

СОДЕРЖАНИЕ

Бакулев А.В., Бакулева М.А. The integrated environment in the study of graph theory	6
Аверцев В.Г., Осипов А.А. Проектирование систем оперативной обработки с помощью стохастических сетевых моделей	9
Бабаев С.И., Жидков С.О. Выделение результирующего пика корреляционной функции полутоновых изображений в базе Уолша	14
Борзенко А.Е., Орлова Е.Д. Векторно-конвейерные ЭВМ	18
Брылёва В.В. Исследование метода биометрической идентификации пользователя при управлении курсором посредством манипулятора типа «мышь» ..	22
Гостин А.М., Косоруков С.С. Построение личного кабинета преподавателя университета с использованием сервисно-ориентированной архитектуры	25
Гринченко Н.Н., Као В.Т., Овечкин Г.В. Эффективность схем соединения нескольких многопороговых декодеров при декодировании самоортогональных кодов	27
Иванчикова М.А. Алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом уменьшении нагрузки на линиях связи в корпоративных сетях нескольких провайдеров	35
Клейносова Н.П., Кадырова Э.А., Телков И.А., Хруничев Р.В. Организация учебного процесса в системе дистанционного обучения РГРТУ	42
Коваленко В.В., Медведев Д.В. Анализ САПР SolidWorks для термических исследований электронных средств	50

Колягина П.Э., Пивоварова И.С., Косоруков С.С.

Сравнительный анализ систем автоматизированного управления вузом52

Копылова Н.А.

Использование информационных технологий при организации сетевого взаимодействия60

Лукьянов О.В.

Распределение времени передачи потока измерительной информации случайной длины66

Маркин А.В., Шкарин С.С.

Использование технологии ETL в BI-системах компаний ЖКХ72

Назаров П.А.

Исследование эффективности порогового декодера сверточных самоортогональных кодов.....77

Панюкова С.В.

Методические аспекты использования веб-портфолио в учебном процессе вуза.....81

Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А.

Алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом увеличении нагрузки на линиях связи в корпоративных сетях нескольких провайдеров.....85

Перепелкин Д.А., Черенков В.А.

Алгоритм сегментации структуры корпоративной сети с учетом связности каналов.....92

Псоянц В.Г., Косоруков С.С. Критерии оценки качества программного проекта99

Сапрыкин А.Н., Гончарова Д.И., Малютина Е.В.

Нахождение оптимального числа полезных особей в популяции генетического алгоритма в сетях с двухфазной маршрутизацией103

Сапрыкин А.Н., Кузьмина М.Ю.

Расчет резерва полосы пропускания неоднородных каналов в сетях с двухфазной многопутевой маршрутизацией.....109

Сапрыкин А.Н., Сапрыкина А.О.

Сравнительный анализ эффективности систем управления электронным портфолио для обучения школьников, студентов и специалистов.....112

Сапрыкин А.Н., Фам Х.Л.

Использование параллельных генетических алгоритмов для определения структуры локальной сети с технологией коммутации116

Телков И.А.

Моделирование процесса проектирования в фазовом пространстве..121

Улькин П.А., Пюрова Т.А., Холопов Е.Ю.

Технология открытых потоков OpenFlow123

Хрюкин В.И., Хрюкин С.А., Жемчугова Е.Ю.

Применение методов вероятностного моделирования при расчете параметров соединений в САПР механических конструкций.....127

Чистяков В.Ф.

Структура веб-сервиса для работы с разнородными данными132

Шарапова Н.В.

Совершенствование рабочих характеристик невзаимных ферритовых устройств136

Шипяков Н.Д., Бакулева М.А.

Разработка системы автоматизированной генерация отчётов по моделям Enterprise Architect.....140

А.В. БАКУЛЕВ, М.А. БАКУЛЕВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

THE INTEGRATED ENVIRONMENT IN THE STUDY OF GRAPH THEORY

Introduction

Modern development of educational technologies is based on introduction and development of software that can automate and optimize processes of fixing information received from the teacher (record of abstracts). Visual perception of study material and increased interactivity of lectures [1] also have vital importance. The developed technology refers to the section of natural-science discipline "Discrete mathematics", the Graph Theory [2]. One of the main purposes of this research is increasing the progress of students by motivating them to solve problems independently and take their own original decisions. The key idea is in the area of the Design an Integrated Environment of learning activities. The innovation of the offered educational technology consists in application of the advanced information technologies in computer modeling and visualization of the graph model.

The offered approach to educational technology

Interactive lectures in the course of "Discrete Mathematics" include application of software that makes it possible to visualize objects of studying (diskr.exe). At the same time, the program system of remote access to the desktop is widely used. This forms the Integrated Environment. To avoid information gaps in the lecture and loss reasoning arguments it is possible to use the free program CamStudio (in free access on amstudio-rus.ru). This program allows fixating information displayed on the monitor. It saves time because recording video lectures is a very labor-consuming process. And at the end of a lecture every student can have a media abstract. The program system of remote access to computer desktop (UltraVNC) allows organizing the process of studies in the Integrated Information Environment. This technology is applied to increase competition and individualization of students' decision making. This program is free of charge (www.uvnc.com). UltraVNC can be used during practical training to organize the teacher's access to computers of students. It is possible to switch over to the computer of the student at any time, and to check the solution, or to give the next task. It thus provides for individual approach and independence of decision making. When carrying out a practical training this program is used on the teacher's computer in the mode "viewer".

To install the program UltraVNC it is necessary to know the IP address. Then the access password is set. Thus VNC server is protected

against unauthorized access in the time communication sessions. As a result all monitors of students' computers are available to the teacher. Switching over between them makes it possible to look at decisions and results of every student. The interesting moments and disputable situations can be displayed on the blackboard. When switching the teacher's computer to any available monitor, all information from it will be broadcast by a projector which is connected to the teacher's computer. On the other hand, a student understands that the others can see his/her results at any time, and this makes the student feel more responsible. The effect from introduction of the described software amplifies in a multimedia environment. A projector will make it possible to show the results of each student, to have a joint discussion of complex situations, to explain certain features of results and emphasize difficult moments.

An interactive board brings out for display the teacher's presentation by projecting it to the big touch screen. It is possible to carry out modification of objects on the screen with the help of a marker and the developed program (diskr.exe). This study technology was approbated in an auditorium equipped with an interactive board, a projector, a microphone and personal computer with the necessary software, including: UltraVNC, CamStudio, program (diskr.exe). The developed program allows displaying all modifications of graph models and editions on the blackboard. The educational technology includes using special means of video records (CamStudio) to follow all the carried-out modifications of graph models and demonstrated methods of task fulfillment from the screen of the teacher's computer. In other words, all actions with graph models register in a video clip with the program (CamStudio).

Scientific and methodical novelty

We've carried out the analysis of ready-made variants of graph's editors (from GraphViz to GraphMaker). Only the latter program gives the opportunity to operate with the graph as with vector object, however, the emphasis in it lies on obtaining certain solutions of applied graph tasks, while in the offered educational technology it is much more important the following: simplicity of creation of the graph, presentation and visualization of dynamics and topology change in graph models. Also, when using ready programs there is an adaptation problem to educational process. The developed software product represents convenient tools of an interactive task and the description of models and algorithms on graph models.

This program allows building either directional or non-directional graph models and gives the possibility of presenting the matrix model of graph.

For preliminary preparation of tasks for students the program (diskr.exe) has an option of saving graph models in a file, with possibility of the subsequent display in this program, and also there is a possibility to save the results of task fulfillment in the *.bmp format. The offered technique of receiving a multimedia application to the lecture (media-abstract) is an innovation. Thus to organize video records it is enough to install freely distributed CamStudio on the computer of the teacher. This program starts at the beginning of lecture, and keeps recording up to the end of the lecture. The format of the received media-abstract is *.avi. The student can reconsider the corresponding material at home, for example, to get prepared for seminars.

Educational and methodical efficiency of development

Approbation of this program showed positive result that consists, first of all, in increased volume of the studied material, dynamics of lecture activities. It has been noted that there is certain improvement of perception of a material. There appears the possibility of detailed consideration of applied tasks and spatial and orientation modeling of graph models in various topology. The presented innovations positively affected progress of students. Methodical value shows itself, first of all, in the opened possibility of visualization of dynamics of objects. Representation of counts in the form of edited objects in a mode of remote access allows carrying out on-line consultation.

Conclusion

Offered technology allows expanding considerably the area of applicability of the computer equipment in educational process. Thus, free programs (UltraVNC and CamStudio) and vector editor of graph models (diskr.exe) are added to the standard software. The integrated environment and the program of video give students an opportunity to have the electronic abstract and the multimedia file is added. The positive effect lies in increased volume of the studied material, dynamics of lecture activities [3] and, especially, in the increased progress of students [4].

REFERENCES

1. Bakulev A.V., Bakuleva M. A. Methods of teaching and educational process organization in the University | Materials of all-Russian scientific-methodical conference. Ryazan, RSREU – p.168-169.
2. Koryachko V.P., Bakuleva M. A., Gostin A.M., Bakulev A.V. . Discrete mathematics. Textbook. Ryazan, RSREU –178 p.
3. Bakuleva M. A. Study of the quality of laboratory works | Materials of III all-Russian scientific-methodical conference. Ryazan, RSREU – p.33-35.

4. Bakulev A.V., Bakuleva M. A. Application of wavelet transform for analysis of the data warehouse (article). Bulletin of RSREU. Scientific and technical journal. Issue 21. Ryazan: RSREU, 2007. С. 57-60.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А., Авилкина С.В. Математические модели и алгоритмы организации мобильных параллельных вычислений в среде многоядерных процессоров. European Researcher, 2012, Vol. (33), № 11-1, С. 1826-1834

2. Бакулев А.В., Бакулева М.А., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении теории графов. Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013 №4. С.3-6.

