3 = \{0;1\}$, $p^3 = 1$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking соответствует среднему значению, $p^3 = 0$ в случае, если вероятность угроз в информационной системе Internet banking соответствует ниже среднего значения; S_z – наличие средств защиты информации, $S_z = \{s_{z_1}, s_{z_2}, s_{z_3}\}$, где s_{z_1} – средства защиты информации имеются в достаточном объеме; s_{z_2} – средства защиты информации имеются в ограниченном объеме; s_{z_3} – средства защиты информации отсутствуют; Y – предполагаемый ущерб от реализации угроз в информационной системе Internet banking; $\xi: M^{ug} \times M^k \rightarrow Y$, M^k – модель киберпреступника, в основу которой заложены типовые образы киберпреступника, позволяющие определить потенциального нарушителя в информационной системе Internet banking; $ND = \{nd_i | i = \overline{1, t}\}$ – нормативные документы ФСТЭК РФ, ФСБ РФ.

Обобщенный параметр N модели M^P можно представить в виде выражения (4):

$$N = \langle M^{sp}, B^{sp}, Z, R, User^{sp} \rangle, \quad (4)$$

где $M^{sp} = \{M^z, M^{pr}, M^{pbp}, M^{ob}\}$ – множество модулей модели M^P , где M^z – модуль формирования запроса; M^{pr} – модуль поиска решений; M^{pbp} – модуль пополнения базы правил; M^{ob} – модуль обучения; $B^{sp} = \{B^d, B^z, B^p\}$ – множество баз данных, правил и знаний модели M^P ; B^d – база данных; B^z – база знаний; B^p – база правил; $Z = \{z_\varphi | \varphi = \overline{1, s}\}$ – запросы; $R = \{r_\alpha | \alpha = \overline{1, w}\}$ – решения; $User^{sp} = \{user_1^{sp}, user_2^{sp}, user_3^{sp}\}$ – пользователи системы поддержки принятия решений, где $user_1^{sp}$ – специалист (инженер) по знаниям; $user_2^{sp}$ – эксперт; $user_3^{sp}$ – лицо, принимающее решение; $\chi: Z^{user} \rightarrow M^z$, $\delta: M^z \times M^{pr} \rightarrow B^p$, $\varepsilon: M^{pbp} \times user_2^{sp} \rightarrow B^p$, $\phi: M^{ob} \times user_1^{sp} \rightarrow B^z$, $\sigma: B^z \rightarrow B^d$, $\psi: B^z \times (B^d \times M^{ob}) \rightarrow M^{pr}$, $user_3^{sp} = \{\eta, \tau, \sigma\}$, где η – процесс анализа; τ – процесс принятия решений; σ – процесс выбора управляющего воздействия; $\pi: Z \times \eta \times \tau \times \sigma \rightarrow R$, $v: R \rightarrow \Theta$.

Наряду с ростом популярности использования информационных систем Internet banking, растет и число хищений, мошенничеств киберпреступников [6]. Как правило, мошенничество в информационных системах Internet banking осуществляется по заданному

сценарию киберпреступников. Семантическая обобщенная схема хищения конфиденциальной информации в информационных системах Internet banking представлена на рисунке 4.

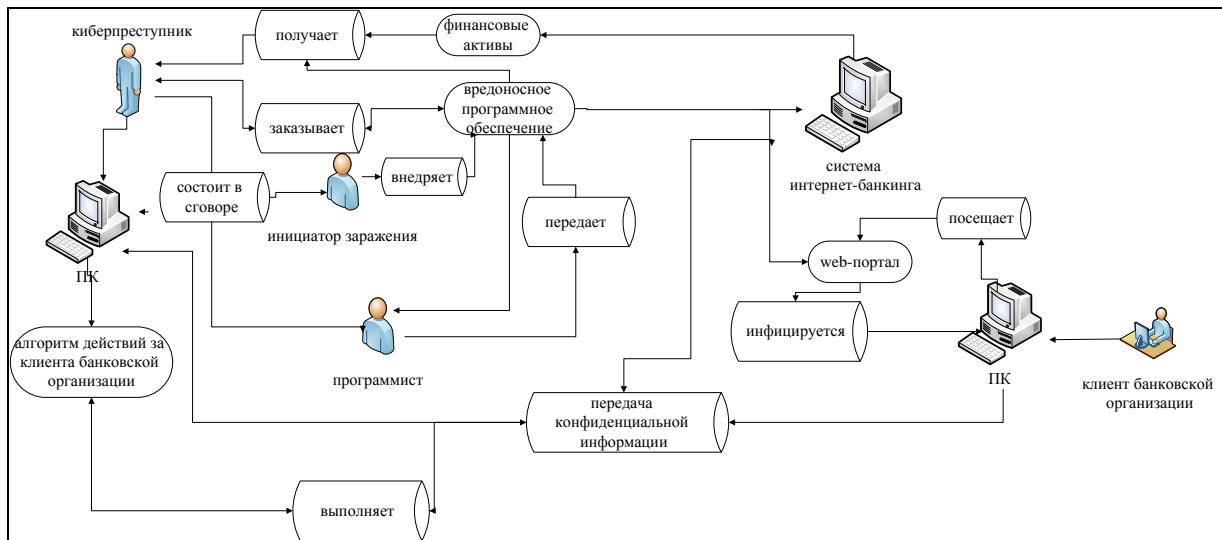


Рисунок 4 – Семантическая обобщенная схема хищения конфиденциальной информации в информационных системах Internet banking

Формализуем модель киберпреступника, которая характеризуется личностными параметрами нарушителя и сценариями действий по хищению конфиденциальной информации в информационной системе Internet banking. В основу модели киберпреступника заложены типовые образы киберпреступника, которые позволят определить потенциального нарушителя в информационной системе Internet banking.

При использовании информационной системы Internet banking будем рассматривать только внешнего киберпреступника, который может реализовать атаки на систему различными алгоритмами с использованием современных методов и средств получения конфиденциальной информации (рис. 5).

Модель киберпреступника можно представить в виде выражения (5):

$$M^k = \langle P^l, A^{ck}, Obr \rangle, \quad (5)$$

где P^l – личностные параметры киберпреступника; A^{ck} – сценарий действий хищения информации в информационных системах Internet banking; Obr – образ киберпреступника; $t: P^l \times A^{ck} \rightarrow Obr$, $P^l = \{V^k, W^k, Ch^k, Risk^k, OR^k, Rs^k\}$, где V^k – возраст; W^k – пол; Ch^k – мотивация; $Risk^k$ – риск; OR^k – опыт работы (знания) в IT-сфере; Rs^k – доступные ресурсы для реализации угрозы; $A^{ck} = \{a_1^{ck}, a_2^{ck}, \dots, a_f^{ck}\}$ – множество сценариев хищения информации в S^{ib} , $Obr = \{obr_1, obr_2, \dots, obr_y\}$.

Предложенные системная модель информационной системы Internet banking, теоретико-множественная модель поддержки принятия решений при управлении информационной безопасностью информационных систем Internet banking, модель киберпреступника позволят совершенствовать систему защиты информации, рационально использовать современные методы и средства защиты информации, за счет которых увеличится мощность информационной безопасности информационной системы Internet banking, увеличится эффективность и качество принятия управленческих решений по защите конфиденциальной информации.

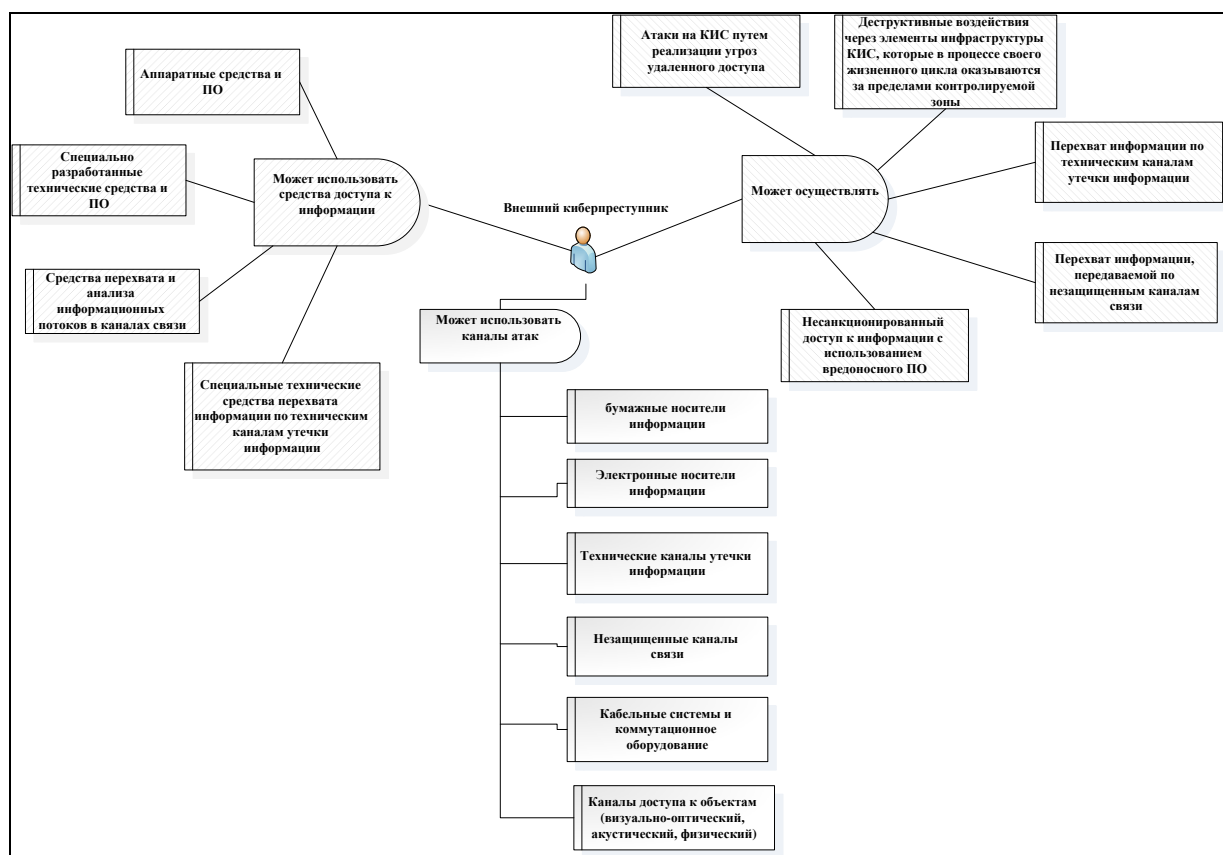


Рисунок 5 – Возможности внешнего киберпреступника

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Визгунов А.Н., Визгунов А.Н. Современные подходы к обеспечению безопасности в области дистанционного банковского обслуживания // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Системный анализ и информационные технологии», 2011. – № 2. – С. 49-58.
2. Богданова М.И. О роли социальной инженерии при атаках на информационную безопасность предприятия // В мире научных открытий, 2010. – № 1-4. – С. 145-150.
3. Закиров М.Р. Исследование угроз нарушения безопасности в системах дистанционного банковского обслуживания // Информационное противодействие угрозам терроризма, 2014. – № 22(22). – С. 43-47.
4. Игнатенко Ю.П. Моделирование оптимальной структуры системы защиты информации в распределенной корпоративной информационной системе // Информационные технологии моделирования и управления, 2007. – № 9(43). – С. 1029-1032.
5. Петровский В.И., Тумбинская М.В., Петровский М.В. Оптимизация комплексной системы защиты информации на предприятиях различных форм собственности. Монография. – Казань: Изд-во «Отечество», 2014. – 636 с.
6. Рудакова О.С., Родина Ю.В. Анализ угроз информационной безопасности кредитных организаций // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2009. – № 23. – С. 61-67.
7. Сиротский А.А. Совершенствование методов обеспечения безопасности при авторизации в системах дистанционного банковского обслуживания // Технологии техносферной безопасности, 2013. – № 6(52). – 14 с.
8. Скрыль С.В., Авсентьев О.С., Сизинцев М.Ф. Математическая модель противоправных действий в отношении субъектов, управляющих своими активами через системы

дистанционного банковского обслуживания // Вестник Воронежского института МВД России, 2014. – № 2. – С. 132-138.

9. Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л., Азаров А.А. Психологические аспекты оценки безопасности информации в контексте социоинженерных атак // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях, 2013. – № 1. – С. 77-83.
10. Чирков Д.К., Саркисян А.Ж. Преступность в сфере высоких технологий: тенденции и перспективы // Вопросы безопасности, 2013. – № 2. – С. 160-181.

Тумбинская Марина Владимировна

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, г. Казань

Кандидат технических наук, доцент кафедры систем информационной безопасности

Тел.: 8 905 311 77 31

E-mail: tumbinskaya@inbox.ru

M.V. TUMBINSKAYA (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department of Systems of Information Security*)
Kazan National Research Technical University Named after A.N. Tupolev

IMPROVING THE FUNCTIONING OF INFORMATION SYSTEMS INTERNET BANKING

In the paper we propose a generalized block diagram of an information system Internet banking, which reflects the modular architecture, the relationship of users and the control loop. We propose a system model of information system Internet banking, the use of which will help minimize the number of cybercriminals, optimize and improve the comprehensive system of information security organizations of economic and social development, improve the efficiency of secure information systems Internet banking, choose the right strategy development services Internet banking, thus improving information Systems Internet banking. Proposed a set-theoretic model of decision support in Information Security Management Information Systems Internet banking. Developed semantic generalized scheme of theft of confidential information in information systems Internet banking, presented formalization model cybercriminals.

Keywords: *information system; Internet banking; protection; cyber criminals; decision-making; modeling.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Vizgunov A.N., Vizgunov A.N. Sovremenny'e podchody' k obespecheniyu bezopasnosti v oblasti distancionnogo bankovskogo obsluzhivaniya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sistemny'j analiz i informacionny'e tehnologii», 2011. – № 2. – С. 49-58.
2. Bogdanova M.I. O roli social'noj inzhenerii pri atakax na informacionnyu bezopasnost' predpriyatiya // V mire nauchny'x otkry'tij, 2010. – № 1-4. – С. 145-150.
3. Zakirov M.R. Issledovanie ugroz narusheniya bezopasnosti v sistemax distancionnogo bankovskogo obsluzhivaniya // Informacionnoe protivodejstvie ugrozam terrorizma, 2014. – № 22(22). – С. 43-47.
4. Ignatenko Yu.P. Modelirovanie optimal'noj struktury' sistemy' zashhity' informacii v raspredelennoj korporativnoj informacionnoj sisteme // Informacionny'e tehnologii modelirovaniya i upravleniya, 2007. – № 9(43). – С. 1029-1032.
5. Petrovskij V.I., Tumbinskaya M.V., Petrovskij M.V. Optimizaciya kompleksnoj sistemy' zashhity' informacii na predpriyatiyax razlichnyx form sobstvennosti. Monografiya. – Kazan': Izd-vo «Otechestvo», 2014. – 636 s.
6. Rudakova O.S., Rodina Yu.V. Analiz ugroz informacionnoj bezopasnosti kreditny'x organizacij // Nacional'ny'e interesy': priority' i bezopasnost', 2009. – № 23. – С. 61-67.
7. Sirotskij A.A. Sovershenstvovanie metodov obespecheniya bezopasnosti pri avtorizacii v sistemax distancionnogo bankovskogo obsluzhivaniya // Tehnologii texnosfernoj bezopasnosti, 2013. – № 6(52). – 14 s.
8. Skry'l' S.V., Avsent'ev O.S., Sizincev M.F. Matematicheskaya model' protivopravny'x dejstvij v otnoshenii sub'ektov, upravlyayushhix svoimi aktivami cherez sistemy' distancionnogo bankovskogo obsluzhivaniya // Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii, 2014. – № 2. – С. 132-138.

9. Tulup'eva T.V., Tulup'ev A.L., Azarov A.A. Psixologicheskie aspekty' ocenki bezopasnosti informacii v kontekste socioinzhenerny'x atak // Mediko-biologicheskie i social'no-psixologicheskie problemy' bezopasnosti v chrezvy'chajny'x situaciyax, 2013. – № 1. – S. 77-83.
10. Chirkov D.K., Sarkisyan A.Zh. Prestupnost' v sfere vy'sokix texnologij: tendencii i perspektivy' // Voprosy' bezopasnosti, 2013. – № 2. – S. 160-181.

УДК 621.39

А.Б. ГОЛЬДШТЕЙН

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТУННЕЛИРОВАНИЕМ В СЕТИ IP/MPLS

Проблематика управления транспортными сетями IP/MPLS, обусловленная ростом требований по обслуживанию мультисервисного трафика (речь, видео, web-приложения) является предметом интенсивных исследований в процессе построения сетей связи следующего поколения – NGN. Важнейшим рычагом такого управления является создание туннелей в транспортной сети, обеспечивающих передачу трафика определенного типа с заданным качеством обслуживания – QoS. В статье предложена модель для оценки вероятностно-временных характеристик таких туннелей, позволяющая оптимизировать процесс управления и его результат. Получены точные и приближенные формулы определения математического ожидания задержек.