В.Г. АВЕРЦЕВ, А.А. ОСИПОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Рассматриваются и анализируются различные варианты конфигурации узлов в разомкнутых структурах при минимизации стоимостных затрат.

Основной характеристикой режимов работы больших вычислительных систем, таких как системы разделения времени, системы коллективного доступа, диалоговые системы является среднее время ответа [1]. Часто такие системы обобщенно называют системами оперативной обработки (СОО).

Исследование подобного рода систем, особенно на этапе системного проектирования, осуществляется с помощью сетей массового обслуживания, в частности, разомкнутых линейных вероятностных сетей (РЛВС). При этом рассматриваются две постановки задачи. При первой постановке минимизируется время ответа в условиях заданных ограничений на стоимость, при второй – минимизируемая функция и ограничения меняются местами [2]. Мы рассмотрим вторую постановку задачи.

Задана интенсивность входного потока задач λ_0 , определяемая суммарным числом запросов пользователей, т.е. СОО должна обеспечить обработку λ_0 задач в единицу времени. Заданы ограничения на время ответа $U_0 < U^*$. Требуется выбрать такое число K , однотипных

устройств в каждом из узлов СОО, при котором ее стоимость S будет минимальной $S=S_{\min}$.

На основе параметров задач, для решения которых разрабатывается СОО, определяются потребности в ресурсах технических устройств и структура системы. Затем определяются трудоемкости этапов вычислительного процесса θ_i , связанные с i -ым узлом. После построения сетевой модели определяются вероятности передач P_{ij} , интенсивности входных (выходных) потоков λ_i в каждый из узлов и коэффициенты передач α_i [2]. Полагается, что система состоит из N узлов, а каждый узел может состоять из K_i однотипных одноканальных устройств ($i, j=1, 2, \dots, N$). Так как устройства типовые, то известны стоимость S_i каждого из них и быстродействие V_i . Тогда стоимость устройств в ка-

ждой группе равна $K_i S_i$, а стоимость всей СОО равна $S = \sum_{i=1}^N K_i S_i$.

Поскольку значения V_i и θ_i фиксированы, то может оказаться, что $\lambda_i \geq \mu_i$. Тогда в i -ом узле необходимо использовать больше одного устройства. В этом случае полагаем, что входной поток заявок между устройствами i -го узла распространяется равномерно. С учетом этого, время ответа системы определяется выражением

$$U_0 = \sum_{i=1}^N \frac{\alpha_i}{\mu_i - \lambda_i / K_i} = \sum_{i=1}^N \frac{K_i \alpha_i \tau_i}{K_i - \lambda_i \tau_i}, \text{ где } \mu_i = \frac{V_i}{\theta_i}.$$

Тогда ограничения на время ответа принимают вид

$$U_0 = \sum_{i=1}^N \frac{K_i \alpha_i \tau_i}{K_i - \lambda_i \tau_i} \leq U^* \quad (1)$$

Для определения оптимального числа устройств $K_{i \text{ опт}}$, минимизирующего стоимость $S = \sum_{i=1}^N K_i S_i$, составляется функция Лагранжа

$$\Phi(\alpha_i; K_1, \dots, K_N) = \sum_{i=1}^N K_i S_i + \delta \left(\frac{K_i \alpha_i \tau_i}{K_i - \lambda_i \tau_i} - U^* \right).$$

Находятся производные $\frac{\partial \Phi}{\partial K_i} = 0$. Решая полученные уравнения совместно с ограничениями (1), получаем [2]

$$K_{i\ onm} = \lambda_i \tau_i + \frac{\tau_i \sqrt{\alpha_i \lambda_i S_i}}{\left(U - \sum_{i=1}^N \alpha_i \tau_i \right) S_i} \cdot \sum_{i=1}^N \tau_i \sqrt{\alpha_i \lambda_i S_i} \quad (2)$$

Подставляя (2) в выражение для стоимости СОО, после преобразования получаем [2]

$$S_{\min} = \sum_{i=1}^N K_{i\ onm} S_i = \sum_{i=1}^N \lambda_i \tau_i S_i + \frac{\left(\sum_{i=1}^N \lambda_i \tau_i \sqrt{S_i} \right)^2}{\lambda_0 \left(U - \sum_{i=1}^N \alpha_i \tau_i \right)}.$$

Первый член этого выражения определяет условную минимально необходимую стоимость всей СОО. В реальных СОО эту минимально необходимую стоимость неизбежно приходится увеличивать с тем, чтобы выполнялись ограничения на время ответа. Это необходимое увеличение стоимости конкретно определяется вторым членом, из которого видно, что чем жестче ограничения больше должна быть стоимостная добавка, т.е. тем больше должно использоваться число устройств в i -ом узле.

В [3] рассмотрены и проанализированы при первой постановке задачи все три возможные конфигурации узлов. При первой конфигурации все K_i устройств в i -ом узле функционируют как отдельные одноканальные СМО, при второй – как одна K_i -канальная СМО с общей очередью и, наконец, при третьей – каждый узел представляется одной одноканальной СМО с K_i -кратным быстродействием (интенсивностью обслуживания). Заметим, что в смысле использования оборудования, т.е. в смысле коэффициентов загрузки все три конфигурации эквивалентны. А стоимостные затраты при заданных ограничениях на время ответа существенно отличаются. Сравним в этом смысле, т.е. при второй постановке задачи, эти три конфигурации, в зависимости от ограничений на время ответа. Будем полагать, что в третьем варианте стоимость пропорциональна интенсивности обслуживания. Рассмотрим затраты (число каналов) на конкретных примерах для i -го узла.

В первом варианте число каналов определяется по выражению

$$K_i = \frac{\lambda_i t_{npi}(K_i)}{(\mu_i t_{npi}(K_i) - 1)}$$

При третьей конфигурации –
$$K_i = \frac{1 + \lambda_i t_{npi}(K_i)}{\mu_i t_{npi}(K_i)}$$

Во втором варианте – по известному выражению для многоканальных СМО с неограниченной длиной очереди, которое связывает время пребывания и число каналов.

Пусть, например, для i -го узла $\lambda_i=20$ з/с, $\mu_i=10$ з/с, т.е. $\lambda_i/\mu_i=2$. Значит K_i должна быть не менее 3, т.е. $K_i \geq 3$. Для каждого из трех вариантов конфигурации значения K_i' , K_i'' , и K_i''' , т.е. стоимости, в зависимости от времени пребывания приведены в таблице и построены графики, показанные на рис. 1.

Таблица 1

$K_i S_i$	$t_{np}(K_i')$	$t_{np}(K_i'')$	$t_{np}(K_i''')$
3	0,3	0,144	0,1
4	0,2	0,109	0,05
5	0,167	0,102	0,033
6	0,15	0,1	0,025
7	0,14	0,1	0,02
	0,133	0,1	0,017

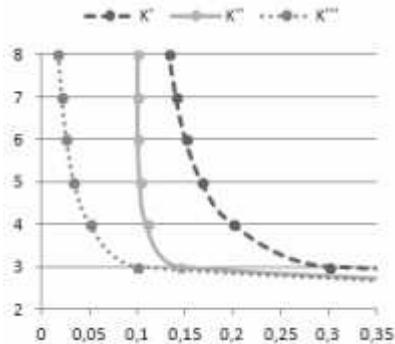


Рисунок 1 – Зависимость стоимости от времени пребывания

Существенное уменьшение стоимости во втором варианте объясняется уменьшением времени ожидания и, следовательно, для одних и тех же временных ограничений требуется меньшее число каналов. А при третьей конфигурации стоимость уменьшается за счет уменьшения времени обслуживания. При смягчении ограничений на время ответа отличие в затратах для всех трех конфигураций уменьшается и в

пределе они становятся одинаковыми, так как при этом стоимостная добавка, определяемая вторым членом выражения, S_{\min} стремится к нулю. Рассмотрим еще пример с большим соотношением λ_i и μ_i .

Пусть $\lambda_i=40$ з/с, $\mu_i=10$ з/с, тогда $\lambda_i/\mu_i=4$ (табл.2, рис.2). Значит K_i должно быть больше или равно 5.

Таблица 2

$K_i S_i$	$t_{\text{пр}}(K_i')$	$t_{\text{пр}}(K_i'')$	$t_{\text{пр}}(K_i''')$
5	0,5	0,155	0,1
6	0,3	0,114	0,05
7	0,233	0,105	0,033
8	0,2	0,101	0,025
9	0,18	0,1	0,02
10	0,167	0,1	0,017

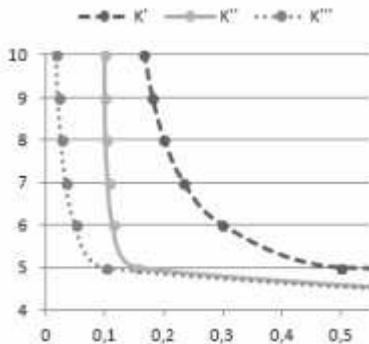


Рисунок 2 – Зависимость стоимости от времени пребывания

Как и следовало ожидать, при увеличении соотношения λ_i и μ_i отличие стоимостных затрат для различных конфигураций увеличивается. Это и понятно. Поскольку есть отличие в затратах между этими конфигурациями, то оно будет расти в абсолютной величине с увеличением минимально необходимого числа устройств в узле. Это относится и к стоимости и к времени ответа. Поскольку число узлов N в вычислительной системе или сети очень велико, то абсолютная величина экономии и стоимостных и временных затрат во втором и особенно третьем вариантах весьма существенна.

При проектировании ВС, выбирая конфигурацию узлов в первую очередь следует рассмотреть узлы с большими значениями коэффициентов передачи α_i .

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пескова С.А., Кузин А.В., Волков А.Н. Сети и телекоммуникации. М.: Академия, 2009. 352с.

2. Иголина Г.В., Аверцев С.В. Выбор оптимального числа однотипных устройств в системах коллективного доступа. // Информационные технологии в научных исследованиях // Межвузовский сборник научных трудов. Рязань, 2010. – С.71-80.