Ключевые слова: модель туннеля IP/MPLS; качество обслуживания QoS; туннелирование; фрагментация пакетов; сцепление пакетов; вероятностно-временные характеристики; задержки.

ВВЕДЕНИЕ

Технологии IP (Internet Protocol) революционно изменили традиционные ТфОП (телефонные сети общего пользования) прошлого века. Естественным продолжением этих революционных преобразований в направлении «вниз», на уровень транспортной инфраструктуры, стали транспортные сети IP/MPLS. Хронологически активное распространение IP-телефонии началось именно с мультипротокольной коммутации по меткам MPLS (MultiProtocol Label Switching), снявшей проблемы качества обслуживания QoS (Quality of Service) и переведшей VoIP из разряда дешевого заменителя междугородной телефонной связи в основную телекоммуникационную технологию XXI века.

Улучшить QoS путем уменьшения общей сетевой задержки удалось с помощью эффективных методов и моделей управления транспортной сетью, включающих организацию туннелей в транспортной сети. В данной статье мы сосредоточимся на исследовании вероятностно-временных характеристик (ВВХ) механизма туннелирования в сети IP/MPLS для управления заданным QoS мультисервисного трафика и поиске эффективной организации туннелей в сети MPLS на основании данного исследования.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ТУННЕЛИРОВАНИЯ В СЕТИ IP/MPLS

Являющаяся основным объектом исследования в этой статье технология MPLS основывается на обмене меток [1]. Любой передаваемый пакет ассоциируется с тем или иным классом сетевого уровня FEC (Forwarding Equivalence Class), каждый из которых идентифицируется определенной меткой. Значение метки уникально лишь для участка пути между соседними узлами сети MPLS, которые называются также маршрутизаторами, коммутирующими по меткам LSR (Label Switching Router). Метка передается в составе любого пакета, причем способ ее привязки к пакету зависит от используемой технологии канального уровня. Обмен метками может производиться с помощью специального протокола распределения меток LDP (Label Distribution Protocol).

Последовательность маршрутизаторов (LSR_{вх}, LSR₂, ..., LSR_н), через которые проходят пакеты, принадлежащие одному FEC, образует виртуальный тракт LSP, коммутируемый по меткам, LSP (Label Switching Path). Механизм MPLS предусматривает два способа пересылки пакетов. При одном способе каждый маршрутизатор выбирает следующий участок маршрута самостоятельно, а при другом заранее задается цепочка

маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет. Второй способ основан на том, что маршрутизаторы на пути следования пакета действуют в соответствии с инструкциями, полученными от одного из LSR данного LSP (обычно от находящегося ниже в LSP-пути, что позволяет совместить процедуру «раздачи» этих инструкций с процедурой распределения меток). Распределение меток между LSR приводит к установлению внутри домена MPLS путей с коммутацией по меткам. Каждый маршрутизатор LSR содержит таблицу, которая ставит в соответствие паре «входной интерфейс – входная метка» тройку «префикс адреса получателя – выходной интерфейс – выходная метка». Получая пакет, LSR по номеру интерфейса, на который пришел пакет, и по значению привязанной к пакету метки определяет для него выходной интерфейс. Значение префикса применяется лишь для построения таблицы и в самом процессе коммутации не используется. Старое значение метки заменяется новым, содержащимся в поле «выходная метка» таблицы, и пакет отправляется к следующему устройству на пути LSP.

Вся операция требует лишь одноразовой идентификации значений полей в одной строке таблицы. Это занимает гораздо меньше времени, чем сравнение IP-адреса отправителя с наиболее длинным адресным префиксом в таблице маршрутизации, которое используется при традиционной маршрутизации. Таким образом, главная особенность MPLS – отделение процесса маршрутизации пакета от необходимости анализа IP-адресов в его заголовке, что открывает ряд преимуществ ее использования для сокращения задержек и обеспечения QoS трафика реального времени.

Весьма важным достоинством MPLS, послужившим причиной приведенного в данной статье исследования, является возможность в рамках архитектуры MPLS вместе с пакетом передавать не одну метку, а целый стек меток. Операции добавления/изъятия метки определены как операции на стеке (push/pop). Результат коммутации задает лишь верхняя метка стека, нижние же передаются прозрачно до операции изъятия верхней. Такой подход позволяет создавать иерархию потоков в сети MPLS и организовывать туннельные передачи.

Речь идет о возможности в MPLS управлять всем трактом передачи пакета без специфицирования в явном виде промежуточных маршрутизаторов. Это достигается путем создания туннелей через промежуточные маршрутизаторы, которые могут охватывать несколько сетевых сегментов.

Для пояснения эффекта туннелирования рассмотрим сценарий, представленный на рисунке 1. Все пограничные маршрутизаторы MPLS (LER1, LER2, LER3 и LER4) используют протокол BGP и создают коммутируемый по меткам тракт LSP между ними (LSP1). LER1 знает о том, что его следующий пункт назначения – LER2, поскольку он передает данные от отправителя, которые должны пройти через два сегмента сети. В свою очередь, LER3 знает о том, что его следующий пункт назначения – LER4, и т.д. Эти пограничные четыре LER будут использовать протокол LDP для получения и хранения меток от выходного LER (LER4 в данном сценарии) вплоть до входного LER (LER1).

Однако для того, чтобы данные были переданы от LER1 к LER2, они должны пройти через несколько транзитных маршрутизаторов LSR (в данном случае через три). Таким образом, между двумя LER (LER1 и LER2) создается отдельный тракт LSP (LSP2), который охватывает LSR1, LSR2 и LSR3. Он, в сущности, представляет собой туннель между этими двумя LER. Метки в этом тракте отличаются от меток, которые LER создали для LSP1. Это справедливо и для LER3 и LER4, равно как и для LSR, находящихся между ними. Для этого последнего сегмента создается тракт LSP3. Для достижения этого результата при передаче пакета через два сетевых сегмента используется концепция стека меток. Поскольку пакет должен следовать через LSP1, LSP2 и LSP3, он будет переносить одновременно две отдельные метки. Пары, используемые для каждого сегмента, следующие: для первого сегмента – метка для LSP1 и LSP2, для второго сегмента – метка для LSP1 и LSP3.

Когда пакет покидает первую сеть и принимается пограничным маршрутизатором LER2, тот удаляет метку для LSP2 и заменяет ее на метку для LSP3, заменяя при этом метку LSP1 внутри пакета на метку следующей пересылки. LER4 удаляет обе метки перед отправкой пакета адресату.

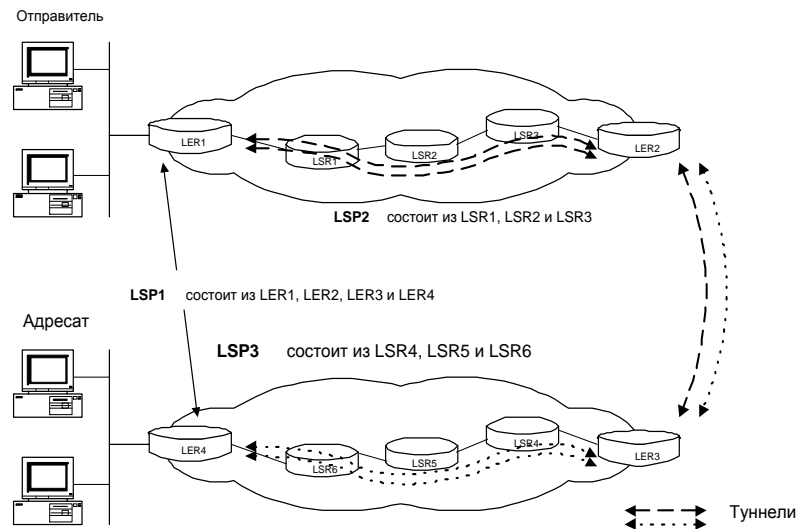


Рисунок 1 – Функциональная модель туннелирования MPLS

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТУННЕЛИРОВАНИЕМ В MPLS

Математическая модель представленного на рисунке 1 механизма туннелирования в MPLS представляет собой сеть массового обслуживания с последовательными очередями. Вероятностно-временные характеристики времени ожидания в таких системах с последовательными очередями изучались и продолжают изучаться разными исследователями, среди которых следует упомянуть работы Клейнрока [2], Боксмы [3], Ле Галля [4] и др. В рассматриваемой в данной статье модели управления механизмом туннелирования многопротокольной коммутации по меткам IP-пакеты перемещаются от одного узла к другому по заранее определенному единому маршруту, проходя через несколько последовательных узлов. Причем управление прохождением пакета по сети происходит без специфицирования в явном виде промежуточных узлов (маршрутизаторов), а путем создания на основе метки туннелей через эти промежуточные узлы. Таким образом, для пакетов с одинаковой меткой, которые пересекают сеть MPLS внутри одного и того же туннеля, сеть ведет себя как цепочка последовательных очередей.

Исследуется простой случай, когда входной поток на первом узле имеет пуассоновское распределение согласно [2]. Время обслуживания пачки (следующих друг за другом без пауз пакетов) зависит от ее длины (количества пакетов в пачке). Среднее время обслуживания одного пакета принимается за единицу времени. Оцениваемыми параметрами являются среднее время обслуживания без перерыва (период занятости) и среднее время ожидания пакета на n -м узле.

Обслуживаемые за период занятости (т.е. непрерывно, без освобождения узла-маршрутизатора) пакеты объединяются в группу на выходе узла и называются пачкой. Средняя длина такой пачки, выражаемая числом пакетов, определяет среднюю продолжительность непрерывного обслуживания. На вход граничного узла 1 поступает пуассоновский поток пакетов с интенсивностью входного потока λ и средним временем обслуживания $1/\mu$.

Отличие рассматриваемой модели от известной теоремы Берке [2] о пуассоновском характере выходного потока заявок в системе $M/M/m$ состоит в том, что при

последовательно соединенных очередях мы не можем рассматривать каждый узел независимо от других. Если мы рассматриваем два следующих один за другим пакета на узле n ($n \geq 2$), интервал времени между поступлением этих двух пакетов зависит от времен их поступления и обслуживания на предыдущих узлах. В частности, пакеты, сгруппированные в пачку на узле n ($n \geq 2$), остаются сгруппированными и на последующих узлах $n+1, n+2, \dots$. Причем специфика режима работы второго узла ($n=2$) обусловлена двумя явлениями: сцеплением пачек, исходящих от первого узла, и фрагментацией этих же пачек.

Первое явление сцепления относится не только ко второму, но и к любому не первому узлу n ($n \neq 1$), и связано с тем, что первый пакет k -й пачки догоняет на этом узле последний пакет $(k-1)$ -й пачки, и обе пачки – k -я и $(k-1)$ -я – соответствующим образом сцепляются.

Второе явление фрагментации, которое иллюстрирует рисунок 1, не столь очевидно и имеет место только во втором узле, но тоже вполне наглядно. Пусть в первом узле обслуживается пакет номер j из пачки k и в этот момент на тот же первый узел поступает следующий пакет номер $j+1$, время обслуживания которого превышает время обслуживания пакета j . Пусть на следующем втором узле в этот момент нет очереди, пакет j обслуживается, как только он поступает на узел 2, пакеты $j+1$ и j начинают обслуживаться одновременно на узлах 1 и 2 соответственно. Когда пакет j затем покидает узел 2, пакет $j+1$ все еще продолжает обрабатываться на узле 1, поскольку время его обслуживания дольше.

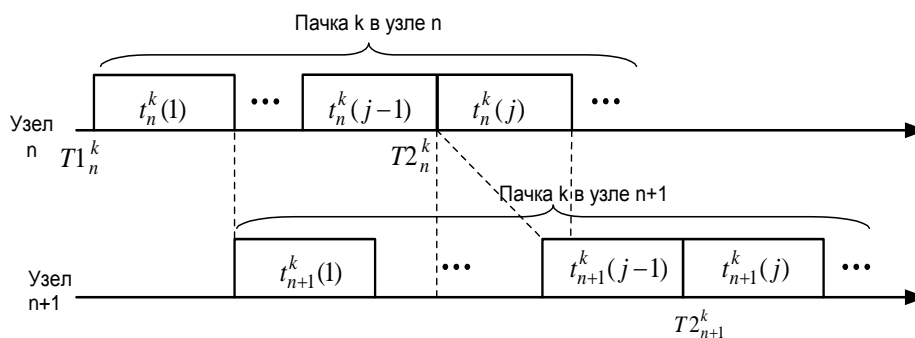


Рисунок 2 – Фрагментация пачки k в узле $n(n > 2)$

Исследование вероятностно-временных характеристик во всех n -х узлах базируется на ряде утверждений, доказательства которых докладывались автором в [5], а здесь приводятся без доказательства. Вместо этого основное внимание обратим на физическую интерпретацию моделей.

Утверждение 1. Для модели туннелирования MPLS любой пакет, принадлежащий пачке номер k на выходе узла n при $n \geq 2$, имеет время обслуживания, которое меньше или равно времени обслуживания первого пакета этой пачки.

Утверждение 2. Для модели туннелирования MPLS любая пачка на выходе узла $n=2$ и всех последующих узлов сохраняется, т.е. все пакеты в ней остаются жестко привязанными друг к другу.

Утверждение 3. Сцепление пачек k и $k+1$ из узла $n-1$ в узле n для модели туннелирования MPLS возможно тогда и только тогда, когда первый пакет пачки $k+1$ покидает узел $n-1$ до того, как пачка k закончит обслуживаться узлом n в течение интервала, не превышающего времени обслуживания первого пакета предыдущей пачки $t(1)$.

На основе этих трех утверждений можно определить размер пачки в схеме туннелирования для произвольного узла сети MPLS. Сделаем это также в виде еще двух утверждений.

Утверждение 4. Для представленной модели туннелирования MPLS средняя длина пачки k узла n ($n > 2$), выраженная в числе пакетов K_n , определяется через среднюю длину пачки в узле $n-1$:

$$K_n = K_{n-1} + \frac{\rho}{1-\rho} \quad (1)$$

где ρ – загрузка системы.

Логика при формулировке этого утверждения базируется на известном результате для простейшей системы типа M/G/1 (де-факто это модель первого узла туннеля) и для которой, согласно Клейнроку [2], среднее число пакетов K_1 , обрабатываемых без прерывания на первом узле, равно $K_1 = 1 + \frac{\rho}{1-\rho}$. Собственно говоря, добавление этого известного

результата к утверждению 3 позволяет легко доказать утверждение 4. Т.о., на каждом узле, начиная с третьего, среднее число дополнительных пакетов, группирующихся на этом узле, равно $\frac{\rho}{1-\rho}$, и именно на эту величину в среднем различаются значения числа пакетов K_n и

K_{n-1} . Отсюда справедливо и утверждение 5.

Утверждение 5. Для представленной модели туннелирования MPLS средняя длина пачки k в узле n ($n > 2$), выраженная в числе пакетов K_n , равна

$$K_n = K_2 + (n - 2) \frac{\rho}{1-\rho}. \quad (2)$$

Т.е. для всех узлов, начиная с третьего ($n > 2$), эта величина рассчитывается по формуле (2). Относительно же второго узла $n=2$ отметим, что здесь применяются аппроксимационные методы, излагаемые в следующем параграфе.

АППРОКСИМАЦИЯ ДЛИНЫ ПАЧКИ В MPLS

Выше отмечалось, что сложная ситуация на узле 2 не позволяет получить точную аналитическую формулу для $n=2$. Единственный известный результат для $n=2$ получен в работе Боксмы [3] и представляет собой численный алгоритм, который практически невозможно использовать для туннеля модели MPLS со сколь-нибудь большим числом узлов N . Поэтому целесообразно найти аппроксимацию для этого узла 2, а заодно и для произвольного узла n . В связи с чем докажем следующее утверждение 6.

Утверждение 6. Для предложенной модели туннелирования MPLS средняя длина пачки k во втором узле ($n=2$), выраженная в числе пакетов K_2 , находится в диапазоне от 1 до

$1 + 2 \frac{\rho}{1-\rho}$ и приблизительно равна

$$K_2 \approx K_1 = 1 + \frac{\rho}{1-\rho}. \quad (3)$$

Начнем с конца. Напомним, что проблема на узле 2 заключается в том, что пачки в этом узле и фрагментируются, и сцепляются, что и отличает узел 2 от последующих, где пачки только сцепляются. Первое простейшее предположение заключается в том, что эти два противоположных явления приводят к сохранению средней длины пачки между узлами 1 и

2, т.е. $K_2 \approx K_1 = 1 + \frac{\rho}{1-\rho} \cdot \frac{\rho}{1-\rho}$. Ясно, что степень достоверности этого равенства зависит

прежде всего от величины загрузки ρ . При очень низкой нагрузке ρ фрагментации практически не происходят, и для узла 2 может применяться для малых ρ формула $K_2 \approx 1 + 2 \frac{\rho}{1-\rho}$. В этом случае мы получаем завышенное значения K_2 , потому что фрагментации

очевидным образом уменьшают среднюю длину пачки на узле 2. Другой предел соответствует максимальной фрагментации, приводящей к пачкам, состоящим из одного пакета, т.е. K_2 приближается к 1. Таким образом, значение K_2 находится в диапазоне от 1 до

$1 + 2 \frac{\rho}{1 - \rho}$, а приближение (3) дает промежуточное между этими двумя границами. Т.о., объединив формулы (1), (2) и (3), получим для любых n следующее утверждение.