3. Аверцев В.Г., Басканова О.М., Гусаров Д.А. Выбор конфигурации узлов в разомкнутых структурах. // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем // Межвузовский сборник научных трудов. Рязань, 2013. – С.35-42.

С.И. БАБАЕВ, С.О. ЖИДКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

**ВЫДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ПИКА
КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ПОЛУТОНОВЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В БАЗИСЕ УОЛША**

В статье рассмотрен улучшенный пример выделения результирующего пика корреляционной функции полутоновых изображений в базисе Уолша, рассмотрены различные примеры, их описание и итоговый результат.

Предисловие

Изображение, которое можно рассматривать как двумерный сигнал, является значительно более емким носителем информации, чем обычный одномерный (временной) сигнал. Вместе с тем, решение научных и инженерных задач при работе с визуальными данными требует особых усилий, опирающихся на знание специфических методов, поскольку традиционная идеология одномерных сигналов и систем мало пригодна в этих случаях. В данной статье рассмотрены некоторые методы, которые позволяют получить более выраженный пик корреляционной функции, при этом их вычисление менее трудоемко и более эффективно.

Постановка задачи

Пусть имеется одно изображение А, которое является частью изображения Б. Необходимо найти координаты вхождения изображения А в Б.

Для этого вычисляется корреляционная функция, которая позволяет построить двумерный массив результатов выполнения этой функции, причем размер этого массива совпадает с размером изображения Б. Индексы полученного массива являются координатами изображения, значение массива при этих индексах – «степень» совпадения изо-

бражения. Пример сетчатой поверхности массива в изометрии представлен на рисунке 1, вид спереди – рисунок 2.

На рисунке 2 можно увидеть ярко выраженный пик, однако по соседству также имеются пики, большинство которых просто представляют шумы. Необходимо постараться уменьшить высоту ближайших соседних пиков, при этом разность между основным пиком и ближайшим максимальным не меньше 0,8.

Методы решения

Для решения поставленной задачи необходимо работать с матрицей Уолша-Адамара (H), которая представляет из себя матрицу, размерность которой совпадает с размером изображения A. Рассмотрим используемые методы.

Периодичное обнуление столбцов и строк

Данный метод позволяет обнулять строки и столбцы матрицы H с определенным шагом m , но так как необходимо учитывать скорость вычислительных операций, то уместнее задавать шаг, при котором будут затронуты максимальное число столбцов и строк.

При $m=2$ скорость выполнения корреляционной функции увеличивается в двое. Результат выполнения данного метода представлен на рисунке 3.

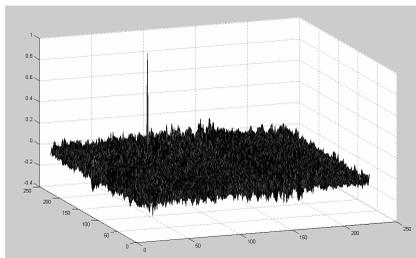


Рисунок 1 – Сетчатая поверхность

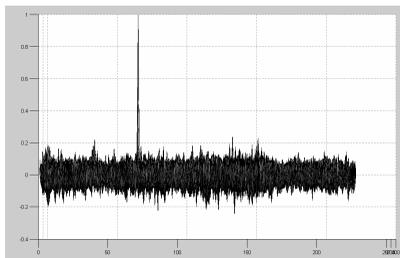


Рисунок 2 – Сетчатая поверхность (вид спереди)

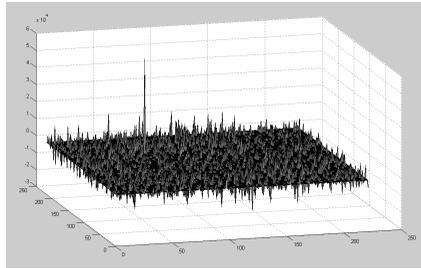


Рисунок 3 – Сетчатая поверхность при обнулении столбцов и строк

Как можно заметить из рисунка 3, данный результат является неудовлетворительным. Выполнив операцию нормирования до единицы, разность между основным пиком и ближайшим максимальным составляет $\approx 0,6$ единиц.

Периодичное обнуление столбцов и строк пластинами

Данный метод является модификацией метода простого обнуления строк и столбцов. Суть его состоит в том, что обнуляется не только элемент массива $H(i,j)$, а и следующие n элементов в строке, что позволяет обнулять элементы целыми пластинами. Результат представлен на рисунке 4.

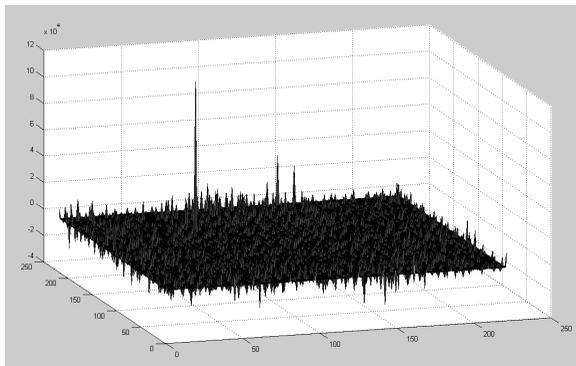


Рисунок 4 – Сетчатая поверхность при обнулении столбцов и строк пластинами при значениях $n=4$ и $m=8$

Данный метод позволяет получить лучшие результаты по скорости, однако разность между основным пиком и ближайшим максимальным составляет $\approx 0,58$ единиц, что также является неудовлетворительным результатом.

Симметричное обнуление элементов

Изначально, при вычислении корреляционной функции использовалась матрица Уолша-Адамара, в которой обнулялась левая верхняя часть, как показано на рисунке 5. Причем, число обнуляемых элементов по строкам и столбцам совпадает и собой представляет подматрицу нулевых значений.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 1 & 1 \\ 0 & 0 & & 1 & 1 \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ 1 & 1 & & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Рисунок 5 – Пример матрицы Уолша-Адамара

Размер этой подматрицы, состоящей из одних нулей, существенным образом влияет на результат корреляционной функции. Подбирая это значение, можно получить результат, который изначально будет нас удовлетворять. Однако, этот результат можно значительно улучшить, если обнулить все элементы, стоящие в правой нижней части исходной матрицы, тем самым получив две нулевых подматрицы, чья размерность совпадает. Пример такой матрицы представлен на рисунке 6.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 1 & 1 \\ 0 & 0 & & 1 & 1 \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 1 & & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Рисунок 6 – Пример матрицы Уолша-Адамара

Результат выполнения корреляционной функции представлен на рисунке 7. Как видно из полученной сетчатой поверхности, что разность между пиками составляет 0.84 единиц, что в полной мере удовлетворяет ранее заявленным требованиям.

Вывод

Как показали практические эксперименты, лучшим методом по улучшению выделения результирующего пика оказался симметричный метод, так как он дает наилучший результат при оптимальных вычислительных затратах.

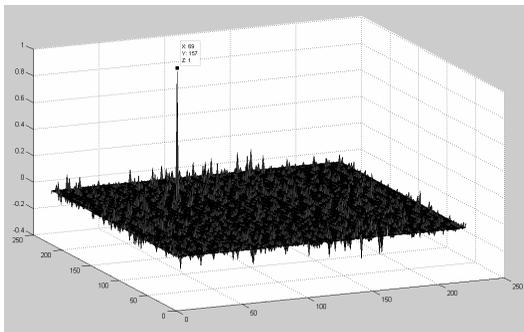


Рисунок 7 – Результат выполнения корреляционной функции с использованием модернизированной матрицы H .

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айфичер Э. Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. Практический подход, 2-е издание, 2004 г.
2. Голубов Б.И., Ефимов А.В., Скворцов В.А. Ряды и преобразования Уолша: теория и применения. Издание 1ое, 1987, 344с.
3. Трахтман А.М., Трахтман В.А., Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах, Москва, Советское радио, 1975 г.

А.Е. БОРЗЕНКО, Е.Д. ОРЛОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

ВЕКТОРНО-КОНВЕЙЕРНЫЕ ЭВМ

Рассматриваются базовые принципы архитектуры современных векторно-конвейерных суперкомпьютеров.

С момента появления первых ЭВМ возникла проблема повышения их эффективности за счет увеличения производительности. Без использования высокопроизводительных вычислений НРС (High Performance Computing) сейчас невозможно обойтись в таких областях как: автомобилестроение, авиационная промышленность, атомная промышленность, космические исследования, разведка нефти и газа, прогнозирование погоды, системы принятия решений.

Суперкомпьютеры работают быстро не только благодаря самой современной элементной базе, но и за счет принципиальных решений, заложенных в их архитектуру. Важнейшую роль здесь играет принцип

конвейерной обработки данных, воплощающий идею параллельного выполнения нескольких действий.

Классификация предложенная М. Флинном ещё в конце 60-х годов прошлого века базируется на понятиях двух потоков: команд и данных. На основе числа этих потоков выделяется четыре класса архитектур: SISD (Single Instruction Single Data) - единственный поток команд и единственный поток данных, SIMD (Single Instruction Multiple Data) - единственный поток команд и множественные потоки данных, MISD (Multiple Instruction Single Date) - множественные потоки команд и единственный поток данных и, наконец, MIMD (Multiple Instruction Multiple Date) - множественные потоки команд и данных.

Другим параметром классификации параллельных компьютеров может служить наличие общей (SMP, Symmetric MultiProcessing) или распределенной памяти (MPP, Massive Parallel Processing). Нечто среднее между SMP и MPP представляют собой NUMA-(Non-Uniform Memory Access) архитектуры, где память физически распределена, но логически общедоступна. Популярные сейчас кластерные системы представляют собой более дешевый вариант MPP.

Архитектура первого векторно-конвейерного компьютера Cray-1 (1976 г.) оказалась настолько удачной, что породила целый класс параллельно-векторных систем (PVP, Parallel Vector Processing). Название этому классу дали два принципа, заложенных в архитектуре процессоров: конвейерная организация потока команд и введение в систему команд набора векторных операций, позволяющих работать с массивами данных.

Исторически это были первые компьютеры, к которым в полной мере было применимо понятие "суперкомпьютер". Как правило, несколько векторно-конвейерных процессоров работали в режиме с общей памятью (SMP), образуя вычислительный узел, а несколько таких узлов объединялись с помощью коммутаторов, образуя либо NUMA, либо MPP-систему.

Суперкомпьютеры, разработанные по технологии MPP, объединяют большое число микропроцессоров - вплоть до нескольких тысяч, - соединяя каждый из них с локальным банком памяти посредством высокоскоростной коммутационной среды.

Главная особенность систем с симметричной многопроцессорной архитектурой SMP - наличие общей физической памяти, разделяемой всеми процессорами. В этом случае система строится из отдельных модулей, содержащих процессор, локальный банк оперативной памяти, два коммуникационных процессора или сетевой адаптер, иногда жесткие диски и/или другие устройства ввода-вывода.

Один коммутационный процессор обычно используется для передачи команд, другой - для передачи данных. По сути, такие модули представляют собой полнофункциональные компьютеры. Доступ к банку оперативной памяти из конкретного модуля имеют только процессоры того же модуля. Модули соединяются специальными коммуникационными каналами.

Гибридная архитектура NUMA воплощает в себе удобства систем с общей памятью и относительную дешевизну систем с раздельной памятью. Суть этой архитектуры состоит в особой организации памяти. Здесь память физически распределена по различным частям системы, оставаясь логически разделяемой, так что пользователь видит единое адресное пространство. Система формируется из однородных базовых модулей, состоящих из небольшого числа процессоров и блока памяти.

Модули объединены с помощью высокоскоростного коммутатора. Поддерживается единое адресное пространство, аппаратно организован доступ к удаленной памяти, т. е. к памяти других модулей. При этом доступ к локальной памяти осуществляется в несколько раз быстрее, чем к удаленной.

Основной признак параллельно-векторных систем PVP - наличие специальных векторно-конвейерных процессоров, в которых предусмотрены команды однотипной обработки векторов независимых данных, эффективно выполняющиеся на конвейерных функциональных устройствах.

Как правило, несколько таких процессоров работают одновременно над общей памятью (аналогично SMP) в рамках многопроцессорных конфигураций. Несколько таких узлов могут объединяться с помощью коммутатора.

Изначально векторно-конвейерные компьютеры не требовали никакой специальной технологии программирования, что и стало решающим фактором в их успехе на компьютерном рынке.

Типичным примером PVP-решений могут служить несколько поколений системы серии SX (архитектура SX), которые с 1983 года создает подразделение корпорации NEC - HNSX Supercomputers.

Модель	SX-2	SX-4	SX-6	SX-7	SX-8	SX-9	SX-ACE
Год	1983	1994	2001	2002	2004	2007	2013
Макс. число процессоров	1	32	8	32	8	16	1

Пиковая мощность ЦПУ, (Гфлопс)	1,3	2	8	8,83	16	102,4	256
Пиковая мощность системы, (Гфлопс)	1,3	64	64	282	128	1638	256
Макс. объем памяти (ГБ)	0,256	16	64	256	128	1000	1000
Пропускная способность шины памяти, (ГБ/с)	11	512	256	1129	512	4096	256

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борзенко А. Параллельно-векторные суперкомпьютеры. - ВУТЕ Россия - № 8 (84) август 2005, с. 50 56.

В.В. БРЫЛЁВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ
КУРСОРОМ ПОСРЕДСТВОМ МАНИПУЛЯТОРА ТИПА
«МЫШЬ»**

Рассматриваются вопросы, связанные с биометрическими системами идентификации, в частности рассматривается метод биометрической идентификации пользователя через движения манипулятора "мышь".

На сегодняшний день весь мир сосредоточен вокруг использования интернет технологий, поэтому задача аутентификации и идентификации стали наиболее важными как никогда ранее. Наиболее общий подход по обеспечению информационной безопасности интернет систем заключается в использовании логина и пароля. К сожалению, пароли подвержены двум серьёзным проблемам: разглашению и краже. В таких случаях мошенник может легко использовать похищенный аккаунт в своих целях. Так же, идентификация пользователя в большинстве систем происходит только единожды. Поэтому, все компьютеры, оставленные без присмотра, остаются фактически не защищёнными от несанкционированных и незаконных действий. Поэтому, в последнее время широкое распространение получили биометрические методы идентификации личности[3].

Биометрические технологии идентификации можно разделить на две большие категории - физиологические (статические) и психологические (динамические).

К первой относятся методы, основанные на физиологической характеристике человека, т. е. неотъемлемой, уникальной характеристике, данной ему от рождения. Здесь анализируются такие признаки, как черты лица, структура глаза, ладонь, форма руки, рисунок вен на запястье или тепловая картина.

Ко второй группе относятся так называемые динамические методы, которые основываются на поведенческой характеристике человека. Иными словами, они используют особенности, характерные для подсознательных движений в процессе воспроизведения какого-либо действия. К таким характеристикам относятся голос человека, особенности его подписи, динамические параметры поведения при работе за компьютером, например, особенности управления манипулятором типа «мышь». Естественно такая задача намного сложнее статической

задачи. Однако решение ее обещает избавиться от недостатков статической аутентификации, ведь даже сам субъект не знает своего образа, несмотря на то, что "носит" его постоянно с собой[2].

В данной работе рассмотрим подход, основанный на поведенческой биометрии личности при управлении манипулятором типа «мышь». Он заключается в пассивном наблюдении за поведением мыши. Данный метод даёт дополнительный защитный слой путём беспрерывной идентификации залогиненного пользователя.

Он имеет следующие особенности:

- Точность.

Система точно идентифицирует мошеннические действия, а также вероятность принятия обычного пользователя за мошенника стремится к нулю.

- Быстрота ответа.

Система аутентифицирует за кратчайшие сроки, не заметные для пользователя.

- Трудно подделать.

Очень сложно имитировать поведенческие характеристики другого человека при управлении мышью. И в то же время, от этого вида аутентификации нельзя отклониться.

- Относительная дешевизна метода.

Не требуется установка специализированного аппаратного и программного обеспечения[1].

Ставится задача распознавания пользователя по множеству статистических параметров, полученных на основе данных движения курсора пользователя в реальном времени. Измерения координат движения курсора необходимо преобразовать таким образом, чтобы получить множество признаков, однозначно определяющих выбранного пользователя системы.

Данный метод включает в себя три составляющих:

- Приобретение поведенческих характеристик
- Обучение
- Аутентификация пользователя

Приобретение поведенческих характеристик основывается на захвате событий мыши. Эта часть состоит из модулей:

- Особенность приобретения характеристик.

Отвечает за приобретение событий, захватываемых с мыши. Мониторинг мыши происходит при помощи JavaScript кода за счёт использования технологии AJAX. Каждое событие может быть описано

квartetом < Тип события, x координата, y координата, временная отметка>[1].

- Извлечение характеристик и их преобразование в метрики.

Преобразует приобретённые данные в конкретные характеристики мыши. Анализируя данные, полученные при движении мыши, получаем определённые характеристики – метрики.

Перечислим самые главные из них: направление движения, угол кривизны, дистанция кривизны, время между событиями «mouse down» и «mouse up» левой/правой кнопкой мыши, дистанция, пройденная между событиями «mouse down» и «mouse up» левой/правой кнопкой мыши и другие[1].

На этапе обучения происходит идентификация образа пользователя, осуществляемая посредством нейронной сети с радиальными базисными элементами, отличающейся высокой скоростью обучения и способностью моделировать любую нелинейную функцию с помощью лишь одного скрытого слоя. Радиальная сеть имеет фиксированную структуру с одним скрытым слоем и линейным выходным нейроном. Обучение нейронной сети производится по алгоритму обратного распространения ошибки регулярно через определенные регламентом работы открытой системы интервалы времени T . На этапе аутентификации происходит процедура распознавания профиля пользователя, и в случае, если пользователь пользуется системой впервые – занесение его профиля в базу данных.

Эффективность данного метода была экспериментально подтверждена. В эксперименте участвовали 25 человек, разного возраста и образования. И 25 компьютеров с различными операционными системами[1]. В результате исследований были получены следующие показатели:

FAR (False Acceptance Rate) = 2,4614%. Характеризует вероятность ложного совпадения биометрических характеристик двух людей.

FRR(False Rejection Rate) = 2,4649%. Характеризует вероятность отказа доступа человеку, имеющего допуск.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. A. A. E. Ahmed, and I. Traore, “A New Biometric Technology Based on Mouse Dynamics”, IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, Vol. 4, No. 3, pp. 165–179, July-September 2007.
2. H. Gamboa, and A. Fred, “Behavioural Biometric System Based on Human Computer Interaction”, vol. 5404, pp. 381–392, 2004.

3. R. V. Yampolskiy, “Human Computer Interaction Based Intrusion Detection”, IEEE Computer Society, In Proc. of the International Conference on Information Technology, pp. 837–842, 2007.

А.М. ГОСТИН, С.С. КОСОРУКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

**ПОСТРОЕНИЕ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ
УНИВЕРСИТЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

В статье рассматриваются общие принципы построения личного кабинета преподавателя с использованием витрин данных при частом изменении структуры данных, показателей и выходных форм.