Утверждение 7. Для представленной модели туннелирования MPLS средняя длина пачки k в произвольном узле n , выраженная в числе пакетов K_n , приблизительно равна

$$K_n \approx \begin{cases} 1 + \frac{\rho}{1 - \rho}, & \text{при } n=1, \\ 1 + (n - 1) \frac{\rho}{1 - \rho}, & \text{при } n \geq 2. \end{cases} \quad (4)$$

На изображенных на рисунке 3 графиках представлены расчеты числа пакетов для различных значений нагрузки в диапазоне от 0.2 до 0.8.

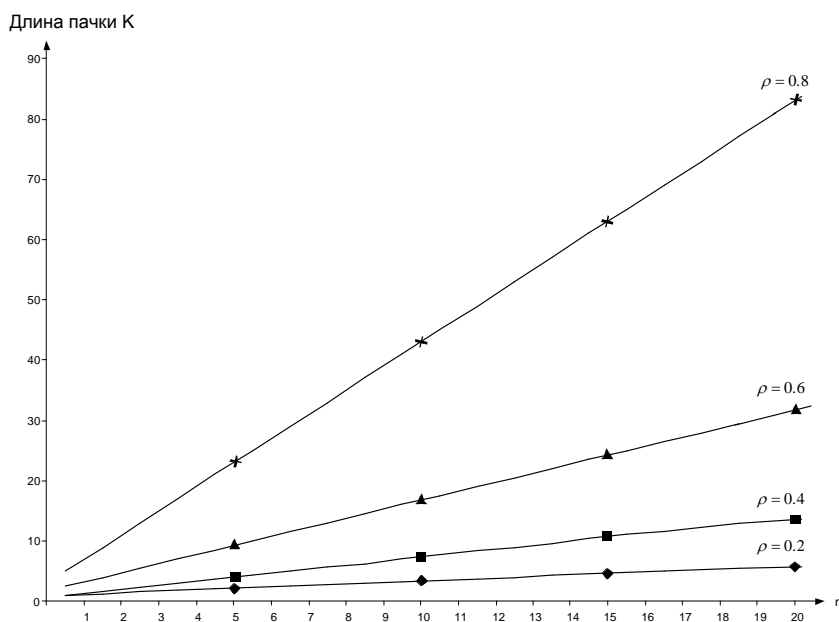


Рисунок 3 – Зависимость средней длины пачки K от номера узла n

Графики построены для четырех значений нагрузки $\rho = 0.2, 0.4, 0.6$ и 0.8 . Для всех этих значений нагрузки средняя длина пачки ρ растет с увеличением номера узла, начиная с узла 1. Заметим, что рост становится строго линейным, начиная с узла 3, т.к. между узлами 1 и 3 оказывает влияние явление сцепления пачек (от узла 1) на узле 2, которое дополняется явлением фрагментации пачек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлена математическая модель, которая может быть задействована в управлении транспортной сетью с многопротокольной коммутацией по меткам и, в частности, управлении механизмом туннелирования в сети. Исследованы эффекты фрагментации и сцепления в пачки пакетов.

Показано, что пакет, принадлежащий пачке номер k на выходе произвольного узла n , $n \geq 2$, имеет время обслуживания, которое меньше или равно времени обслуживания первого пакета этой пачки, а также, что любая пачка на выходе узла $n=2$ и всех последующих узлов сохраняется, т.е. все пакеты в ней остаются жестко привязанными друг к другу.

Найдено необходимое и достаточное условие сцепления в узле n пачек с номерами k и $k+1$, вышедшими раздельно из узла $n-1$. Это покидание первого пакета пачки $k+1$ узла $n-1$ до

того, как пачка k закончит обслуживаться узлом n в течение интервала, не превышающего времени обслуживания первого пакета предыдущей пачки t .

Проанализирована длина пачки k во втором узле ($n=2$), для которой не удается найти точную формулу, но доказано, что она находится в диапазоне от 1 до $1 + 2 \frac{\rho}{1-\rho}$. Получена

аппроксимационная формула для средней длины пачки k в произвольном узле n , выраженная в числе пакетов K_n , на основании которой можно вычислить функцию распределения общего времени пребывания пакета в произвольном узле $n \geq 2$ туннеля сети MPLS из N узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS// СПб.: BHV, 2005.
2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: пер. с англ. под ред. В.И. Неймана. – Том 1. – М.: Машиностроение, 1979.
3. Voxma O.J. On a Tandem Queuing Model with Identical Service Times at Both Counters. Advance Applications Probability, 1979. – Vol. 11.
4. Le Gall P. Single Server Queuing Networks with Varying Service Times and Renewal Input, Journ. Of Appl. Mathematics and Stochastic Analysis, 13; 4, 2000.
5. Goldstein A., Yanovsky G. Traffic Engineering in MPLS Tunnels // In International Conference on Next Generation Teletraffic and Wired // Wireless Advanced Networking (NEW2AN'04), February 02-06, 2004.

Александр Борисович Гольдштейн

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
г. Санкт-Петербург

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: agold@niits.ru

A.B. GOL'DSHTEJN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)
State University of Telecommunications named Bonch-Bruevich, Saint-Petersburg

IP/MPLS TUNNELS CONTROL MODEL

IP/MPLS tunnels control models are an efficient instrument for transport networks management. It becomes more and more important according to the continuously growing service demands from users, requires a Next Generation Network (NGN) that offers adequate treatment and support to multiservice (voice, video, web applications) and quality of service (QoS) requirements. This investigation covers MPLS tunnels effect with packets chaining and fragmentation mechanism. The effectiveness and efficiency of the tunnel management model is, typically, directly related to delays in the queue. In this paper is presented a model with MPLS tunnel queue that is able to manage quality of service in IP/MPLS transport network.

Keywords: *IP/MPLS; Transport Networks; Quality of Service; Tunnel Management; Packet Queues; Delays.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gol'dshtejn A.B., Gol'dshtejn B.S. Tekhnologiya i protokoly' MPLS// SPb.: BHV, 2005.
2. Klejnrok L. Teoriya massovogo obsluzhivaniya: per. s angl. pod red. V.I. Nejmana. – Tom 1. – М.: Mashinostroenie, 1979.
3. Voxma O.J. On a Tandem Queuing Model with Identical Service Times at Both Counters. Advance Applications Probability, 1979. – Vol. 11.
4. Le Gall P. Single Server Queuing Networks with Varying Service Times and Renewal Input, Journ. Of Appl. Mathematics and Stochastic Analysis, 13; 4, 2000.
5. Goldstein A., Yanovsky G. Traffic Engineering in MPLS Tunnels // In International Conference on Next Generation Teletraffic and Wired // Wireless Advanced Networking (NEW2AN'04), February 02-06, 2004.

ПОВЫШЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

Проведен анализ проблем обеспечения отказоустойчивости в стандартной клиент-серверной организации информационно-вычислительных комплексов правоохранительных органов. Предложено решение, в основе которого лежат подходы, описываемые в стандарте HTML5. Обычное web-приложение становится автономным программным агентом с возможностями резервирования вводимых данных и автономной работы с данными, полученными с сервера информационно-вычислительного комплекса. Это обеспечивает как мобильность, универсальность, так и отказоустойчивость решения для различных мобильных устройств, используемых сотрудниками правоохранительных органов.

Ключевые слова: информационно-вычислительный комплекс; правоохранительные органы; отказоустойчивость; мобильное устройство; web-приложение; локальное хранилище данных.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных проблем с точки зрения эффективного распределения рабочей нагрузки информационно-вычислительных комплексов (ИВК) следует признать выбор аппаратно-программной платформы и конфигурации систем. До сих пор остаются открытыми задачи сопоставления платформ с решаемыми на их базе процессами и эксплуатируемыми приложениями по надежности и отказоустойчивости для отдельных прикладных областей. Проблема обеспечения отказоустойчивости всегда ставится проектировщиками и администраторами информационных систем на первое место ввиду важности ее для поддержания работоспособности конфигурации распределенных систем [1-3]. Эта проблема и предлагаемое решение в статье рассматриваются применительно к ИВК правоохранительных органов.

Используя программные средства ИВК, оперативно-аналитические подразделения правоохранительных органов должны иметь возможность оперативно и на качественном уровне решать прикладные задачи учетно-справочного, статистического и информационно-логического характера: анализ оперативной обстановки, ее криминогенной и криминальной составляющих; выявление прямых и опосредованных связей между различными объектами, занесенными в банки данных, в том числе коррупционного и криминального характера; оценка сил и средств, используемых в противоправной деятельности и ряд других задач. Сотрудники, находящиеся в территориально удаленных подразделениях, выехавшие на место преступления, часто используют современные мобильные устройства – телефоны, планшеты, ноутбуки. При этом требование эффективного обслуживания запросов таких пользователей делает актуальным вопрос использования в рамках стандартной клиент-серверной конфигурации ИВК правоохранительных органов гетерогенной сети устройств, в том числе мобильных, с обеспечением высокого уровня отказоустойчивости и надежности систем.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ИВК ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Перед тем, как выбрать отказоустойчивую платформу и конфигурацию, необходимо выдвинуть и рассмотреть требования к потенциальному уровню сервисов, обеспечиваемых ИВК правоохранительных органов, уделить внимание особенностям, связанным со спецификой

информационного обслуживания правоохранительных органов, сервисам. Таким образом, выделение двух классов требований – общих и специфических – позволяет, на наш взгляд, еще на стадии проектирования конфигурации ИВК предотвратить привлечение избыточных ресурсов, получить достаточно эффективные по производительности вычислений и обслуживания запросов пользователей системы.

Для правоохранительных органов важно создание единого информационного пространства, в пределах которого мог бы взаимодействовать персонал, относящийся к различным иерархическим уровням управления и находящийся в мобильном состоянии или в подразделениях, географически разделенных между собой [4, 5]. Основой распределенного ИВК является стандартная клиент-серверная организация, которая в современных условиях гетерогенной информационной среды и быстрого развития различных типов клиентских устройств, в том числе мобильных, уже не может обеспечить должный уровень отказоустойчивости ИВК. Требуется реализовать принцип «повсеместного» доступа к информационным ресурсам с поддержкой мобильности сотрудников правоохранительных органов.

Таким образом, возникают два требования по обеспечению отказоустойчивости, предъявляемые к ИВК правоохранительных органов: возможность использования в рамках одного информационного пространства различных по типу клиентских устройств и обеспечение доступа, а также устойчивого обмена информацией сотрудников правоохранительных органов с серверами ИВК со своих мобильных устройств.

Технологии создания отказоустойчивых клиентских решений для мобильных устройств, используемых в распределенных сетях, известны, например, Java для операционной платформы Android [6] или Objective-C для платформы iOS [7], но при использовании неоднородной сети переносимость с одной платформы на другую ограничена требованиями поддержки разнообразных приложений для каждой платформы. Если же использовать обычные web-технологии, то становится невозможным автономное хранение данных, требуется постоянное обращение к серверам. Это значительно ограничивает надежность, мобильность и отказоустойчивость систем.

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИВК ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ НА ОСНОВЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ДАННЫХ

Предлагается реализация следующего решения. Большие объемы информации, вводимые пользователем и получаемые от сервера на клиентском уровне, можно сохранять средствами самого web-приложения. Обычное web-приложение становится автономным программным агентом с возможностями резервирования вводимых данных и автономной работы с данными, полученными с сервера ИВК. Это обеспечивает как мобильность, универсальность, так и отказоустойчивость решения для различных мобильных устройств, используемых сотрудниками правоохранительных органов. В основу предлагаемого решения положены следующие подходы, описываемые в стандарте HTML5 [8]:

- применение постоянного локального хранилища данных Local Storage для локального резервирования введенных пользователем данных и обеспечения надежной доставки данных на сервер независимо от качества соединения;

- применение постоянного локального хранилища данных Application Cache для локального сохранения данных, извлекаемых из сервера, для обеспечения автономной работы программного агента клиента с уже загруженными данными при разрывах соединения с сервером;

- использование JavaScript библиотеки jQuery для унификации программного кода клиентской части системы для известных web-браузеров.

Структуру предлагаемого решения, состоящую из совокупности клиентских и серверных программных модулей, можно выразить схематично в виде рисунка (рис. 1)..

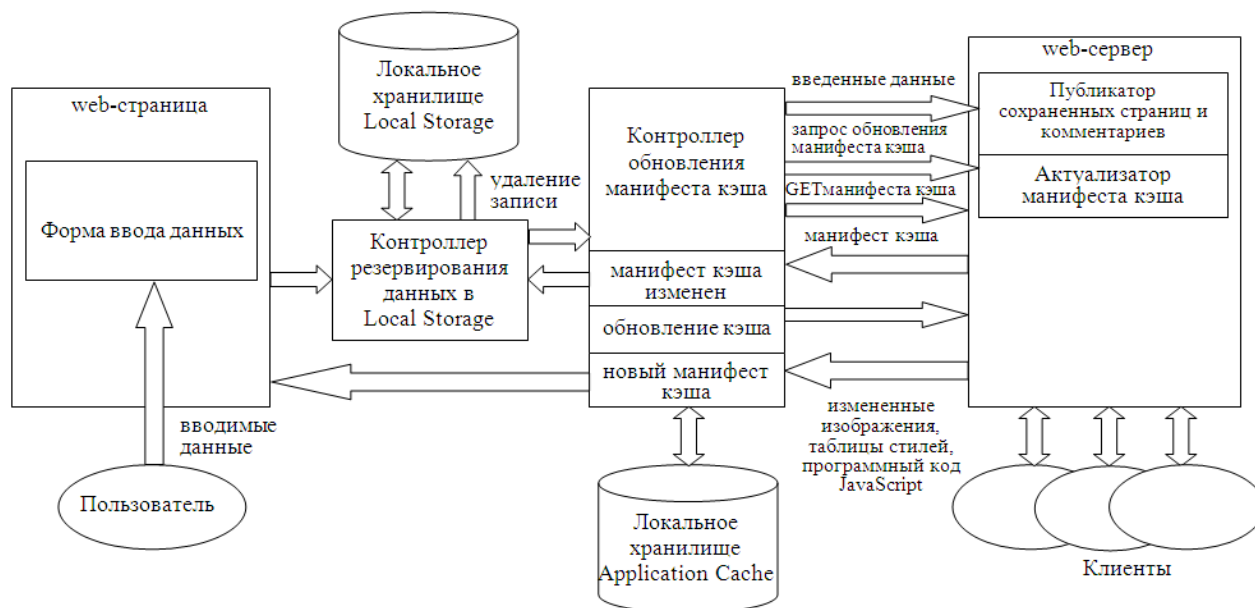


Рисунок – Структура отказоустойчивого решения с возможностями резервирования данных

Таким образом, клиент-серверная система включает в себя две библиотеки клиентских и серверных модулей в виде универсальной клиентской библиотеки резервирования вводимых пользователем данных для автономного хранения при потере соединения с сервером, а также серверного асинхронного публикатора полученных данных и универсальных компонентов для управления актуализацией локального хранилища кода web-приложения и данных, полученных с сервера, для обеспечения штатной автономной работы. Файл манифеста кэша предоставляет список всех ресурсов, к которым может обратиться web-приложение в течение того времени, когда нет сетевого подключения и пользователь работает автономно. Манифест сообщает браузеру, когда и что извлекать из автономного хранилища, когда пользоваться сетевыми ресурсами, а когда прибегать к резервному плану. Как только манифест загружается или обновляется, он запускает обновление объекта **Application Cache**. Использование кэш-интерфейса позволяет пользователю просматривать web-ресурсы в режиме *offline*, загружать их с высокой скоростью и уменьшать нагрузку на сервер, так как загружаются только измененные ресурсы. **Application Cache** позволяет разработчику указать, какие файлы браузер должен кэшировать и сделать доступными для автономных пользователей. Приложение будет загружаться и работать корректно, даже если пользователь обновит страницу без подключения к Интернету.

Последние компоненты способствуют повышению отказоустойчивости ИВК правоохранительных органов, так как позволяют осуществлять автоматическое аварийное резервирование вводимых пользователем данных, их восстановление на сервере, возможность установки на мобильное устройство пользователя, автономную работу и обновление клиентского программного агента, управление его конфигурацией с сервера ИВК.

Существующие web-приложения и web-интерфейсы к корпоративным базам и хранилищам данных, порталам можно модернизировать для придания им отказоустойчивых автономных web-клиентов. Предлагаемое решение базируется на создании функционально

насыщенных web-приложений с функциями резервирования данных и возможностью автономной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенное для ИВК правоохранительных органов решение позволяет повысить его отказоустойчивость, сделать возможным применение сотрудниками разнообразных мобильных устройств на различных платформах, оперативно работать сотрудникам с базами информации в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замятина Е.Б., Миков А.И., Михеев Р.А. Особенности моделирования распределенных информационных систем // Вестник Пермского университета. Серия «Математика. Механика. Информатика», 2013. – № 4. – С. 107-118.
2. Лобанов А.В., Сиренко В.Г. Проблема отказоустойчивости в сетевых информационных-управляющих системах // Образовательные ресурсы и технологии, 2014. – № 2(2). – С. 115-121.
3. Бухарин В.В., Дворянkin В.В., Карайчев С.Ю. Управление доступом к информационным ресурсам информационно-телекоммуникационной сети при обеспечении информационной безопасности // Информационные системы и технологии, 2014. – № 4(84). – С. 126-134.
4. Абакарова О.Г., Ирзаев Г.Х. Метод интегральной оценки качества информационных систем правоохранительных органов // Научное обозрение, 2014. – № 2. – С. 180-184.
5. Ирзаев Г.Х. Экспертный метод аудита безопасности информационных систем // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки, 2001. – Т. 1. – № 20. – С. 11-15.
6. Блох Д. Java. Эффективное программирование. – М.: Лори, 2014. – 310 с.
7. Нахавандипур В. iOS. Приемы программирования. – СПб.: Питер, 2014. – 832 с.
8. Berjon R., Faulkner S., Leithead T., Doyle Navara E., O'Connor E., Pfeiffer S., Hickson I. HTML5. A Vocabulary and Associated APIs for HTML and XHTML [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.w3.org/TR/html5/>.

Муслимова Фатима Наврузовна

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», Дагестан, г. Махачкала

Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика в юриспруденции»

Тел.: 8 928 789 09 76

E-mail: muslimovafn@mail.ru

F.N. MUSLIMOVA (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department «Applied Informatics in law»*)
Daghestan State Technical University, Daghestan, Makhachkala

IMPROVING FAULT-TOLERANT DISTRIBUTED INFORMATION AND COMPUTING SYSTEMS OF LAW ENFORCEMENT AGENCIES

The analysis of the problems of providing fault tolerance in a standard client-server organization of information and computing systems of law enforcement. Proposed a solution which is based on the approach described in the standard HTML5. Average Web-based application becomes an autonomous software agent with the ability to backup data input and battery life with the data obtained from the server information and computing system. It provides mobility, flexibility and fault tolerance solutions for a variety of mobile devices used by law enforcement officials.

Keywords: *information and computing system; law enforcement agencies; fault tolerance; mobile device; web-application; local data storage.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Zamyatina E.B., Mikov A.I., Mixeev R.A. Osobennosti modelirovaniya raspredelenny'x informacionny'x sistem // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Matematika. Mexanika. Informatika», 2013. – № 4. – S. 107-118.
2. Lobanov A.V., Sirenko V.G. Problema otkazoustojchivosti v setecentricheskix informacionno-upravlyayushhix sistemax // Obrazovatel'ny'e resursy' i texnologii, 2014. – № 2(2). – S. 115-121.
3. Buxarin V.V., Dvoryadkin V.V., Karajchev S.Yu. Upravlenie dostupom k informacionny'm resursam informacionno-telekommunikacionnoj seti pri obespechenii informacionnoj bezopasnosti // Informacionny'e sistemy' i texnologii, 2014. – № 4(84). – S. 126-134.
4. Abakarova O.G., Irzaev G.X. Metod integral'noj ocenki kachestva informacionny'x sistem pravooxranitel'ny'x organov // Nauchnoe obozrenie, 2014. – № 2. – S. 180-184.
5. Irzaev G.X. E'kspertny'j metod audita bezopasnosti informacionny'x sistem // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. Texnicheskie nauki, 2001. – T. 1. – № 20. – S. 11-15.
6. Blox D. Java. E'ffektivnoe programmirovaniye. – M.: Lori, 2014. – 310 s.
7. Naxavandipur V. iOS. Priemy' programmirovaniya. – SPb.: Piter, 2014. – 832 s.
8. Berjon R., Faulkner S., Leithead T., Doyle Navara E., O'Connor E., Pfeiffer S., Hickson I. HTML5. A Vocabulary and Associated APIs for HTML and XHTML [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.w3.org/TR/html5/>.

УДК 519.767.4(075.8)

П.Б. ХОРЕВ, А.В. ЛАРИОНОВА (ТАРЕЛИНА)

МЕТОД ОЦЕНКИ СОГЛАСОВАННОСТИ ТЕКСТА ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ СПАМА

Представлен метод оценки согласованности текста сообщения при фильтрации спама. Согласованность текста рассматривается как один из параметров, анализируемых спам-фильтром.

Ключевые слова: фильтрация спама; морфологический анализ текста; оценка согласованности текста.

ВВЕДЕНИЕ

В существующих средствах борьбы со спамом не учитываются морфологические признаки и особенности спам-сообщений, делается упор на поиск ключевых слов, идентифицирующих спам различными методами, оценивается массовость рассылки, корректность адреса отправителя и наличие его в публикуемых черных списках. Тем не менее, спам можно обнаруживать и по другим косвенным признакам (например, согласованность текста), что в совокупности с традиционными методами способно улучшить качество принятия решения о наличии спама в сообщении, уменьшив число ошибок первого и второго родов. В данной статье представлен метод фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети (ИНС), где одним из оцениваемых параметров является согласованность частей речи в предложении. Также предлагается метод морфологического анализа текста, выделяющий признак согласованности текста и позволяющий произвести его оценку для использования в спам-фильтре. Таким образом, научной задачей является разработка метода и средства фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети, а частными научными задачами исследования являются выделение и анализ признаков спам-сообщений, разработка методов и программных средств фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети. Научная новизна данного исследования состоит в том, что в качестве дополнительных признаков спам-сообщений предлагается оценивать морфологические особенности текста (например, согласованность текста), выявленные в процессе автоматического морфологического анализа текста сообщения.

ФИЛЬТРАЦИИ СПАМА НА ОСНОВЕ ИНС

Метод фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети, где одним из оцениваемых параметров является согласованность частей речи в предложении, то есть оцениваются морфологические признаки текста сообщения, был представлен в статье [1]. В нем также оцениваются такие параметры, как спамность сообщения (частотная величина встречаемости слов из спам-сообщений в анализируемых сообщениях), тематика текста (принадлежность текста к некоторой заданной категории возможных сообщений, где часть категорий считается основным источником спама) и величина ложных замен символов (изменение написания слов с целью обхода сигнатурных и байесовых фильтров). На рисунках 1 и 2 представлены структурная схема спам-фильтра, реализующего описанный метод фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети, и его декомпозиция.

На рисунке 1 изображена контекстная диаграмма спам-фильтра в соответствии с методологией IDEF0. Согласно поставленной задаче, основными функциями спам-фильтра являются анализ входящих сообщений и, в случае выявления в них спама, принятие решения о дальнейших действиях: удаление письма, перемещение в папку «спам» или уведомление

пользователя. Таким образом, обозначим единственную задачу как «защита от спама». Теперь определим входные и выходные данные, механизмы и управление. На вход спам-фильтра поступает текст сообщения, на выходе – решение о спама. Управление системой осуществляется с помощью обучения искусственной нейронной сети на обучающей выборке сообщений с целью классификации всех входящих сообщений на спам и обычные сообщения. Механизмы монитора системы и администрирования позволяют менять некоторые параметры системы, корректировать обучение и проверять сообщения на спам в ручном режиме (по требованию). Произведем структурную декомпозицию спам-фильтра, чтобы подробнее рассмотреть модули системы и их взаимодействие при решении поставленной задачи.

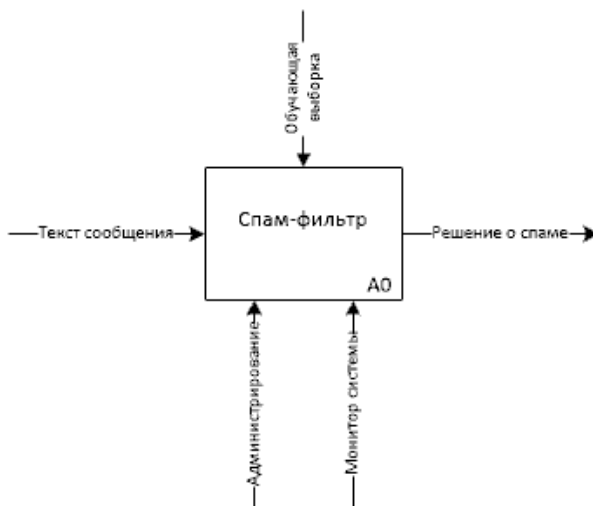


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма спам-фильтра

На рисунке 2 представлена декомпозиция контекстной диаграммы спам-фильтра (рис. 1). На первом уровне декомпозиции можно выделить два модуля: модуль выделения признаков из текста сообщения и нейронная сеть, которая анализирует эти признаки и принимает решение о спама. Модуль выделения признаков позволяет из исходного текста сообщения выделить кортеж из четырех признаков: коэффициент спамности, тематика, согласованность и число ложных замен символов. Признаки представлены числовым значением на отрезке $[0;1]$, при этом сами числовые значения вычисляются и нормализуются в модуле выделения признаков, подготавливая их для анализа искусственной нейронной сетью. Таким образом из текста извлекаются количественные признаки (коэффициент спамности, средняя согласованность текста, удельное число ложных замен символов в сообщении) и качественные (тематика), которые кодируются числами.

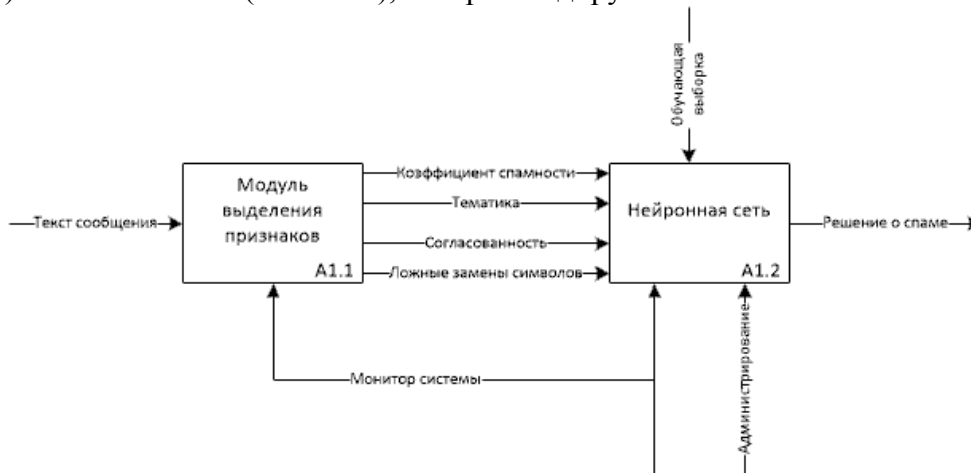


Рисунок 2 – Структурная декомпозиция контекстной диаграммы спам-фильтра

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕКСТА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЕГО СОГЛАСОВАННОСТИ

Рассмотрим морфологические особенности спам-сообщений, в частности, согласованность текста спам-сообщений. Большое количество спам-сообщений создается программами-генераторами спама. Причем такие программы для охвата большей аудитории переводят созданные спам-сообщения с исходного языка (например, английского) на другие языки. В результате для таких сообщений характерны ошибки с согласованием частей речи и неправильный порядок слов. Поэтому часть спам-сообщений можно выявить не только по сигнатурам, но и по слабой согласованности или отсутствию согласованности текста. Некоторые генераторы спам-сообщений для обхода сигнатурных фильтров встраивают спам в обычный текст. В этом случае также наблюдается уменьшение согласованности текста. Морфологический анализ позволяет выявить нарушение согласованности текста сообщения и оценить этот показатель численно, так как нейронная сеть в составе спам-фильтра оперирует числовыми векторами. Безусловно, при проверке текста на спам необходимо оценивать целый комплекс параметров, каждый из которых вносит свой вклад в оценку «спамности» текста. В данной статье подробно рассматривается метод оценки согласованности текста как одного из анализируемых спам-фильтром параметров.

Для морфологического анализа текста существуют два принципиально различных подхода:

- на основе словаря словоформ естественного языка или морфологического словаря (например, словарь А.А. Зализняка) [4, 5];
- на основе вероятностных морфологических моделей [5].

Первый подход предполагает наличие словаря, содержащего перечень словоформ, где каждой словоформе соответствует множество лексико-грамматических классов, которые могут иметься у данной словоформы. Главным преимуществом является возможность максимально полного морфологического анализа с выявлением всех морфологических признаков. Главным недостатком такого подхода является ограниченность самого словаря, который не может при морфологическом анализе учитывать жаргонизмы, сленг, многообразие имен собственных. Поэтому существует необходимость в постоянном пополнении словаря.

Также возникают задачи разрешения конфликтных ситуаций. Одной из таких ситуаций являются омонимичные словоформы, имеющие разные морфологические признаки (слово «мыла» может быть как глаголом «мыть» в прошедшем времени единственного числа женского рода, так и существительным «мыло» в родительном падеже единственного числа среднего рода), что требует дополнительного анализа контекста и эффективного поиска по словарю. Другой конфликтной ситуацией является принятие решения в случае отсутствия словоформы в словаре. Возможными решениями данной конфликтной ситуации являются поиск и исправление орфографических ошибок с повторным поиском морфологических признаков словоформы в словаре после исправления, пропуск неизвестной словоформы, запрос морфологических признаков для неизвестной словоформы у пользователя или морфологический анализ неизвестной словоформы другими средствами.

Второй подход предполагает построение моделей на основе размеченных текстов, которых должно быть достаточно для построения модели. Главной его особенностью является то, что модель позволяет произвести морфологический анализ любого слова без обращения к словарю с некой вероятностью, то есть данный подход допускает ошибки при морфологическом анализе, но позволяет с определенной точностью оценить слова, не встречающиеся в словарях: жаргонизмы, сленг, имена собственные. Основными проблемами при таком подходе являются ошибки первого и второго родов, связанные с коллизиями при морфологическом анализе, когда одно и то же слово примерно с равной долей вероятности может быть одной из нескольких частей речи с разными морфологическими признаками.

Здесь необходимо решить задачи уменьшения погрешности оценки морфологических признаков слова (увеличения точности оценки) и выбора из нескольких равновероятных вариантов морфологических признаков слова.

В связи с тем, что оба подхода обладают своими преимуществами и недостатками, для нивелирования недостатков при автоматизированном морфологическом анализе слова используют комбинацию обоих подходов, где морфологический анализ производится при помощи одного из подходов, а конфликтные и неопределенные ситуации разрешаются при помощи другого подхода.

Поскольку для задачи фильтрации спама необходимо оценивать текст на наличие в нем признаков спама, наличие словаря, содержащего наиболее характерные слова для спама, прекрасно подходит для автоматического морфологического анализа первым способом. В этом случае словарь можно представить таблицей со столбцами, содержащими слово, коэффициент «спамности», морфологические признаки слова (часть речи, число, склонение, род). Для удобства автоматического анализа перечисление морфологических признаков кодируется числами. Например, части речи кодируются так: 0 – не определено, 1 – существительное, 2 – глагол, 3 – прилагательное, 4 – наречие, 5 – числительное, 6 – местоимение, 7 – союз, 8 – предлог, 9 – частица или междометие.

Поскольку словарь ограничен определенным набором слов, то возникают ситуации, когда необходимо провести морфологический анализ слова, которого нет в словаре. В этом случае словарь либо пополняется вручную специалистом-лингвистом, который указывает все необходимые признаки слова, либо происходит оценка по вероятностной модели. Вместо постоянного пополнения словаря используется морфологический анализ морфем [3]: в слове выделяются корневые и аффиксальные морфемы (в нашем случае префиксы и флексии) по заданному словарю морфем, который для русского языка конечен.

Поскольку морфемы выполняют функции словообразования и формообразования, они также способны морфологически характеризовать слово, в котором они присутствуют. Некоторые морфемы (например, флексии «-ут», «-ют») позволяют однозначно определить часть речи (глагол), другие морфемы позволяют это сделать лишь с определенной вероятностью (флексия «-ой» чаще всего встречается у прилагательного единственного числа мужского рода в именительном падеже – «большой» – либо реже у существительного единственного числа первого склонения женского рода в творительном падеже – «зимой»). При совокупном анализе основы слова и префикса в ее составе, а также флексии, уточняются морфологические признаки слова, где побеждают наиболее вероятные морфологические признаки, характерные для данных морфем.

Для повышения качества подобной вероятностной модели морфологического анализа слова на основе его морфем необходимо выписать все морфемы, характерные для данного языка, произвести первоначальную экспертную оценку вероятности появления набора морфологических признаков для каждой морфемы, а затем провести ее коррекцию на основе статистического анализа большого текста, который уже прошел морфологический анализ с выделением морфем, где для каждой морфемы строится график частоты вхождения набора морфологических признаков. Полученные статистические данные закладываются в основу вероятностной модели. Существует вероятность, что статистический анализ большого текста может недостаточно репрезентативно представлять некоторые морфемы и их морфологические признаки. Именно поэтому необходима первоначальная экспертная оценка морфем, которая корректируется статистическими данными в случае, когда морфема имеет вероятностную оценку, полученную как в ходе экспертного анализа, так и статистического.