Динамичность современного рынка образовательных услуг, сложные экономические условия существования ВУЗов остро ставят вопрос организации информационной поддержки процессов управления качеством образования, охватывающей большую часть информационных процессов в организации. В связи с этим актуальна организация в ВУЗе интегрированной аналитической информационной системы (ИАИС) на основе личного кабинета преподавателя, позволяющей оптимизировать процессы взаимодействия подразделений, организовать процессный подход к управлению ВУЗом. Важными ключевыми компонентами подобной системы являются: корпоративное хранилище данных, а также система формирования сводной регламентированной отчетности, данные для подготовки которой генерируются посредством личного кабинета в единой структуре или витрине данных.[1]

Витрина данных представляет собой функционально-ориентированную и, как правило, содержащую данные по одному из направлений деятельности университета, базу данных. Она отвечает тем же требованиям, что и хранилище, но, в отличие от него, нейтрального к приложениям, в витрине информация хранится оптимизировано с точки зрения решения конкретных задач [2] (см. рис. 1).



Рисунок 1 - Схема ИАИС личного кабинета преподавателя с использованием витрин данных.

Целями создания ИАИС личного кабинета преподавателя являются:

- повышение эффективности работы структурных подразделений университета и системы управления вузом в целом;
- обеспечение возможности работы с корпоративными административными данными;
- создание единого информационного пространства вуза;
- упорядочение информационных потоков;
- автоматизированное формирование интегрированной информации;
- обеспечение информационного взаимодействия с региональными и федеральными органами управления образованием, а также другими организациями;
- информационная поддержка системы управления качеством подготовки специалистов.

Наличие множества витрин данных для разных категорий пользователей предполагает взаимодействие подсистем для обновления ключевой информации в хранилище, что в условиях постоянного изменения структуры и содержания информации является нетривиаль-

ной задачей. Хорошим решением в этом случае является использование сервисно-ориентированной архитектуры приложений на основе формата обмена данными XML.

При таком подходе каждая витрина данных кроме своих основных функций предоставляет также некоторые сервисные функции для других подсистем, например, выдает по запросу список групп учащихся. В этом случае новые данные возникают в тех местах, где они фактически ведутся, а хранилище становится распределенным.

Преимущество распределенного хранилища данных заключается в его гибкости, простоте работы приложений, в независимости структур данных и их представлений.

В заключение хотелось бы отметить, что внедрение в вузе интегрированной аналитической информационной системы личного кабинета преподавателя позволяет достичь более высокой степени управляемости и достоверности показателей современного университета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методы интеграции данных для построения ИС управления вузом. [Электронный ресурс].

URL: <http://www.pandia.ru/text/77/29/80754.php>

2. Витрина данных, Секция данных, Data Mart. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.basegroup.ru/glossary/definitions/datamart/>

3. Шанченко Н. И. Информационный менеджмент: учебное пособие для студентов специальности «Прикладная информатика (в экономике)». - Ульяновск : УлГТУ, 2006. - 95 с., 2006

Н.Н. ГРИНЧЕНКО, В.Т. КАО, Г.В. ОВЕЧКИН

Рязанский государственный радиотехнический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ СОЕДИНЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ МНОГОПороГОВЫХ ДЕКОДЕРОВ ПРИ ДЕКОДИРОВАНИИ САМООРТОГОНАЛЬНЫХ КОДОВ

Предложены методы улучшения эффективности многопороговых декодеров самоортогональных кодов за счет их параллельного и последовательно-параллельного соединения. Выполнено исследование эффективности предложенных декодеров при различных значениях параметров. Даны рекомендации наилучших параметров.

Введение.

Сравнение различных алгоритмов декодирования помехоустойчивых кодов показывает, что самые эффективные алгоритмы, напри-

мер реализующие алгоритмы декодирования Витерби (АВ) и методы декодирования турбо кодов (ТК) для длинных кодов слишком сложны. Сложность оптимального АВ расчет экспоненциально с ростом конструктивной длиной кода K , в связи с чем на практике данный метод обычно применяется для декодирования кодов с $K \leq 9$, обладающих невысокой эффективностью. Сложность декодирования ТК определяется сложностью методов декодирования составляющих кодов и количеством итераций декодирования. Она также оказывается слишком большой для их применения в составе высокоскоростных систем связи. Сложность реализации многопорогового декодера (МПД) пропорциональна кодовому расстоянию применяемых кодов и числу итераций декодирования. Эта сложность при типичных параметрах кодера и декодера оказывается в сотни раз меньше сложности декодеров турбо кодов [1], но, при этом, обычный МПД немного уступает по эффективности декодерам ТК. Для повышения эффективности МПД можно использовать подход, предложенный в [2], при использовании которого сложность декодера все равно останется в десятки раз меньше сложности декодера ТК.

Ниже будут изложены идеи построения схем декодирования, в которых используется несколько МПД для улучшения энергетического выигрыша кодирования. При этом сложность реализации (в смысле количества выполняемых операций) описанных схем не превышает сложности сопоставимых по эффективности алгоритмов декодирования других кодов.

1. Схема параллельного соединения МПД.

Среди возможных подходов к улучшению энергетического выигрыша кодирования МПД, например, использование каскадных схем и схем с выделенными ветвями [3], следует выделить систему, использующую параллельно несколько МПД для декодирования информации, полученной из дискретного канала. Такая система связи представлена на рисунке 1.

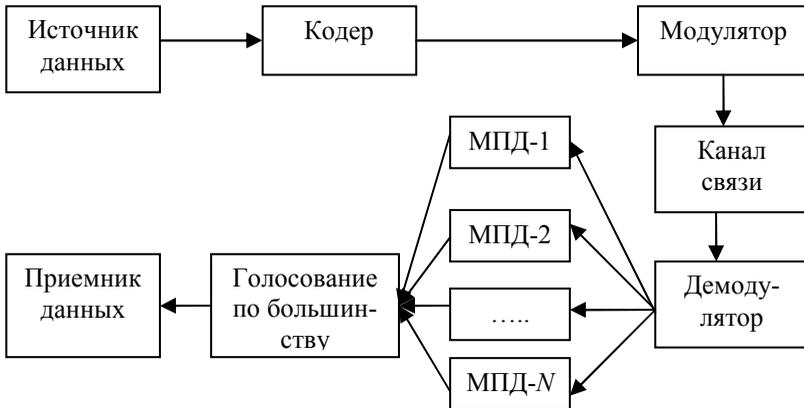


Рисунок 1 - Пример системы связи, использующей параллельное соединение нескольких МПД

По этой схеме сигнал после демодулятора посылается параллельно на N МПД. Все N декодеров выносят свои решения относительно декодируемых символов и после декодирования мы получаемся N декодированных сообщений. Получения общего результата декодирования используется блок, который с помощью голосования по большинству определяет значение каждого из битов сообщения.

Для получения наибольшей эффективности схемы желательно, чтобы все N МПД обладали примерно одинаковой эффективностью, и, кроме этого, параметры декодера должны достаточно отличаться для того, чтобы оставшиеся комбинации ошибок на выходе составляющих декодеров с большой вероятностью были разными.

Рассмотрим эффективность данной системы в канале с аддитивным белым гауссовским шумом при использовании модуляции типа BPSK и 16-ти уровневое квантования на выходе демодулятора.

На рисунке 2 представлены полученные с помощью разработанных программных средств результаты моделирования данной системы для блочного самоортогонального кода (СОК) со скоростью $R=2/4$, минимальным кодовым расстоянием $d=9$ и длиной кодового ограничения $n=11000$.

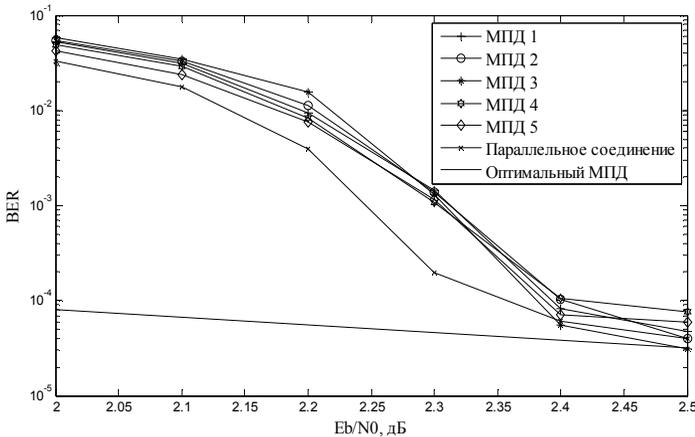


Рисунок 2 - Эффективность параллельной схемы декодирования для блочного СОК с $R=2/4$ и $d=9$

При получении графиков использовалось 5 МПД с разными параметрами весов и порогов, число итераций $I=15$. Из графиков видно, что 5 декодеров имеют сопоставимые эффективности. После голосования по большинству мы получили меньшую вероятность ошибки декодирования. Видно, что параллельное соединение пяти МПД позволяет приблизить границу эффективной работы МПД в области больших шумов к пропускной способности канала примерно на 0,1 дБ по сравнению с обычным МПД. В области большего отношения сигнал/шум выигрыш увеличить не удастся, поскольку в этой области каждый составляющий МПД уже работает почти как оптимальный декодер для данного кода, который улучшить невозможно.

Заметим, что сложность декодирования рассмотренной схемы по сравнению со сложностью обычного МПД увеличивается в несколько раз, но остается в несколько раз меньше сложности других сопоставимых по эффективности алгоритмов.

Рассмотрим влияние числа составляющих декодеров на эффективность и сложность данной схемы.

Характеристики параллельной схемы при использовании различного числа составных декодеров для данного СОК представлены на рисунке 3. Из рисунка видно, что при использовании трех и четырех декодеров мы получили выигрыш, равный 0,05 дБ, при применении пяти декодеров мы получили выигрыш 0,1 дБ. При увеличении числа

декодеров до восьми, энергетический выигрыш увеличивается совсем незначительно.

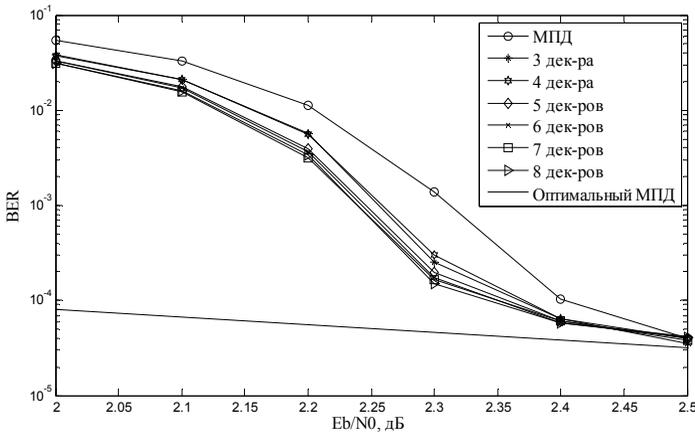


Рисунок 3 - Эффективность параллельной схемы декодирования блочного СОК с $R=2/4$ и $d=9$ при различном числе декодеров

Из полученных результатов следует, что в данной схеме целесообразно использование пяти декодеров. Это объясняется тем, что при использовании менее пяти декодеров, эффект от использования такой схемы незначителен ($\leq 0,05$ дБ). При применении пяти декодеров мы получили выигрыш 0,1 дБ, т.е. в 2 раза больше. Дальнейшее увеличение числа декодеров позволяет получить выигрыш $\leq 0,02$ дБ, но при этом сложность системы увеличивается пропорционально числу составляющих декодеров.

2. Схема последовательно-параллельного соединения МПД

Рассмотрим эффективность такой же схемы, как и рассмотренной в первом пункте, но при последовательном подключении еще одного МПД после устройства голосования по большинству. Такая схема представлена на рисунке 4.

В процессе работы последовательно-параллельной схемы декодирования, в отличие от параллельной схемы, осуществляется декодирование полученного после голосования по большинству сообщения. Это позволяет еще немного повысить эффективность применения кодирования.

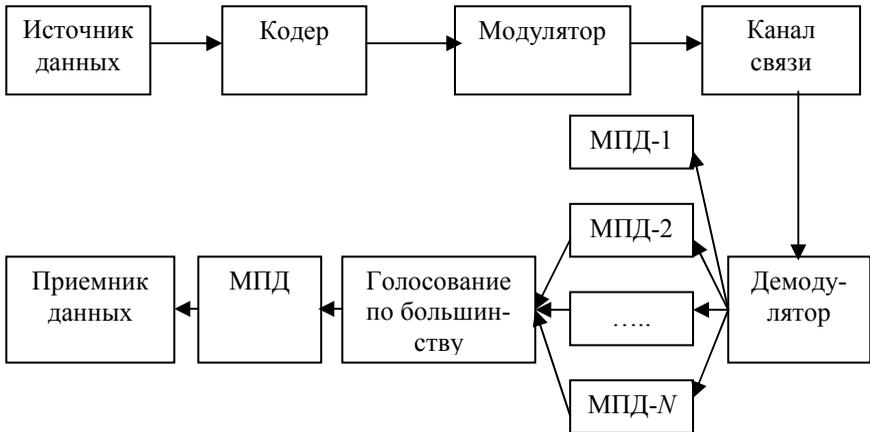


Рисунок 4 - Пример системы связи, использующей последовательно-параллельное соединение МПД

Результаты моделирования схемы последовательно-параллельного соединения МПД, состоящей из шести МПД для блочного СОК со скоростью $R=2/4$ и кодовым расстоянием $d=9$, представлены на рисунке 5. Эти графики снова получены для канала с аддитивным белым гауссовским шумом при использовании модуляции типа BPSK и 16-ти уровневое квантования на выходе демодулятора.

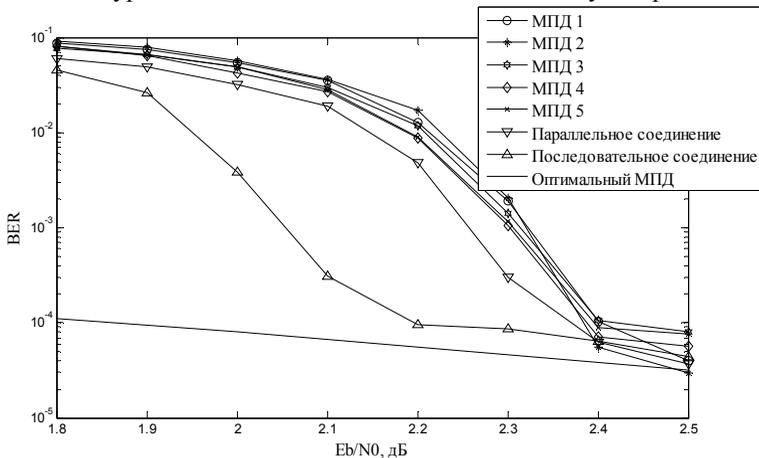


Рисунок 5 - Эффективность последовательно-параллельной схемы декодирования для блочного СОК с $R=2/4$ и $d=9$

Из рисунка видно, что при подключении еще одного МПД после голосования по большинству мы получили выигрыш до 0,2 дБ по сравнению с ранее описанной схемой. Итого, при использовании 6 декодеров в последовательно-параллельной схеме, мы получили дополнительный энергетический выигрыш порядка 0,3 дБ. При этом сложность реализации по сравнению с параллельной схемой декодирования увеличивается всего на 20%.

На рисунке 6 представлены характеристики последовательно-параллельной схемы при разном числе декодеров на первом этапе перед устройством голосования по большинству. Из рисунка видно, что при использовании трех и четырех декодеров на первом этапе мы получили дополнительный выигрыш 0,2 дБ. Увеличение декодеров до пяти позволяет получить выигрыш 0,3 дБ. Увеличение числа декодеров можно проводить и далее, но при этом энергетический выигрыш увеличивается мало. С другой стороны, сложность схемы при увеличении числа декодеров увеличивается пропорционально числу декодеров.

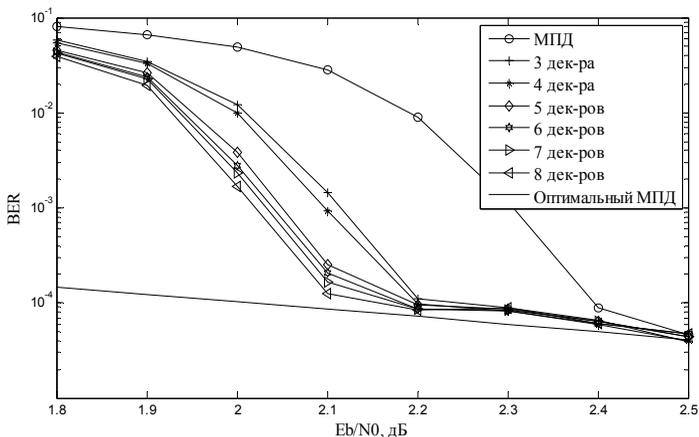


Рисунок 6 - Характеристики последовательно-параллельной схемы декодирования для блокового СОК с $R=2/4$ и $d=9$.

Итак, при применении последовательно-параллельной схемы мы получили характеристики, на 0,2 дБ лучше по сравнению к параллельной схеме и на 0,3 дБ лучше обычного МПД. Отметим, что число декодеров влияет на характеристики последовательно-параллельной схемы также как и на характеристики параллельной схемы. В схемах целесообразно использовать пять декодеров перед устройством голо-

сования по большинству, что дает хороший результат при обеспечении невысокой сложности реализации схемы.

Выводы.

Важнейшим достоинством МПД алгоритмов наряду с высокой эффективностью оказывается возможность их чрезвычайно высокого быстродействия, как при программной, так и при аппаратной реализации. Это позволяет комбинировать несколько МПД в одной схеме декодирования для получения большего энергетический выигрыша кодирования при сохранении невысокой сложности реализации по сравнению с другими методами коррекции ошибок. Описанные в работе подходы позволяют получить дополнительный энергетический выигрыш кодирования в гауссовском канале порядка 0,3 дБ, что является достаточно серьезным результатом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №14-07-00824) и гранта Президента РФ (грант МД-639.2014.9).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Сложность реализации эффективных методов декодирования помехоустойчивых кодов // 6-я межд. конф. и выст. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М.: 2004. Том 1. С. 220 – 221.
2. Дмитриева Т.А. Разработка многоуровневого многопорогового устройства декодирования. – Вестник РГРТУ. Вып. 22. Рязань, 2007.
3. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 239 С.

М.А. ИВАНЧИКОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

**АЛГОРИТМ АДАПТИВНОЙ УСКОРЕННОЙ
МАРШРУТИЗАЦИИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ УМЕНЬШЕНИИ
НАГРУЗКИ НА ЛИНИЯХ СВЯЗИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ
НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ**

Предложен алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров, позволяющий повысить эффективность их функционирования в условиях динамического уменьшения нагрузки на линиях связи.

В настоящее время актуальным является вопрос построения оптимальных сетевых структур при формировании телекоммуникационной инфраструктуры регионов, если на территории региона действуют несколько различных операторов связи. Решение данного вопроса, с учетом особенностей каждого провайдера связи, позволяет построить с наименьшими затратами устойчивую и легко модифицируемую сетевую структуру. Поэтому основное внимание уделяется эффективности применяемых в корпоративных сетях процессов маршрутизации.

Загрузка и пропускная способность линий связи корпоративной сети динамически меняются, что в свою очередь, может приводить к частой рассылке служебной информации об изменении маршрутов.

Задача формирования и построения оптимальных маршрутов передачи данных часто формулируется как задача поиска кратчайших путей на графе. При этом вершинами графа являются базовые узлы, а ребрами – каналы связи, соединяющие эти базовые узлы. В настоящее время известно большое число алгоритмов поиска оптимальных маршрутов.

Для решения задачи поиска оптимальных маршрутов в корпоративных сетях широко используется алгоритм Дейкстры. Данный алгоритм применяется для построения таблиц маршрутизации в протоколе OSPF (Open Shortest Path First). Трудоемкость построения таблиц маршрутизации с использованием классического алгоритма Дейкстры составляет значение $O(N^2)$, где N – число маршрутизаторов корпоративной сети. При наличии нескольких провайдеров связи в корпоративной сети трудоемкость расчета оптимальных маршрутов с применением алгоритма Дейкстры возрастает до значения $O(N^3)$.