ОЦЕНКА СОГЛАСОВАННОСТИ ТЕКСТА

После проведения морфологического анализа текста можно перейти к оценке его согласованности, которая оценивается по согласованию формы зависимого слова с главным

словом в словосочетании. Соответственно, сначала необходимо выделить словосочетания, входящие в предложение. Затем выделить главное и зависимое слова, после чего необходимо сравнить наборы морфологических признаков двух слов. Для удобства такие словосочетания необходимо разделить на виды: 0 – не определено, 1 – сказуемое и подлежащее (глагол и существительное или местоимение), 2 – определение и дополнение (прилагательное или числительное и существительное или местоимение), 3 – обстоятельство и сказуемое (наречие и глагол), 4 – дополнение и сказуемое (глагол и существительное).

В каждом типе сочетания должны согласовываться свои наборы признаков: по родам и числам для первого типа словосочетания, по родам, числам и падежам для второго типа и так далее. Для некоторых типов словосочетаний согласование необязательно, такие словосочетания не учитываются. Если найдены согласованные словосочетания, то у предложения увеличивается коэффициент согласованности, равный числу согласованных словосочетаний к общему числу словосочетаний. Для всего текста вычисляется среднее арифметическое от коэффициентов согласованности предложений.

Далее коэффициент согласованности текста передается на анализ в нейронную сеть спам-фильтра в качестве одного из параметров рассматриваемого сообщения. Чем ближе значение коэффициента согласованности к 0,5, тем выше вероятность того, что текст содержит спам, исходя из гипотезы об автоматическом формировании спама, который либо переводится с иностранного языка на русский, либо внедряется в обычный текст с целью обхода спам-фильтров на основе сигнатур и байесового метода фильтрации.

При использовании данного подхода к оценке согласованности текста возможны ложные срабатывания спам-фильтра в случае, если текст не содержит спам, но написан с большим числом ошибок в согласовании частей речи. Во избежание подобных ошибок в нейронную сеть описываемого спам-фильтра передаются и другие параметры (коэффициент «спамности», тематика текста, число ложных замен символов). При этом нейронная сеть обучается на выборке, которая учитывает взаимное влияние параметров на общую оценку текста, и в случае, если согласованность текста и коэффициент «спамности» текста низкие, а тематика текста и удельная величина ложных замен ниже среднего, то текст не считается спамом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье и в статьях [1, 2] авторы представили метод фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети (ИНС), где одним из оцениваемых параметров является согласованность частей речи в предложении. Также предложен метод морфологического анализа текста, выделяющий признак согласованности текста и позволяющий произвести его оценку для использования в спам-фильтре. Произведено обоснование целесообразности использования оценки согласованности текста при решении задачи фильтрации спама, а также уточнено влияние данной оценки при совокупном анализе входных параметров текста при использовании метода фильтрации спама на основе искусственной нейронной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарелина А.В. Метод фильтрации спама на основе нейросетевой технологии // «Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии», 2013. – № 1. – С. 91-96.
2. Тарелина А.В. Оценка эффективности метода фильтрации спама на основе ИНС // «Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии», 2014. – № 1. – С. 95-102.
3. Милославский И.Г. Краткая практическая грамматика русского языка. – М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 284 с.

4. Зализняк А.А. Грамматический словарь русского языка. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2010. – 800 с.
5. Библиотека Strutext обработки текстов на C++ – реализация лексического уровня [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/242173>.

Хорев Павел Борисович

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва
Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Прикладная математика»

Ларионова (Тарелина) Анна Владимировна

ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет», г. Москва
Аспирант кафедры «Информационная безопасность и программная инженерия»
E-mail: tarelo4ka76@mail.ru

*P.B. XOREV (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department «Applied Mathematics»)*

*A.V. LARIONOVA (TARELINA) (Post-graduate Student of the Department «Information Security
and Program Engineering»)
Russian State Social University, Moscow*

METHOD OF TEXT COHERENCE EVALUATION FOR SPAM FILTERING

There described method of text coherence evaluation for spam filtering. Text coherence is described as one of the parameters analyzed by spam filter.

Keywords: *spam filtering; morphology text analysis; evaluation of text coherence.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Tarelina A.V. Metod fil'tracii spama na osnove nejrosetevoj tehnologii // «Sovremenny'e problemy' informacionnoj bezopasnosti i programmnoj inzhenerii», 2013. – № 1. – S. 91-96.
2. Tarelina A.V. Ocenka e'ffektivnosti metoda fil'tracii spama na osnove INS // «Sovremenny'e problemy' informacionnoj bezopasnosti i programmnoj inzhenerii», 2014. – № 1. – S. 95-102.
3. Miloslavskij I.G. Kratkaya prakticheskaya grammatika russkogo yazyka. – М.: LIBROKOM, 2010. – 284 s.
4. Zaliznyak A.A. Grammaticheskij slovar' russkogo yazyka. – М.: AST-Press Kniga, 2010. – 800 s.
5. Biblioteka Strutext obrabotki tekstov na C++ – realizaciya leksicheskogo urovnya [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/242173>.

УДК 681.142.7

В.Ф. МАКАРОВ

ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ СЕТЕВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются вопросы применения различных систем ортогональных функций и полиномов в качестве математических моделей множества ортогональных сигналов и построения на их основе ортогональных кодов. Отличительной особенностью теоретических положений ортогонального кодирования является устойчивость ортогонального множества к разрушающему воздействию различного рода помех с одновременной устойчивостью к несанкционированному восприятию и распознаванию.

Ключевые слова: *кусочно-постоянные ортогональные функции; ортогональные ряды и полиномы; знаковые устройства умножения; функция корреляции; устойчивость к несанкционированному распознаванию; методы распознавания ортогональных кодов.*

Возрастающая роль компьютеризации всех сфер человеческой деятельности приводит к интенсификации процесса внедрения информационно-вычислительной техники, новых информационных технологий в социальную, правоохранительную, оборонную и экономическую структуры управления и производства. Создание и эксплуатация распределенных информационных систем на базе сетей ЭВМ, их интеллектуализация, разработка методологических, методических и технологических основ построения систем поддержки подготовки и принятия решений непосредственно связано и во многом зависит от эффективности функционирования специальных средств, методов и мероприятий с целью предотвращения несанкционированного доступа и обеспечения надежной защиты информации от преднамеренного или случайного разрушения и искажения.

Анализ систем защиты информации в автоматизированных комплексах обработки данных показал, что разрабатывались и разрабатываются на основе двух самостоятельно развивающихся направлений:

1. Защита информации от несанкционированного доступа и преднамеренного разрушения или искажения.
2. Обеспечение требуемой достоверности передачи и приема данных в каналах связи.

Такой подход не позволяет решать задачи защиты информации комплексно, т.к. в большинстве случаев эти два направления разрабатываются независимо и зачастую впоследствии вступают между собой в противоречие. Так, например, защита информации от несанкционированного восприятия и распознавания методом «зашумляющего» ключа приводит к необходимости ввода синдрома в сам «зашумляющий» ключ, чтобы он был прозрачен для апперцептивного распознавания и в то же время был устойчивым к искажающему воздействию различного рода помех.

Актуальность развития первого направления определяется резким ростом правонарушений в компьютерных технологиях, связанных с обеспечением предпринимательской, экономической, торговой, транспортной и иных видов деятельности, связанных с ведением и перераспределением материальных благ. На основании исследований, проведенных Стенфордским институтом (США), было сделано заключение, что, несмотря на принимаемые меры от несанкционированного проникновения в банки данных, злоумышленные действия приняли массовый характер, при этом 85% случаев несанкционированного проникновения вообще остаются нераскрытыми. Так, на момент

обследования общее количество зарегистрированных проникновений в информационно-вычислительные комплексы только правительственных учреждений составило 450 случаев, общий ущерб от несанкционированного воздействия составил свыше 200 млн долларов. Особый размах получили преступления в системах обработки данных, обслуживающих банковские и торговые учреждения. Каждое такое проникновение наносит ущерб от 100 тысяч до 1,5 млн долларов. Концептуальный подход к построению системы защиты информации в автоматизированных комплексах позволил определить основные пути и методы разработки проблемы защиты информации. Однако все они базируются на построении последовательных двоичных кодовых комбинаций, устойчивых к несанкционированному воздействию. Вопросы же использования широкополосных сигналов, построенных на основе различных систем ортогональных функций или полиномов и позволяющих осуществлять обмен информацией с помощью параллельных кодовых комбинаций, не нашли своего теоретического и прикладного отражения в разработке комплексных методов защиты данных, одновременно устойчивых как к несанкционированному восприятию и распознаванию, так и к воздействию различного рода помех, действующих в каналах связи.

Рассматривая проблему защиты информации с позиций методологической парадигмы, можно предположить, что существует множество решений задач, реализующих как функции защиты компьютерных данных от несанкционированного доступа и преднамеренного разрушения, так и функции устойчивости к воздействию различного рода помех, действующих в каналах теледоступа к вычислительным ресурсам.

Для построения помехоустойчивых систем передачи информации в теории и практике помехоустойчивого кодирования и помехозащищенной обработки информации используются различного рода избыточные коды с оптимальной обработкой их приемными корреляционными устройствами. Однако, чем больше избыточность последовательных кодовых комбинаций, тем меньше скорость обмена информацией в системах передачи данных.

Для устранения указанного недостатка и упрощения схемной реализации предлагается в качестве носителей информации использовать параллельные ортогональные коды, математическими моделями которых являются непрерывные или кусочно-постоянные ортогональные функции или полиномы. Такие параллельные ортогональные кодовые комбинации относятся к классу шумоподобных сигналов, устойчивых как к искажающему влиянию помех, так и к несанкционированному восприятию и распознаванию. Кроме того, оптимальная обработка ортогональных кодовых комбинаций приемными корреляционными устройствами максимизирует выходное соотношение сигнал/помеха, т.е. происходит идеальная по В.А. Котельникову обработка их многоканальными устройствами разделения.

Так как при построении многоканальных систем передачи данных с параллельными ортогональными кодами по сравнению с системами, использующими временные методы уплотнения и разделения, увеличение разрядности кодовых комбинаций не приводит к увеличению времени их передачи, приема и обработки приемными устройствами восприятия и распознавания.

Теория построения систем защиты информации с использованием ортогональных кодов, математическими моделями которых являются множества ортогональных функций или полиномов, включает в себя синтез алгоритмов построения и обработки сложных составных параллельных ортогональных сигналов, разработку основ их восприятия и распознавания при концептуальном и апперцептивном подходах, спектральную оценку канальных ортогональных сигналов и суммарных параллельных ортогональных кодов, элементами кодовых комбинаций которых являются ортогональные сигналы, с целью выявления ограничений и точности их воспроизведения канальными корреляционными

устройствами, оценку устойчивости к воздействию различного рода помех, действующих в каналах связи, и к несанкционированному восприятию и распознаванию.

Целью и задачей предлагаемой работы является построение теории защиты информации в автоматизированных комплексах с использованием параллельных ортогональных кодов в системах теледоступа, элементами которых являются ортогональные сигналы, построенные на основе разрешенных множеств кусочно-постоянных или непрерывных ортогональных функций или полиномов, и практической реализации основных теоретических положений в системах теледоступа к вычислительным ресурсам. Основным достоинством методов помехоустойчивого кодирования является обнаружение и исправление ошибок, возникающих за счет воздействия помех в кодовых комбинациях. Эта возможность обнаружения и исправления ошибок достигается за счет введения избыточности при построении кодовых таблиц. Причем ошибки могут обнаруживаться и исправляться только лишь в пределах, ограниченных корректирующей способностью кода.

Одним из методов уплотнения и разделения канальных сигналов и отдельных элементов ортогональных кодов, позволяющих не только устранять избыточность, но и обеспечивать высокую достоверность обработки информации, является применение ортогональных кодов с последующей обработкой их приемными корреляционными устройствами. По своей структуре такие сигналы относятся к сложным составным сигналам, база которых много больше единицы ($B=F*T \gg 1$) и которые являются разновидностью шумоподобных сигналов.

При построении систем теледоступа к вычислительным ресурсам, использующим ортогональные коды, математическими элементами которых являются множества различных ортогональных кусочно-постоянных или непрерывных ортогональных функций или полиномов, необходимо создать базис первообразных ортогональных функций или полиномов. Известно, что при построении многоканальных систем передачи данных с уплотнением и разделением канальных сигналов по форме применяются различные ортогональные кодовые последовательности, построенные на основе ортогональных функций или полиномов Лежандра, Чебышева, Лагерра, Эрмита, Якоби, Бесселя, Гегенбауэра, Радемахера, Хаара, Уолша. Из всех перечисленных функций и полиномов необходимо выбрать только те, которые наиболее эффективны для образования канальных сигналов или отдельных элементов кодовых комбинаций.

Так, полиномы Лагерра и Эрмита ортогональны на интервале $-\infty \dots +\infty$ и $0 \dots +\infty$ и ограничение периода передачи сообщений связано с нарушением ортогональности, а, следовательно, и с появлением взаимовлияния канальных сигналов.

Функции Гегенбауэра и Якоби удовлетворяют условию конечных пределов ортогональности, но их техническая реализация связана со значительными сложностями. Функции Бесселя первого и второго родов не полностью ортогональны и их применение также связано с появлением ошибок за счет взаимовлияния.

Наиболее приемлемыми функциями в качестве сигналообразующих являются ортогональные полиномы Чебышева и Лежандра и ортогональные функции Радемахера и Уолша. Однако техническая и программная реализации сигналов, математическими моделями которых являются ортогональные полиномы Чебышева и Лежандра, также затруднительны из-за применения в передающих и приемных устройствах сложных аналоговых устройств умножения.

Наиболее приемлемыми для построения ортогональных сигналов и ортогональных кодов являются ортогональные функции Радемахера и Уолша. Однако при выборе тех или иных ортогональных функций и полиномов в качестве математических моделей ортогональных сигналов и ортогональных кодов при построении систем теледоступа к вычислительным ресурсам необходимо руководствоваться не только степенью сложности их

реализации, но также и степень подверженности таких сигналов различному виду помех, а также к несанкционированному восприятию и распознаванию.

Внешними возмущающими воздействиями являются импульсные и флуктуационные помехи, помехи типа «пакет», помехи, сосредоточенные по спектру или по времени. Наиболее устойчивыми сигналами к воздействию помех будут такие сигналы, у которых степень соответствия с помехами будет минимальной. Так, для случая импульсных помех, преобладающих в каналах теледоступа, такую оценку можно производить по коэффициентам аппроксимации реакции линии связи на ударное возбуждения от импульсных помех. В этом случае реакция линии связи на ударное возбуждение может быть выражена линейной комбинацией взаимно ортогональных функций, если последние образуют полный базис.

Для тех функций, у которых при одинаковом числе членов суммы аппроксимирующего ряда коэффициенты аппроксимации будут минимальными, соответствие между функциями, описывающими информационные сигналы и помехи, также будет минимальным. Следовательно, и сигналы, описываемые этими ортогональными функциями, будут наиболее устойчивыми к разрушающему воздействию помех.

$$\beta = \frac{\int_0^T U_n(t) * U_c(t) dt}{\int_0^T U_c^2(t) dt}, \quad (1)$$

где $U_n(t)$ – система ортогональных функций, описывающих помеху; $U_c(t)$ – система ортогональных функций, описывающих полезный сигнал.

Анализ существующих методов организации системы теледоступа к вычислительным ресурсам показал, что они используют в основном временное уплотнение и разделение канальных сигналов, которое по достоверности проигрывает иным способам многоканальной передачи данных. В этом плане наиболее перспективным является организация теледоступа с уплотнением и разделением канальных сигналов по форме, в которой в качестве канальных сигналов используются ортогональные коды, построенные на основе ортогональных функций Уолша, в совокупности с оптимальной обработкой их в приемных корреляционных устройствах.

Организация системы теледоступа к вычислительным ресурсам с уплотнением и разделением канальных сигналов по форме, математическими моделями которых является множество кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша до недавнего времени, как это отмечалось в работах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области теории кодирования [1], была направлена на моделирование классических ортогональных множеств.

В научно-исследовательских разработках профессора В.Ф. Макарова отмечалось [2-4], что для построения множества ортогональных сигналов, математическими моделями которых являются множества кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша, необходимо использовать знаковые устройства умножения. Было доказано, что формирование полного множества кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша основывается на подмножестве кусочно-постоянных ортогональных функций Радемахера. В этом случае базисными ортогональными функциями являются кусочно-постоянные ортогональные функции Радемахера, которые определяются как ортогональные функции полного множества Уолша с номерами $i=2^n$ и пределами изменений -1 или +1. Для примера 32-канальной системы теледоступа базисными ортогональными функциями Радемахера для построения полного множества ортогональных функций Уолша будут являться $Y_1, Y_2, Y_4, Y_8, Y_{16}, Y_{32}$. Остальные ортогональные функции Уолша образуются в результате перемножения базисных функций Радемахера, например:

практике автором реализована система теледоступа, передающая в едином временном интервале одновременно пятнадцать семантических символов естественного алфавита.