В работе [1] предложен алгоритм парных переходов, позволяющий за счет сбора дополнительной информации учесть возможные изменения параметров линий связи корпоративной сети и не произво-

дить полный пересчет маршрутных таблиц. Это позволило снизить трудоемкость расчета таблиц маршрутизации до значения $O(kN)$, где k – число фактически выполненных парных переходов. Однако данный алгоритм применяется в корпоративных сетях только при наличии одного оператора связи.

Наиболее эффективный алгоритм для решения задачи поиска оптимальных маршрутов в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи предложен в работе [2]. Однако в случае динамического уменьшения пропускной способности линий связи в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи необходимо производить полный пересчет таблиц маршрутизации.

В связи с этим разработка новых алгоритмов адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров позволяет повысить эффективность их функционирования за счет уменьшения трудоемкости построения схем оптимальных маршрутов при динамическом уменьшении нагрузки на линиях связи.

Представим корпоративную сеть нескольких провайдеров связи в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа $G = (V, E, W, Z)$, где V – множество вершин (узлов связи или маршрутизаторов), $|V| = N$, E – множество ребер (каналов или линий связи), $|E| = M$, W – множество весов ребер (стоимость каналов связи между узлами), Z – множество провайдеров связи, $|Z| = m$.

Пусть на мультиграфе G в некоторый момент времени уже решена задача поиска оптимальных маршрутов до всех узлов множества $V_s = V \setminus \{v_s\}$ из начального узла v_s , т. е. построено дерево оптимальных маршрутов с корнем в узле v_s . Обозначим это дерево как T_g .

Рассмотрим множество каналов E мультиграфа G . По признаку вхождения каналов в дерево T_g можно разделить исходное множество E на два подмножества: $E_T \in T_g$ и $E_R \notin T_g$, $E_T \cup E_R = E$.

Множество каналов дерева E_T – множество каналов дерева T_g для мультиграфа G . Для заданного мультиграфа G согласно свойству дерева мощность множества E_T будет равняться мощности множества V минус единица $|E_T| = |V| - 1$.

Множество каналов замены для дерева E_R – множество каналов мультиграфа G , не вошедших в дерево T_g . При соответствующих условиях некоторый канал связи $e_{ij}^x \in E_R$, инцидентный узлам v_i и v_j и обслуживаемый провайдером $x \in Z$, может перейти в множество каналов дерева E_T , заменив собой некоторый канал $e_{k,p}^x \in E_T$. При этом инцидентность канала $e_{k,p}^x$ узлу v_i или v_j является обязательным условием. В свою очередь канал $e_{i,j}^x$ перейдет в множество E_R .

Будем называть такие переходы парными переходами и обозначать $e_{ij}^x - e_{k,p}^x$.

Для каждого канала связи $e_{ij}^x \in E$ определены точка вхождения в дерево $w_{ij}^{x,t}$ и точка вхождения в множество замены $w_{ij}^{x,s}$, причем $w_{ij}^{x,t} \leq w_{ij}^{x,s}$, под которыми понимается максимально возможный вес канала e_{ij}^x при его вхождении в множество каналов дерева $E_T \in T_g$ и в множество каналов замены для дерева $E_S \notin T_g$ соответственно.

Маршрутная степень узла связи $ms(v_i)$ – число неповторяющихся каналов связи $e_{ij}^x \in E$, инцидентных узлу v_i , через каждый из которых можно построить маршрут между узлами v_i и v_s .

Теорема 1. Для любого канала связи $e_{ij}^x \in E_T$, обслуживаемого провайдером $x \in Z$ и инцидентного узлам v_i и v_j , маршрутные степени которых больше единицы, при заданной конфигурации графа, неизменных весах других каналов существует такое значение веса $w_{ij}^{x,t}$, что при $w_{ij}^x > w_{ij}^{x,t}$ канал e_{ij}^x становится каналом замены и переходит в множество E_R .

Доказательство. Пусть $\pi_{i,u}$ – текущий оптимальный маршрут и оценка оптимального маршрута $d_i > d_j$. Для узла связи v_i , степень которого больше единицы, следовательно, $|P_i| > 1$, среди $\pi_{i,k} \in P_i$ найдется такой оптимальный маршрут $\pi_{i,p}$, для которого $e_{ij}^x \notin \pi_{i,p}$. Длина маршрута $\pi_{i,p}$ составляет $d_{i,p}$. Тогда при увеличении веса канала связи w_{ij}^x на величину, большую $d_{i,p} - d_{i,u}$ оптимальный маршрут до узла v_i изменится на маршрут $\pi_{i,p}$. То есть при $w_{ij}^x > w_{ij}^x + (d_{i,p} - d_{i,u})$ канал e_{ij}^x становится каналом замены и переходит в множество E_R . В данном случае $w_{ij}^{x,t} = w_{ij}^x + (d_{i,p} - d_{i,u})$. Теорема доказана.

Величину $w_{ij}^{x,t}$ будем называть точкой вхождения в дерево для канала e_{ij}^x .

Отношение парного перехода r_i – отношение соответствия элемента e_{ij}^x множества E_T элементу $e_{k,p}^x$ множества E_R , такое, что при увеличении веса канала e_{ij}^x так, что $w_{ij}^x > w_{ij}^{x,t}$ имеет место парный переход $e_{ij}^x - e_{k,p}^x$.

Теорема 2. Для любого канала связи $e_{k,p}^x \in E_R$, находящегося в отношении парного перехода с некоторым каналом $e_{ij}^x \in E_T$ с заданной точкой вхождения в дерево $w_{ij}^{x,t}$ существует такое значение веса $w_{k,p}^{x,t}$, что при $w_{k,p}^x < w_{k,p}^{x,t}$ канал $e_{k,p}^x$ становится каналом дерева T_g и переходит в множество E_T .

Доказательство. Пусть $\pi_{i,u}$ – текущий оптимальный маршрут, содержащий канал e_{ij}^x . Пусть $\pi_{i,p}$ – оптимальный маршрут, содержащий канал $e_{k,p}^x$. Из доказательства, приведенного выше, следует, что

$d_{i,u} = d_{i,p} - (w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x)$. При $d_{i,p} < d_{i,u}$ канал связи $e_{k,p}^x$ станет каналом дерева T_g и перейдет в множество E_T .

В данном случае $w_{k,p}^{x,t} = w_{k,p}^x - (w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x)$. Теорема доказана.

Теорема 3. Для элементов парного отношения $r_i: e_{ij}^x \in E_t$ и $e_{k,p}^x \in E_r$ при известной точке вхождения в дерево $w_{ij}^{x,t}$ и $w_{k,p}^{x,t}$ справедливо выражение $w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x = w_{k,p}^x - w_{k,p}^{x,t}$.

Доказательство. Пусть каналы e_{ij}^x и $e_{k,p}^x$ инцидентны некоторому узлу v_i , т. е. $k = i$. Пусть оптимальный маршрут между v_s и v_i , содержащий канал e_{ij}^x имеет длину $d_{i,k}$. Известно, что при увеличении веса канала связи e_{ij}^x до значения, превышающего $w_{ij}^{x,t}$, оптимальный маршрут до v_i изменится таким образом, что будет включать в себя канал связи $e_{k,p}^x$ и иметь длину, равную $d_{i,l}$. Следовательно, $d_{i,l} - d_{i,k} = w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x$. С другой стороны, при уменьшении канала связи $e_{k,p}^x$ до значения, меньшего $w_{k,p}^{x,t}$, оптимальный маршрут до v_i изменится таким образом, что будет включать в себя канал $e_{k,p}^x$ и будет иметь длину, равную $d_{i,l}$. То есть $d_{i,l} - d_{i,k} = w_{k,p}^x - w_{k,p}^{x,t}$. Таким образом, $w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x = w_{k,p}^x - w_{k,p}^{x,t}$. Теорема доказана.

В множестве E_R можно выделить два подмножества.

Множество каналов замены E_S для дерева – это такое подмножество множества E_R , элементы-каналы которого участвуют, по крайней мере, в одном отношении парного перехода.

Множество непарных каналов E_P – это такое подмножество множества E_R , элементы-каналы которого не участвуют ни в одном отношении из множества R .

На основе сформулированных выше положений и доказанных теорем разработан алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации, позволяющий уменьшить трудоемкость построения оптимальных маршрутов при динамическом уменьшении нагрузки на линиях связи в корпоративных сетях нескольких провайдеров. Укрупненно алгоритм имеет следующий вид.

Шаг 1. Разбить множество каналов корпоративной сети нескольких провайдеров на подмножество каналов, которые входят в дерево оптимальных маршрутов E_T , подмножество каналов замены E_S , которые не входят в дерево оптимальных маршрутов и подмножество непарных каналов E_P .

Шаг 2. Для каждого канала корпоративной сети нескольких провайдеров определить точки вхождения в дерево оптимальных маршрутов и в множество каналов замены.

Шаг 3. Для узла связи, являющейся листом дерева, произвести поиск всех парных переходов без ограничений по каждому из провайдеров, с учетом весов узлов в ранее построенном дереве оптимальных

маршрутов. Привязать эти списки к узлу связи, инцидентному расматриваемому каналу и расположенному ниже по иерархии.

Шаг 4. Если узел связи не является листом дерева, то вычислить парные переходы для этого узла по каждому из провайдеров, с учетом веса узла по каждому из провайдеров, и выбрать лучшие значения потенциальных парных переходов. Процедура выполняется для формирования списков парных переходов в случае динамического уменьшения нагрузки канала связи.

Шаг 5. Для каждого узла связи сформировать полный список парных переходов.