Для случая передачи слова «код» сложный составной суммарный сигнал будет определен так:

$$\sum Y_i \rightarrow -3; -3; -5; -1; -3; 1; -1; 7; 1; 1; -1; 3; 1; -3; 3; 3; 3; -3; 1; -1; -5; -3; -3; -5; -5; -3; 1; -1; 3; 5; 13.$$

На рисунке 1 представлена форма сложного составного суммарного сигнала, отображающего Windows-код слова «код» в ортогональном базисе. В этом случае функция отображения сложного составного суммарного сигнала однозначно определяет параллельный кодовую комбинацию слова «код».

Таким образом, произошло преобразование параллельного кода вычислительного комплекса в ортогональное множество, его основы – в формирование формы составного сигнала, отображающее множество передаваемых символов естественного алфавита в одном временном интервале.

По данному направлению Макаровым В.Ф. получено 12 авторских свидетельств и патентов на изобретения, зарегистрированных в Государственных реестрах по делам изобретений и открытий Советского Союза и Российской Федерации.

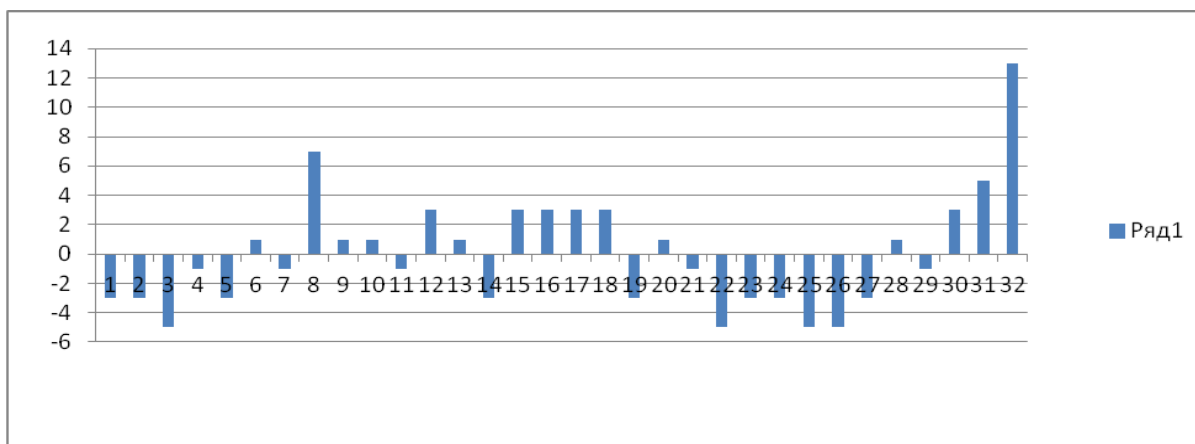


Рисунок 1 – Гистограмма формы сложного составного многоуровневого суммарного сигнала, отображающего слово «код»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров В.Ф., Нечаев Д.Ю. Методы защиты информационной инфраструктуры экономических систем: монография. – М., 12,25 п.л. – УДК 681.142.7. 2011.
2. Макаров В.Ф., Рогова Н.А. Специальные сигналы в системах передачи информации // Информационная безопасность и связь. Труды международной научно-технической конференции «ТЕРСКОЛ». – Кубанский институт информационной защиты, 2012. – С. 11-27.
3. Макаров В.Ф. Устройство для приема телевизионных сигналов // Патент на изобретение №2144741. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 20.01.2000.
4. Макаров В.Ф. Устройство для передачи телевизионных сигналов // Патент на изобретение №2131646. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.06.1999.

Макаров Валерий Фёдорович

Академия управления Министерства внутренних дел России, г. Москва

Доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные технологии в управлении»

V.F. MAKAROV (*Doctor of Engineering Sciences,
Professor of the Department «Information Technology in Management»
Academy of management of Russian Interior Ministry, Moscow*)

**ORTHOGONAL TRANSFORMATIONS IN SYSTEMS OF INFORMATION SECURITY OF
NETWORK COMPUTER TECHNOLOGIES**

In article questions of use of various systems of orthogonal functions and polynoms as mathematical models of a set of orthogonal signals and construction on their basis of orthogonal codes are considered. Distinctive feature of theoretical provisions of orthogonal coding is resistance of an orthogonal set to the destroying different influence of hindrances with simultaneous unauthorized perception resistance and recognition.

Keywords: *piecewise constant orthogonal functions; orthogonal series and polynomials; sign multipliers; correlation function; resistance to unauthorized recognition; pattern recognition methods of orthogonal codes.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Makarov V.F., Nechaev D.Yu. *Metody' zashhity' informacionnoj infrastruktury' e'konomicheskix sistem: monografiya.* – M., 12,25 p.l. – UDK 681.142.7. 2011.
2. Makarov V.F., Rogova N.A. *Special'ny'e signaly' v sistemax peredachi informacii // Informacionnaya bezopasnost' i svyaz'. Trudy' mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii «TERSKOL».* – Kubanskij institut informacionnoj zashhity', 2012. – S. 11-27.
3. Makarov V.F. *Ustrojstvo dlya priema televizionny'x signalov // Patent na izobretenie №2144741. Zaregistririvan v Gosudarstvennom reestre izobretenij RF 20.01.2000.*
4. Makarov V.F. *Ustrojstvo dlya peredachi televizionny'x signalov // Patent na izobretenie №2131646. Zaregistririvan v Gosudarstvennom reestre izobretenij RF 10.06.1999.*

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Обоснована актуальность обеспечения целостности информации в корпоративной сети предприятия. Проанализирована типовая структура корпоративной сети предприятия, выделены субъекты и объекты информационного взаимодействия, а также наиболее критичные элементы. Составлено дерево угроз нарушения целостности в корпоративной сети. Выделены основные средства и механизмы обеспечения целостности информации в корпоративной сети и определены критерии их оценки. Предложен подход к выбору состава подсистемы обеспечения целостности информации в КС сети предприятия. Составлена формальная модель, описывающая процедуру выбора рационального состава средств обеспечения целостности информации в КС на основе оценки эффективности каждого средства.

Ключевые слова: корпоративная сеть; целостность информации; информационная безопасность.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время деятельность любого предприятия невозможно представить без использования автоматизированных систем обработки, хранения и передачи информации. Как правило, роль подобных средств выполняют корпоративные сети (КС) предприятий.

Поскольку задачами КС предприятия являются обработка, хранение и передача информации, которая является основой для реализации бизнес-процессов предприятия, то от качества представления и безопасности информации, обрабатываемой в КС, будет зависеть и успешность деятельности предприятия. Следовательно, такие проблемы, как несанкционированное изменение, искажение целостности информации в КС предприятия вследствие некоторого воздействия дестабилизирующих факторов и угроз, часто влекут за собой ущерб материального и нематериального характера, а в некоторых случаях могут привести к полному прекращению деятельности предприятия. Кроме того, в зависимости от вида обрабатываемой в КС информации и уровня ее конфиденциальности федеральным законодательством и нормативно-методическими документами [1] предъявляется ряд требований к подсистеме обеспечения и контроля целостности информации. Поэтому возникает необходимость в использовании методов обеспечения и контроля целостности информации в КС предприятий различного уровня.

АНАЛИЗ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Анализ литературных источников [2] показывает, что КС в зависимости от уровня и масштабов предприятия является территориально распределенной, объединяющей большие офисы и удаленные филиалы предприятий. Часто узлы КС оказываются расположенными в различных городах, некоторые КС предприятия используют удаленную работу за границей. В структуру КС предприятия могут входить аппаратные и программные средства, обеспечивающие связь компонентов корпоративной сети. Данные, передающиеся через сеть Интернет, имеют свой отведенный канал, при передаче информации по которому возникает необходимость обеспечивать и контролировать безопасность данных на отдельных компонентах.

Модель типовой КС предприятия представлена на рисунке 1 и включает в себя следующие типовые элементы физической структуры:

- сервера АРМ-пользователей;

- сетевое оборудование (концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы);
- удаленные устройства;
- каналы связи;

В качестве субъектов, использующих данные элементы для реализации бизнес-процессов предприятия, выступают:

- пользователи-сотрудники предприятия;
- пользователи-клиенты и партнеры предприятия;
- системные администраторы и администраторы безопасности.

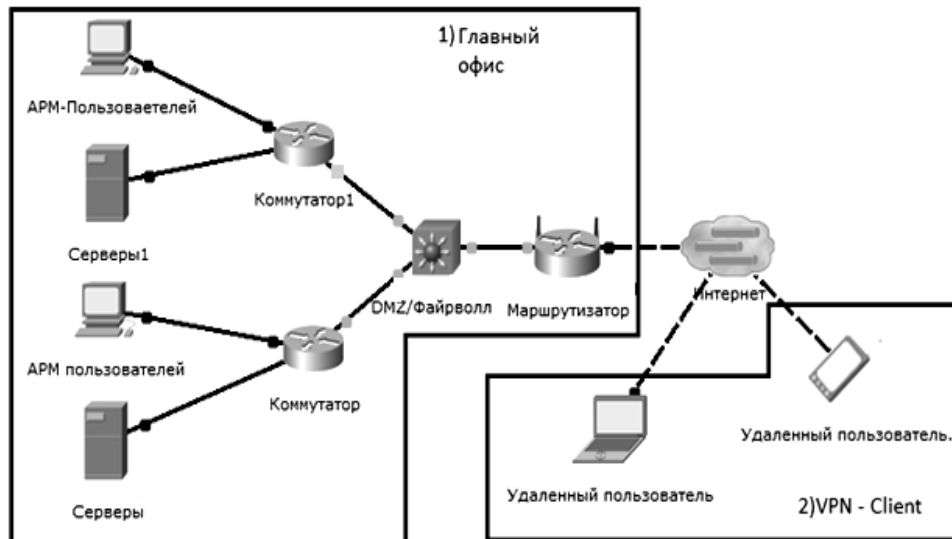


Рисунок 1 – Модель типовой корпоративной сети

Проведенный анализ литературных источников [1, 5], а также элементов структуры КС предприятия позволяет выделить следующие объекты и данные, которые требуют тщательного контроля целостности:

1. Объекты:

- отдельные области памяти;
- двоичное содержание логических и физических дисков;
- реестр;
- файлы пользователей;
- базы данных (БД).

2. Данные:

- массив данных;
- размер данных;
- список контроля доступа;
- файловые атрибуты;
- атрибуты ядра операционной системы;
- идентификаторы.

При этом каждый из выделенных объектов и данных имеет свои особенности, структуру и специфику использования в КС, которые оказывают непосредственное влияние на выбор метода обеспечения и контроля целостности. Следовательно, для выбора наиболее рационального и эффективного метода необходимо провести оценку его эффективности с учетом особенностей выделенных объектов и данных КС, а также требований нормативно-методической документации, предъявляемых к подсистеме контроля целостности информации на предприятии.

УГРОЗЫ НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Под угрозой нарушения целостности информации понимается совокупность условий и факторов, создающих реальную или потенциальную опасность нарушения целостности информации.

На основании проведенного анализа КС предприятия, информации и объектов, целостность которых необходимо обеспечивать в КС предприятия, выделены следующие наиболее характерные для объектов КС угрозы нарушения целостности информации:

- 1) действие вредоносного программного обеспечения;
- 2) случайное изменение данных пользователем;
- 3) несанкционированная модификация информации злоумышленником;
- 4) фальсификация данных;
- 5) сбои и ошибки программного и аппаратного обеспечения КС.

Связь между угрозами и объектами КС предприятия представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Дерево угроз нарушения целостности информации в КС предприятия

При этом данные угрозы по характеру возникновения могут быть разделены на случайные, возникшие вследствие сбоя в аппаратуре или программном обеспечении или вследствие ошибок пользователей КС, и целенаправленные, возникшие в результате действий злоумышленников (как внутренних, так и внешних).

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В КС ПРЕДПРИЯТИЯ

Для противодействия угрозам нарушения целостности информации в КС предприятия, как показывает практика, применяется комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение и контроль целостности. В соответствии с [2-4] в качестве основных мероприятий выделяют следующие:

1. Введение и настройка списков разрешенных и запрещенных устройств в КС предприятия.

2. Введение разрешений и запретов на установку стороннего программного обеспечения в КС предприятия.
3. Применение сертифицированных ФСТЭК программно-аппаратных комплексов защиты информации для серверов, АРМ-пользователей.
4. Постоянный мониторинг и анализ уязвимостей в целях их закрытия.
5. Защита от несанкционированного изменения кода в программах и операционных системах
6. Защита и контроль беспроводных устройств.
7. Своевременное резервное копирование и восстановление данных.
8. Знакомство сотрудников с политикой безопасности предприятия, оценка навыков по безопасности, проведение необходимых тренингов.
9. Применение безопасной настройки межсетевых устройств.
10. Ограничение и контроль сетевых внешних подключений.
11. Анализ отчетов об авторизованных пользователях в Сети.
12. Защита сетевого периметра организации.
13. Контроль минимизации полномочий в КС предприятия.
14. Организация предпринимаемых мер на инцидент.
15. Использование тестов на проникновение.
16. Создание изолированных программных сред.
17. Регулярное обновление информации о контрольных суммах файлов.
18. Использование электронных подписей.

Каждый из приведенных методов имеет свои особенности, стоимость и сложность реализации, объем затрачиваемых ресурсов и время внедрения, следовательно, для того, чтобы определить, какой из данных методов, а может, и их сочетание будет наиболее эффективным при обеспечении целостности в КС предприятия, необходимо провести их оценку.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ

Для выбора наиболее рационального, исходя из каждой конкретной ситуации, метода обеспечения целостности, необходимо провести его оценку по различным группам критериев, которые бы учитывали как особенности реализации самих методов обеспечения целостности, так и специфику КС предприятия, а также требования регуляторов.

Авторами при оценке эффективности механизмов обеспечения целостности предлагается использовать следующие критерии:

1. Надежность механизма обеспечения целостности.
2. Затраты на внедрение и сопровождение механизма обеспечения целостности.
3. Время, затрачиваемое на внедрение механизма обеспечения целостности.
4. Совместимость механизмов обеспечения целостности в КС предприятия.
5. Сложность реализации механизма.
6. Стабильность функционирования механизма в КС предприятия.
7. Отзывчивость систем в КС предприятия.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Любая КС предприятия может быть представлена как множество объектов, которые связаны между собой определенными отношениями. На состояние данных объектов КС могут оказывать влияние другие сущности, например, угрозы нарушения безопасности

информации или методы обеспечения целостности. Формально данные сущности, составляющие модель КС-MCN, можно представить в виде следующего кортежа множеств:

$$MCN = \langle O, D, T, R, L \rangle, \quad (1)$$

где O – множество объектов КС, целостность которых необходимо обеспечивать; D – множество методов обеспечения целостности в КС предприятия, каждый метод; T – множество угроз нарушения целостности информации в КС предприятия; R – множество, используемых критериев оценки метода обеспечения целостности; L – множество ограничений на стоимость и время задаваемых предприятием.

Эффективность D_k^{ef} каждого метода обеспечения целостности $\forall D_k \in D | k = 1..cd$, где cd – количество методов обеспечения целостности, зависит от набора объектов в КС предприятия, актуальной модели угроз и с учетом формулы 1. Она описывается в виде функции $F(O, T, R)$ (2):

$$D_k^{ef} = F(O, T, R) = \sum_{i=1}^m X_i, \quad (2)$$

где X_i – значение i -го критерия оценки эффективности для каждого метода обеспечения целостности D_k , $m = 6$ – количество критериев оценки.

Значение каждого элемента X_i вектора оценок критериев эффективности $X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$, определяется по формуле (3):

$$X_i = K_i R_i^{use} \left(\sum_{j=1}^n O_j + \sum_{l=1}^t T_l \right), \quad (3)$$

где $K_i \in [0,1]$ – коэффициент значимости каждого из критериев оценки, который удовлетворяет условию нормировки $\sum_{i=1}^m K_i = 1$; n – количество объектов в КС предприятия, целостность которых необходимо обеспечивать; t – количество угроз.

Поскольку при оценке различных методов обеспечения целостности, которые могут использоваться в КС предприятия, не всегда нужно применять все критерии, входящие в обобщенный показатель эффективности, то для каждого критерия оценки R_k из множества критериев оценки R вводится показатель использования R_i^{use} , который принимает значения в соответствии со следующим правилом:

$$R_i^{use} = \begin{cases} 1, & \text{если } R_i \text{ критерий учитывается при оценки} \\ 0, & \text{если } R_i \text{ критерий не учитывается при оценки} \end{cases}$$

Элементы множества угроз нарушения целостности принимают значения $T \in [0,1]$ в соответствии со следующим правилом:

$$T_l = \begin{cases} 1, & \text{если } l \text{ угроза закрывается механизмом} \\ 0, & \text{если } l \text{ угроза не закрывается механизмом} \end{cases}$$

Для каждого объекта O_j из множества объектов КС верно следующее:

$$O_j = \begin{cases} 1, & \text{если } j \text{ объект входит в состав КС} \\ 0, & \text{если } j \text{ объект не входит в состав КС} \end{cases}$$

После оценки обеспечения целостности каждого из механизмов и расчета их обобщенных показателей эффективности выбираются те, которые имеют значение, большее установленной минимальной границы D_{min}^{ef} .

$$D_{mech}^{ef} = D_{mech}^{ef} \cup \{ D_k \in D | D_k^{ef} > D_{min}^{ef} \}.$$

Из сформированного множества наиболее эффективных механизмов D_{mech}^{ef} формируется группа рекомендованных механизмов обеспечения целостности

информации в КС предприятия D_{mech}^{Recom} , которые удовлетворяют заданным предприятием ограничениям на общую стоимость $Cost_{max}$ и время внедрения $Time_{max}$.

Для автоматизации предложенного подхода была разработана программа оценки эффективности механизмов обеспечения целостности информации в КС и выбора их наиболее рационального состава. Интерфейс программы представлен на рисунке 3.

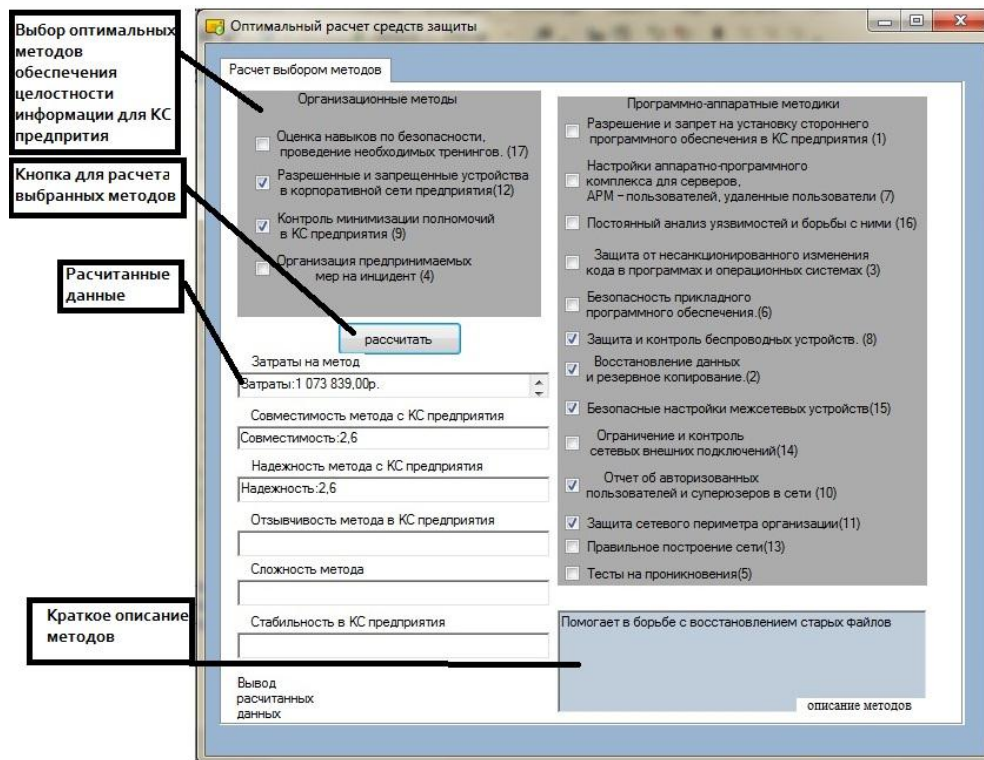


Рисунок 3 – Пользовательский интерфейс программы выбора рационального состава подсистемы обеспечения целостности в КС

ВЫВОДЫ

Практическая значимость программного комплекса заключается в том, что он может использоваться в процессе обучения студентов в качестве стенда-макета на лабораторном практикуме и на предприятии при формировании состава системы защиты информации в качестве системы поддержки принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукацкий А. Обнаружение атак // Издательство БХВ-Петербург, 2008. – 304 с.
2. ИСО/МЭК 27001. Информационные технологии. Методы защиты. Системы менеджмента защиты информации. Требования // Международный стандарт ISO [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.novsu.ru/file/1020711> (дата обращения: 04.11.2014).
3. Жаринова С.С., Бабенко А.А. Оптимизация инвестиций в информационную безопасность предприятия // Информационные системы и технологии, 2014. – № 3(83). – С. 114-123.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-1-2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Часть 1. Концепция и модели менеджмента безопасности информационных и телекоммуникационных технологий // ГОСТ-эксперт [Электронный ресурс]. – URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-13335-1-2006> (дата обращения: 04.06.2014).
5. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 520 с.

Оладько Владлена Сергеевна

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград
Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационной безопасности
E-mail: oladko.vs@yandex.ru

Хабаров Игорь Евгеньевич

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград
Студент кафедры информационной безопасности

V.S. OLAD'KO (*Candidate of Engineering Sciences,
Senior Teacher of the Department of Information Security*)

I.E. KABAROV (*Student of the Department of Information Security
Volgograd State University, Volgograd*)

**THE APPROACH TO EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF METHODS
TO ENSURE THE INTEGRITY OF INFORMATION IN A CORPORATE NETWORK**

The urgency of ensuring the integrity of information on the corporate network. Typical structure of the corporate network is analyzed; subjects and objects of communication and the most critical elements are marked. Compiled tree threats compromising the integrity of the corporate network. Basic means and mechanisms to ensure the integrity of information on the corporate network isolated and evaluation criteria are defined. Approach to the selection of sub-system to ensure the integrity of information in an enterprise network proposed. Compiled formal model describing the process of choosing the rational means of ensuring the integrity of information in network. The selection procedure is based on the evaluation of the effectiveness of each means

Keywords: *integrity; information security; network.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lukackij A. Obnaruzhenie atak // Izdatel'stvo BXV-Peterburg, 2008. – 304 s.
2. ISO/ME'K 27001. Informacionny'e tehnologii. Metody' zashhity'. Sistemy' menedzhmenta zashhity' informacii. Trebovaniya // Mezhdunarodny'j standart ISO [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.novsu.ru/file/1020711> (data obrashheniya: 04.11.2014).
3. Zharinova S.S., Babenko A.A. Optimizaciya investicij v informacionnuyu bezopasnost' predpriyatiya // Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2014. – № 3(83). – S. 114-123.
4. GOST R ISO/ME'K 13335-1-2006. Informacionnaya tehnologiya. Metody' i sredstva obespecheniya bezopasnosti. Chast' 1. Konceptsiya i modeli menedzhmenta bezopasnosti informacionny'x i telekommunikacionny'x tehnologij // GOST-e'kspert [E'lektronny'j resurs]. – URL:<http://gostexpert.ru/gost/gost-13335-1-2006> (data obrashheniya: 04.06.2014).
5. Xoroshevskij V.G. Arxitektura vy'chislitel'ny'x sistem. – M.: MGTU im. N.E'. Baumana, 2008. – 520 s.

УДК 629.7

В.В. ФЕДОРЕНКО, А.В. СУКМАНОВ, В.Е. РАЧКОВ, Д.В. ШЛАЕВ

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КАДРА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ПО ДИСКРЕТНОМУ КАНАЛУ С ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМ КОДИРОВАНИЕМ

Исследованы характеристики телеметрического кадра, разбиваемого на пакеты информации при передаче по дискретному каналу связи с помехоустойчивым кодированием. Рассчитаны значения оптимальной длины пакетов, обеспечивающей максимальную пропускную способность дискретного канала при стирании и повторной передаче искаженных пакетов. Приведен пример влияния разрядности двоичного кода оцифрованного сигнала на вероятностно-временные характеристики передаваемого телеметрического кадра.

Ключевые слова: телеметрический кадр; дискретный канал связи; помехоустойчивое кодирование; пакет информации.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

К числу основных требований, предъявляемых к современным телеизмерительным системам (ТИС), относится своевременность доставки контрольно-измерительной информации от объектов мониторинга к получателям информации по каналам связи в условиях различного рода помех. Для повышения пропускной способности каналов ТИС соответствующими протоколами информационного обмена предусмотрено последовательное аналого-цифровое преобразование измерительных сигналов, формирование телеметрических кадров (ТМК), а также помехоустойчивое кодирование пакетов информации [1, 2].

Согласно нормативному определению [3], ТМК представляет собой последовательность телеметрических сообщений, формируемую в интервале, равном циклу измерений. Поэтому к исходным характеристикам при формировании ТМК относятся число уровней квантования L сигнала, количество измерительных датчиков M и стратегия их опроса [4, 5]. Телеметрический кадр традиционной ТИС состоит из M слов телеметрической информации (ТМИ) размерности $(n + m)$, каждое из которых содержит информационно-измерительную часть (результаты измерения уровней сигналов в двоичном коде – $n = \log_2 L$) и адресную часть (коды номеров измерительных датчиков – $m = \log_2 M$). Число двоичных знаков в одном ТМК, передаваемых традиционной телеизмерительной системой, определяется выражением [4, 6]:

$$H = M(n + m). \quad (1)$$

Телеметрические кадры для передачи по дискретным каналам связи (ДКС) формируются в «порции» определенной длины K . При этом достаточно одной ошибки в распознавании битового элемента, чтобы вся порция информации была искажена и потеряна. Путем введения избыточного числа элементов R кодеры каналов связи формируют пакеты длиной $N = K + R$. За счет использования определенных помехоустойчивых кодов решающая схема на выходе ДКС либо исправляет обнаруженные ошибки, либо «стирает» пораженный пакет с запросом повторной его передачи [7].

Целью представленной работы является исследование влияния процессов кодирования информации и восстановления искаженных пакетов на изменение характеристик телеметрических кадров при передаче по дискретному каналу связи в условиях помех.

ПОКАЗАТЕЛЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДКС

Конечные возможности реальных кодеров канала предполагают наличие ненулевой вероятности необнаруженных ошибок $p_{н.о.} = p_K = P(\geq 0, K)$. В случае, если битовые появляются независимо с вероятностью $p_{ош}$, вероятность возникновения в K -элементной комбинации s ошибок $P(s, K)$ определяется биномиальным распределением [7]:

$$P(s, K) = C_K^s p_{ош}^s (1 - p_{ош})^{K-s}, \quad (2)$$

а вероятность появления s и более ошибок –

$$P(\geq s, K) = \sum_{t=s}^K C_K^t p_{ош}^t (1 - p_{ош})^{K-t}, \quad (3)$$

где C_K^s – число сочетаний из K по s , равно $C_K^s = K! / s!(K-s)!$.

В качестве обобщенного показателя эффективности пакетной передачи информации удобно использовать среднюю реализованную скорость, которая соответствует свертке частных показателей достоверности p_K и своевременности p_{t_K} , где $p_{t_K} = P(t_K \leq t_{Kmp})$ – вероятность неискаженной передачи K элементов за время t_K , не превышающее требуемое значение t_{Kmp} . В последнем случае в качестве показателя обнаружения при приеме пакета хотя бы одной неисправимой ошибки в N -элементной комбинации удобно рассматривать вероятность стирания пакета $p_{см}$, равную [7, 8]:

$$p_{см} = 1 - [1 - p_{ош}(h^2)]^N, \quad (4)$$

где $p_{ош}(h^2)$ – вероятность ошибочного приема элемента сообщения, определяемая моделью канала связи; h^2 – отношение энергии сигнала к энергии помехи (спектральной плотности шума).

За счет увеличения числа корректирующих символов можно обеспечить незначительную вероятность $p_{н.о.}$. При этом для сохранения скорости кода, определяемой отношением K/N , необходимо увеличивать длину блока N , что ведет к возрастанию вероятности появления обнаруживаемой ошибки [9].

Гарантируемая скорость передачи пакетной информации рассчитывается с помощью выражения

$$C_{Г} = (K/N) \cdot [1 - p_{см}] \cdot C_0, \quad (5)$$

где C_0 – скорость передачи информационных двоичных символов.

При этом соотношения символов N и K в пакете определяются границами Хемминга и Варшамова-Гилберта по соответствующим выражениям [10]:

$$2^{N-K} \geq \sum_{i=0}^z C_N^i; \quad 2^{N-K} > \sum_{i=0}^{d-2} C_{N-1}^i, \quad (6)$$

где $z = \lfloor (d_{\min} - 1) / 2 \rfloor$ – параметр, указывающий, что все комбинации из s или менее ошибок в любой принятой последовательности из N элементов могут быть исправлены; d_{\min} – кодовое расстояние (наименьшее значение из расстояний Хемминга d , т.е. числа позиций, в которых две последовательности отличаются друг от друга); $\lfloor \cdot \rfloor$ обозначает целую часть.

Значения длины пакетов N , а также количества информационных бит K , соответствующих различным числам избыточных символов $(N - K)$, определяемые границами (6), приведены в таблице 1 [11].

Таблица 1 – Соотношение чисел информационных (K) и избыточных ($N - K$) символов в пакете длиной N

N	$N - K$	K	K/N
16-19	7	9-12	0,56-0,63
21-26	8	13-18	0,62-0,69
28-36	9	19-27	0,68-0,75
38-50	10	28-40	0,74-0,80
52-69	11	41-58	0,79-0,84
71-96	12	59-84	0,83-0,88
98-134	13	85-121	0,87-0,90

С учетом выражений (4) и (5) представим относительную пропускную способность дискретного канала как отношение гарантированной средней реализованной скорости пакетной передачи информации C_{Γ} к скорости передачи информации на уровне физического канала C_0 :

$$\chi_C = C_{\Gamma}/C_0 = [1 - p_{ош}(h^2)]^N K/N. \quad (7)$$

Вероятность ошибки $p_{ош}(h^2)$ для различных каналов связи в случае использования схем некогерентного приема определяется следующими выражениями [12]: для канала приема в условиях гауссовского шума –

$$p_{ош} = 0,5 \exp(-h^2/2); \quad (8)$$

для условий релейских замираний уровня сигнала –

$$p_{ош} = 1/(\bar{h}^2 + 2); \quad (9)$$

для условий райсовских замираний уровня сигнала –

$$p_{ош} = \frac{1 + \gamma^2}{2 + 2\gamma^2 + \bar{h}^2} \exp\left(-\frac{\bar{h}^2 \gamma^2}{2 + 2\gamma^2 + \bar{h}^2}\right). \quad (10)$$

Здесь \bar{h}^2 – математическое ожидание величины h^2 в условиях замирания уровня сигнала; γ^2 – отношение мощностей регулярной и флуктуирующей составляющих коэффициента передачи канала.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В качестве примера в таблице 2 приведены значения коэффициента $\chi_C = C_{\Gamma}/C_0$, рассчитанные в соответствии с выражением (7) для различных значений длины пакетов N и моделях каналов (8-10) при фиксированном отношении энергий сигнала и помехи $h^2 = 20$ ($\bar{h}^2 = 20$).

Таблица 2 – Зависимость коэффициента $\chi_C = C_{\Gamma}/C_0$ от длины пакета N при различных видах помех в канале для $h^2 = 20$ ($\bar{h}^2 = 20$)

Число информационных символов N	Вид канальной помехи			
	Гауссовский шум	Райсовские замирания		Релейские замирания
		$\gamma^2=30$	$\gamma^2=10$	
128	0,90	0,87	0,68	0,0023

64	0,83	0,82	0,72	0,042
32	0,72	0,71	0,67	0,16
16	0,63	0,63	0,61	0,30

Как видно из таблицы 2, где жирным шрифтом выделены максимальные значения показателя $\chi_C = C_T/C_0$ для определенных канальных помех, при изменении вида помех передача пакетов с постоянной длиной является неэффективной. Таким образом, чтобы гарантировать максимальную реализованную скорость C_T пакетной передачи информации в различной помеховой обстановке, необходимо изменять длину пакета в достаточно широких пределах.

Рассмотрим ситуацию преобладания в канале связи помех с энергетическими ограничениями во временном и частотном диапазоне, т.е. отличающихся от флуктуационных шумов. В этом случае показатель h^2 равен отношению энергий сигнала и помехи на временном интервале τ_0 дискретного элемента сигнала, т.е. $h^2 = P_C \tau_0 / P_{\Pi} \tau_{\Pi}$, где P_C и P_{Π} – мощности сигнала и помехи соответственно; τ_{Π} – длительность помехи на временном интервале элемента сигнала.

Предполагаем постоянство длительности исходного сообщения (отсчета результата измерения) $T_{изм} = const(n)$, состоящего из n элементов оцифрованного сигнала. Тогда длительность элемента сообщения обратно пропорциональна разрядности сигнала в двоичной форме, т.е. $\tau_{0n} = T_{изм}/n$ или $T_{изм} = \tau_{0n} \cdot n$. Следовательно, увеличение разрядности n оцифрованного сигнала на единицу соответствует уменьшению длительности элемента в $\frac{n+1}{n}$ раз, так как $\tau_{0(n+1)} = T_{изм}/(n+1) = \tau_{0n} \cdot n/(n+1)$. В аналогичное число раз уменьшается отношение энергий сигнала и помехи h^2 .

В случае двойного увеличения числа N битовых элементов информации в пакете фиксированной длительности $T_{пак} = const(N)$, передаваемого по каналу связи в условиях помехи с ограниченной энергией, показатель h^2 уменьшается в два раза. Для данного случая и условия $N = n$ рассчитаны значения показателя χ_C , которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость показателя χ_C от длины пакета N при различных значениях показателя h^2 и различных видах помех в каналах связи

Число битовых элементов в пакете $n=N$	Вид канальной помехи			
	Гауссовский шум	Райсовские замирания		Релеевские замирания
		$\gamma^2=30$	$\gamma^2=10$	
16 ($h^2 = 80$)	0,56	0,56	0,56	0,46
32 ($h^2 = 40$)	0,72	0,72	0,71	0,33
64 ($h^2 = 20$)	0,83	0,82	0,72	0,042
128 ($h^2 = 10$)	0,58	0,38	0,13	$1,3 \cdot 10^{-5}$

Минимизация потерь в скорости передачи пакетной информации C_T (по отношению к скорости передачи двоичных элементов C_0), определяемых моделями (5) и (7), возможна при решении задачи оптимизации длины пакета

$$\chi_C \left[N, K, p_{ош}(h^2) \right] \rightarrow \max_N \quad (11)$$

с учетом ограничений (6).

При этом, помимо отношения энергий сигнала и помехи h^2 , должны учитываться доля избыточных элементов в информационном пакете R , а также тип канала связи, режимы формирования телеметрических кадров и оцифровки результатов контроля в ТИС.

В таблице 4 приведены результаты решения оптимизационной задачи (11), полученные численными методами, так как для общего случая произвольных помех получить аналитическое выражение не удается. К результатам вида $\frac{N^* | K^*}{\max \chi_C}$ относятся максимальное значение показателя относительной пропускной способности канала $\max \chi_C$, а также оптимальные значения характеристик информационного пакета $N^* = \arg \max_N \chi_C(N)$ и $K^* = N^* - R$, обеспечивающие данный максимум.

Таблица 4 – Оптимальные значения характеристик информационного пакета $\frac{N^* | K^*}{\max \chi_C}$

при различных соотношениях энергетических параметров сигнал/помеха h^2 в каналах связи

Вид помехи в канале	h^2						
	5	10	15	20	25	30	35
Гауссовский шум	$\frac{17 10}{0,29}$	$\frac{50 40}{0,68}$	$\frac{187 173}{0,88}$	$\frac{187 173}{0,92}$	$\frac{187 173}{0,92}$	$\frac{187 173}{0,93}$	$\frac{187 173}{0,93}$
Райсовские замирения $\gamma^2=30$	$\frac{16 9}{0,25}$	$\frac{36 27}{0,59}$	$\frac{96 84}{0,78}$	$\frac{187 173}{0,88}$	$\frac{187 173}{0,91}$	$\frac{187 173}{0,92}$	$\frac{187 173}{0,92}$
Райсовские замирения $\gamma^2=10$	$\frac{16 9}{0,20}$	$\frac{19 12}{0,47}$	$\frac{36 27}{0,62}$	$\frac{69 58}{0,72}$	$\frac{96 84}{0,78}$	$\frac{134 121}{0,83}$	$\frac{187 173}{0,86}$
Релеевские замирения	$\frac{16 9}{0,05}$	$\frac{16 9}{0,14}$	$\frac{16 9}{0,21}$	$\frac{16 9}{0,27}$	$\frac{18 11}{0,31}$	$\frac{19 12}{0,35}$	$\frac{16 12}{0,38}$

ПРИМЕР

Исследуем влияние выбора разрядности двоичного кодирования измерительных сигналов на характеристики телеметрического кадра с учетом его дальнейшей передачи по ДКС при воздействии помехи с ограниченной энергией. Результаты исследования представлены в виде таблицы 5 для случая ТИС, содержащей 30 измерительных каналов ($M=30, m = \lfloor \log_2 M \rfloor = 5$), при передаче ТМК по каналу связи в условиях райсовских замираний сигнала.

Таблица 5 – Характеристики телеметрического кадра, передаваемого по ДКС с помехоустойчивым кодированием

n	H	\bar{h}^2	$P_{ош}$	K^* / K	N	χ_C	H_N	$T_{ТМК}^N$	$T_{ТМК}^{cm}$
$\bar{h}_{n=3}^2 = 20; \quad \gamma^2 = 10$									
3	240	20	0,0022	58/40	50	0,72	300	$300 \cdot \tau_0$	$417 \cdot \tau_0$
4	270	15	0,0051	27/27	36	0,62	360	$270 \cdot \tau_0$	$435 \cdot \tau_0$

5	300	12	0,0092	18/20	29	0,53	435	$261 \cdot \tau_0$	$492 \cdot \tau_0$
$\bar{h}_{n=3}^2 = 40; \quad \gamma^2 = 10$									
3	240	40	0,00028	230/240	255	0,88	255	$255 \cdot \tau_0$	$290 \cdot \tau_0$
4	270	30	0,00066	121/135	149	0,82	298	$224 \cdot \tau_0$	$273 \cdot \tau_0$
5	300	24	0,00129	78/100	113	0,76	339	$203 \cdot \tau_0$	$267 \cdot \tau_0$
$\bar{h}_{n=3}^2 = 20; \quad \gamma^2 = 30$									
3	240	20	0,00025	173/120	133	0,87	266	$266 \cdot \tau_0$	$306 \cdot \tau_0$
4	270	15	0,00116	84/90	113	0,70	339	$254 \cdot \tau_0$	$363 \cdot \tau_0$
5	300	12	0,00322	40/50	61	0,67	366	$220 \cdot \tau_0$	$328 \cdot \tau_0$

Последовательность заполнения таблицы (по столбцам) соответствует следующему алгоритму:

1) число разрядов $n = \log_2 L$ двоичного кода значения параметра при наличии L уровней квантования представлено значениями $n = 3; 4; 5$;

2) число двоичных знаков в одном телеметрическом кадре, формируемом адресной 30-канальной ТИС, определяется выражением (1): $H = 30(n + 5)$;

3) отношение энергии сигнала к энергии помехи $\bar{h}_3^2 = P_c \tau_{0n} / P_{\Gamma} \tau_{\Gamma}$ для разрядности $n=3$ задается в качестве исходных данных. При увеличении разрядности n оцифрованного сигнала на единицу длительность элемента сообщения (бита информации) уменьшается до значения $\tau_{0(n+1)} = \tau_{0n} \cdot n / (n + 1)$, что вызывает соответствующее снижение показателя \bar{h}^2 ;

4) вероятность ошибки $p_{ош}$ рассчитывается по модели соответствующего физического канала. В частности, для канала некогерентного приема с райсовскими замираниями сигнала используется модель (10);

5) число K двоичных элементов в субкадре, представляющем информационную часть пакета, определяется по критериям:

а) близости к оптимальному числу K^* информационных элементов в пакете, обеспечивающих максимальное отношение $\chi_C = C_{\Gamma} / C_0$ (в соответствии с таблицей 4);

б) кратности числа $(n + m)$ в значении длины субкадра K и числа элементов K в составе кадра длиной H , т.е. $K / (n + m) = \kappa_1$ и $H / K = \kappa_2$, где κ_1 и κ_2 – целые числа;

б) длина пакета N равна сумме числа информационных K и проверочных $(N - K)$ символов, определяемых в соответствии с таблицей 1;

7) относительная пропускная способность дискретного канала связи определяется выражением (7);

8) количество битовых элементов, необходимых для передачи телеметрического кадра по дискретному каналу с помехоустойчивым кодированием (без адресной части), кратно длине пакета: $H_N = N \cdot \kappa_2$;

9) суммарное время передачи H_N символов ТМК, приведенных к длительности τ_0 , в составе κ_2 пакетов помехоустойчивого кодирования определяется выражением:

$$T_{ТМК}^N = H_N \cdot \tau_0 \cdot n / (n + 1);$$

10) среднее время передачи элементов ТМК по дискретному каналу связи с помехоустойчивым кодированием обратно пропорционально относительной пропускной способности канала: $T_{ТМК}^{cm} = T_{ТМК}^H / \chi_C$. Наименьшее значение характеристики $T_{ТМК}^{cm}$ для

каналов с определенными параметрами помех \bar{h}^2 и γ^2 выделены в таблице 5 жирным шрифтом.

ВЫВОДЫ

При передаче по дискретному каналу связи с помехоустойчивым кодированием телеметрический кадр разделяется на порции информации (субкадры), на основании которых при добавлении проверочных символов формируются пакеты. В системах с определением и стиранием пораженных помехой пакетов запрашивается повторная их передача, что снижает пропускную способность ДКС, определяемую в соответствии с выражением (7) показателем χ_C .

В зависимости от вида и мощности помех в канале связи существует длина пакета N , определяемая количеством информационных и проверочных символов, максимизирующая значение показателя χ_C . Примеры оптимальных значений $\max \chi_C$ и $N^* = \arg \max_N \chi_C(N)$ представлены в таблице 4.

Одной из основных характеристик ТМК является разрядность n двоичного кода оцифрованного измерительного сигнала. При фиксированной частоте дискретизации измерительного сигнала за счет изменения разрядности n двоичного кода возможно управление вероятностно-временными характеристиками процесса передачи ТМК по каналу связи. Так, например, при увеличении разрядности n уменьшается отношение энергии сигнала и помехи \bar{h}^2 , что приводит к росту вероятности ошибки $P_{ош}$, но при этом уменьшается суммарное время передачи символов ТМК, определяемое показателем $T_{ТМК}^N$.

Как показывают результаты исследования, приведенные в таблице 5, путем подбора значения разрядности n оцифрованного сигнала можно уменьшить среднее время передачи по дискретному каналу телеметрического кадра $T_{ТМК}^{cm}$, преобразованного в пакеты информации с помехоустойчивым кодированием. В частности, для канала с райсовскими замираниями сигнала и набором параметров ($\bar{h}_{n=3}^2 = 20$; $\gamma^2 = 10$) и ($\bar{h}_{n=3}^2 = 20$; $\gamma^2 = 30$) минимальное значение характеристики $T_{ТМК}^{cm}$ обеспечивается при значении разрядности $n = 3$, а при параметрах канала ($\bar{h}_{n=3}^2 = 40$; $\gamma^2 = 10$) минимум $T_{ТМК}^{cm}$ возможен при разрядности $n = 5$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров А.В., Козырев Г.И., Шитов И.В. и др. Современная телеметрия в теории и на практике. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 672 с.
2. Федоренко В.В., Федоренко И.В., Сукманов А.В. Модели поэтапного формирования пакетов телеметрической информации // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2014. – № 10. – С. 39-42.
3. ГОСТ 19619-74. Оборудование радиотелеметрическое. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2005.
4. Дядюнов А.Н., Онищенко О.А., Сенин А.И. Адаптивные системы сбора и передачи аналоговой информации. Основы теории. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
5. Слюсарев Г.В., Федоренко И.В. Моделирование подсистемы сбора и обработки измерительной информации в SCADA-системе // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2010. – № 6. – С. 26-28.
6. Сукманов А.В., Федоренко В.В., Федоренко И.В. Модели формирования телеметрического кадра в системах с неравномерным распределением уровней

измерительных сигналов // Информационные системы и технологии, 2014. – № 5. – С. 123-129.

7. Зюко А.Г. Теория передачи сигналов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, М.В. Назаров, Л.М. Финк. – М.: Радио и связь, 1986. – 304 с.
8. Крук Е.А., Семенов С.В. Уменьшение задержки сообщения в пакетных радиосетях с помощью кодирования на транспортном уровне // Электросвязь, 1994. – № 9. – С. 25-27.
9. Justessen J. A class of constructive asymptotically good algebraic codes // IEEE Trans. Inform. Theory, IT-18, 1972, September. – P. 652-656.
10. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.
11. Захаров А.И. Методы анализа и синтеза систем передачи дискретной информации. – Л.: ВАС, 1970. – 248 с.
12. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. – М.: Советское радио, 1970. – 762 с.

Федоренко Владимир Васильевич

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная математика и математическое моделирование»

Тел.: 8 962 446 37 73

E-mail: fovin_25@mail.ru

Сукманов Александр Владимирович

Институт сервиса и технологий (филиал) ФГБОУ ВПО «Донской ГТУ», г. Пятигорск

Старший преподаватель кафедры «Информационные системы, технологии и связь»

Тел.: 8 918 784 93 33

E-mail: capoaro@rambler.ru

Рачков Валерий Евгеньевич

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы»

Тел.: 8 962 452 48 22

E-mail: rw6hlg@mail.ru

Шлаев Дмитрий Валерьевич

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Информационные системы»

Тел.: 8 918 763 48 10

E-mail: shl-dmitrij@yandex.ru

V.V. FEDORENKO (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of the Department «Applied Mathematics and Mathematical Modeling»
North-Caucasus Federal University, Stavropol*)

A.V. SUKMANOV (*Senior Teacher of the Department «Information Systems, Technology and
Communications»
Institute of Service and Technology (Branch) Don State Technical University, Pyatigorsk*)

V.E. RACHKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Information Systems»*)

D.V. ShLAEV (*Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department «Information Systems»
Stavropol State Agrarian University, Stavropol*)

**SPECIFICATION EVALUATION OF TELEMETRY FRAME AT TRANSMISSION
IN A DISCRETE CHANNEL WITH NOISEPROOF CODING**

The characteristics of the telemetry frame, divided into information packets at transmission in a discrete channel with noiseproof coding, is researched. The values of the optimal package length are calculated that provides maximum capacity of the discrete channel in erasing and re-transmission of corrupted packets. An example of influence of the bit binary code of digitized signal on probability-time characteristics of the transmitted telemetry frame is shown.

Keywords: *telemetry frame; discrete communication channel; noiseproof coding; the information package.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Nazarov A.V., Kozy'rev G.I., Shitov I.V. i dr. *Sovremennaya telemetriya v teorii i na praktike.* – SPb.: Nauka i texnika, 2007. – 672 s.
2. Fedorenko V.V., Fedorenko I.V., Sukmanov A.V. *Modeli poe'tapnogo formirovaniya paketov telemetricheskoy informacii // Avtomatizaciya, telemexanizaciya i svyaz' v neftyanoj promy'shlennosti,* 2014. – № 10. – S. 39-42.
3. GOST 19619-74. *Oborudovanie radiotelemetricheskoe. Terminy' i opredeleniya.* – M.: Standartinform, 2005.
4. Dyadyunov A.N., Onishhenko O.A., Senin A.I. *Adaptivny'e sistemy' sbora i peredachi analogovoj informacii. Osnovy' teorii.* – M.: Mashinostroenie, 1988. – 288 s.
5. Slyusarev G.V., Fedorenko I.V. *Modelirovanie podsistemy' sbora i obrabotki izmeritel'noj informacii v SCADA-sisteme // Avtomatizaciya, telemexanizaciya i svyaz' v neftyanoj promy'shlennosti,* 2010. – № 6. – S. 26-28.
6. Sukmanov A.V., Fedorenko V.V., Fedorenko I.V. *Modeli formirovaniya telemetricheskogo kadra v sistemax s neravnomerny'm raspredeleniem urovnej izmeritel'ny'x signalov // Informacionny'e sistemy' i texnologii,* 2014. – № 5. – S. 123-129.
7. Zyuko A.G. *Teoriya peredachi signalov / A.G. Zyuko, D.D. Klovskij, M.V. Nazarov, L.M. Fink.* – M.: Radio i svyaz', 1986. – 304 s.
8. Kruk E.A., Semenov S.V. *Umen'shenie zaderzhki soobshheniya v paketny'x radiosetyax s pomoshh'yu kodirovaniya na transportnom urovne // E'lektrosvyaz',* 1994. – № 9. – S. 25-27.
9. Justessen J. *A class of constructive asymptotically good algebraic codes // IEEE Trans. Inform. Theory,* IT-18, 1972, September. – P. 652-656.
10. Klark Dzh., Kejn Dzh. *Kodirovanie s ispravleniem oshibok v sistemax cifrovoj svyazi.* – M.: Radio i svyaz', 1987. – 392 s.
11. Zaxarov A.I. *Metody' analiza i sinteza sistem peredachi diskretnoj informacii.* – L.: VAS, 1970. – 248 s.
12. Fink L.M. *Teoriya peredachi diskretny'x soobshhenij.* – M.: Sovetskoe radio, 1970. – 762 s.

ТРЕБОВАНИЯ
к оформлению статьи для опубликования в журнале
«Информационные системы и технологии»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах **формата А4** и содержит от **4 до 9 страниц**; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только **одна статья одного автора**, включая соавторство.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.

Обязательные элементы:

- **УДК**
- **заглавие (на русском и английском языках)**
- **аннотация (на русском и английском языках)**
- **ключевые слова (на русском и английском языках)**
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи.

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

Формулы следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

Рисунки и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате *.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полуужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт). Сведения об авторах также предоставляются отдельным файлом и обязательно дублируются на английском языке.