Шаг 6. Анализируя полученную используемым протоколом маршрутизации информацию, определить, произошло ли уменьшение нагрузки какого-либо канала связи. Если да, то перейти к шагу 7, иначе – к шагу 6.

Шаг 7. Используя список парных переходов, определить, требуется ли сделать парный переход: если да, то перейти к шагу 8, если нет – к шагу 12.

Шаг 8. Для узла связи, у которого потенциал уменьшился и у которого в список парных переходов входит канал связи с изменившейся метрикой, определить путь минимальной длины и поместить канал, который привел к уменьшению потенциала узла связи в дерево оптимальных маршрутов, а сменившийся канал из дерева оптимальных маршрутов – в множество каналов замены, при необходимости изменить вес узла связи в зависимости от обслуживающих провайдеров.

Шаг 9. Определить, уменьшился ли потенциал других узлов связи корпоративной сети, расположенных выше по иерархии, после выполнения парного перехода. Если да, то перейти к шагу 10, иначе – к шагу 11.

Шаг 10. Для каждого узла связи, у которого потенциал уменьшился, определить маршрут минимальной длины. Если новый минимальный маршрут для каждого узла связи содержит канал из списка парных переходов, то поместить данный канал в дерево оптимальных маршрутов, а канал из дерева оптимальных маршрутов – в множество каналов замены.

Шаг 11. Построить новое дерево оптимальных маршрутов корпоративной сети нескольких провайдеров.

Шаг 12. Передать пакеты по доступным маршрутам, пересчитать точки вхождения в дерево и в множество замены, переформировать список парных переходов для каждого изменившегося узла связи. Перейти к шагу 6.

Рассмотрим пример работы разработанного алгоритма адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом уменьшении нагрузки в корпоративных сетях нескольких провайдеров.

Обозначим w_{ij}^x – нагрузка канала связи, соединяющего узлы v_i и v_j ; nw_{ij}^x – новое значение нагрузки, полученное в результате ее динамического уменьшения на линии связи корпоративной сети нескольких провайдеров.

При уменьшении нагрузки канала $e_{ij}^x \in E$ возможны два варианта:

1. $e_{ij}^x \in E_T, nw_{ij}^x < w_{ij}^x$;
2. $e_{ij}^x \in E_R, nw_{ij}^x < w_{ij}^x$.

Рассмотрим первый вариант, то есть уменьшение нагрузки канала связи $e_{ij}^x \in E_T$. Например, если рассмотреть канал $e_{4,5}^1$ мультиграфа G , представленного на рис. 1, то для него значение точки вхождения в дерево будет составлять 50, а значение точки вхождения в множество замены – 60.

Пусть уменьшилась нагрузка канала $e_{4,5}^1$, например, $nw_{4,5}^1 = 20$. Уменьшение нагрузки канала связи, входящего в оптимальный маршрут приведет только к уменьшению длины оптимального маршрута, поэтому дерево оптимальных маршрутов не изменится.

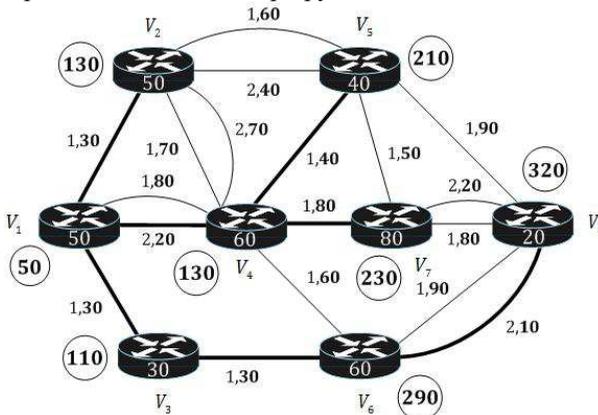


Рисунок 1 – Мультиграф G корпоративной сети нескольких провайдеров

Рассмотрим второй вариант, то есть уменьшение нагрузки канала $e_{ij}^x \in E_R$. Пусть уменьшилась нагрузка канала связи $e_{2,5}^2$, например $nw_{2,5}^2 = 20$. Так как канал $e_{2,5}^2$ находится в отношении парного перехода с каналом $e_{4,5}^1$ и потенциал узла V_5 уменьшится, то произойдет пар-

ный переход $e_{4,5}^1 - e_{2,5}^2$. Тогда мультиграф G корпоративной сети нескольких провайдеров примет вид, показанный на рис. 2.

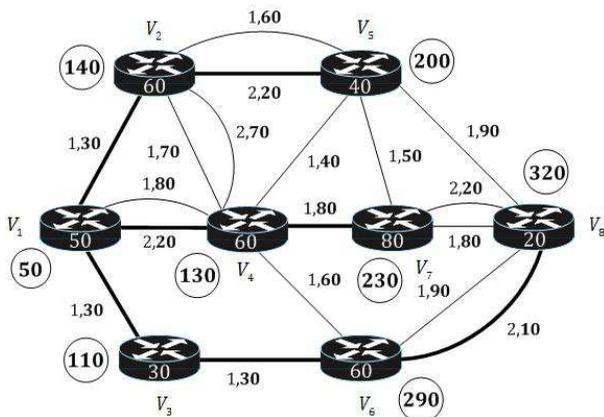


Рисунок 2 - Мультиграф G после уменьшения нагрузки канала $e_{2,5}^2$

Применение предложенного алгоритма адаптивной ускоренной маршрутизации позволило снизить трудоемкость расчета таблиц маршрутизации до значения $O(k \cdot m \cdot N)$, где k – число выполненных парных переходов, m – число провайдеров связи, N – число маршрутизаторов в сети. Таким образом, разработанный алгоритм является эффективным при построении оптимальных маршрутов в корпоративных сетях нескольких провайдеров в условии динамического уменьшения нагрузки на их линиях связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук МК-819.2014.9.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Построение дерева оптимальных маршрутов корпоративной сети в условии динамического изменения нагрузки на ее линиях связи // Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2011. С. 7-18.

2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 2 (44). С. 52-56.

**Н.П. КЛЕЙНОСОВА, Э.А. КАДЫРОВА,
И.А. ТЕЛКОВ, Р.В. ХРУНИЧЕВ**

Рязанский государственный радиотехнический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ РГРТУ

Рассматриваются вопросы организации учебного процесса в системе дистанционного обучения Рязанского государственного радиотехнического университета на базе Moodle 2.3.

Дистанционное обучение – современная форма организации образовательного процесса с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), которая предполагает интерактивное взаимодействие между преподавателями и студентами, свободный доступ к информационным ресурсам вуза и сети Интернет, оперативную доставку учебных материалов в электронной форме.

В Рязанском государственном радиотехническом университете дистанционные образовательные технологии используются для поддержки очного и заочного обучения, а по отдельным программам дополнительного образования – как самостоятельная форма обучения.

Организация системы дистанционного обучения (СДО) в РГРТУ осуществляется на базе свободно распространяемой системы Moodle, которая по уровню предоставляемых возможностей выдерживает сравнение с известными коммерческими системами, в силу чего зарекомендовала себя с положительной стороны в целом ряде зарубежных и российских вузов. Moodle располагает широким спектром возможностей для организации учебного процесса в дистанционной форме, а также различными способами предоставления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости. [1, 4]

Использование ДОТ позволяет организовать постоянный доступ обучающихся, преподавателей и учебно-вспомогательного персонала к СДО РГРТУ на базе Moodle, что обеспечивает освоение и реализацию образовательных программ высшего профессионального образования по различным направлениям. Учебный процесс с использованием ДОТ реализуется профессорско-преподавательским составом РГРТУ на базе институтов, факультетов и кафедр университета. При этом порядок и права доступа пользователей к СДО РГРТУ на базе Moodle определяет Центр дистанционного обучения. [2]

Для организации изучения учебной дисциплины в СДО преподавателю необходимо разработать соответствующий

дистанционный учебный курс. [3] Разработку дистанционного курса осуществляет преподаватель, имеющий документ о повышении квалификации в области дистанционного обучения. Если такой курс не разработан, обучение проводится в традиционной форме.

Процесс обучения с использованием СДО РГРТУ на базе Moodle включает следующие этапы: подготовку процесса обучения, реализацию учебных мероприятий, итоговый контроль, мониторинг образовательного процесса и результатов обучения.

Подготовка процесса обучения - это совокупность действий, направленных на обеспечение реализации основных задач, методик и принципов, положенных в основу проектирования процесса обучения.

Подготовка процесса дистанционного обучения включает в себя комплекс мероприятий по следующим направлениям:

- нормативно-правовое обеспечение;
- материально-техническое обеспечение;
- учебно-методическое обеспечение;
- кадровое обеспечение;
- организационное обеспечение.

Нормативно-правовое обеспечение направлено на разработку и утверждение внутренних нормативных документов, регламентирующих подготовку и проведение учебного процесса с использованием ДОТ.

Материально-техническое обеспечение процесса обучения – это комплекс мероприятий, который включает установку, отладку и поддержку функционирования СДО и необходимого коммуникационного оборудования, а также подготовку автоматизированных рабочих мест, компьютерных классов.

Учебно-методическое обеспечение процесса подготовки дистанционного обучения включает в себя:

- разработку учебных программ,
- подготовку электронных учебно-методических комплексов,
- разработку тестовых заданий, задач и практикумов,
- создание дистанционных учебных курсов,
- размещение дистанционных курсов в СДО.

Разработка дистанционного учебного курса осуществляется в среде Moodle преподавателями на основе утвержденного электронного учебно-методического комплекса по дисциплине в соответствии со сценарием дистанционного курса.

Стандартный дистанционный учебный курс включает в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание;

- программу учебной дисциплины;
- методические рекомендации и инструктивные материалы для студентов;
 - теоретический материал дисциплины;
 - практикум по дисциплине (темы и краткое содержание семинарских занятий, лабораторных и практических работ, задания для самостоятельного выполнения и т.д.);
 - дидактические материалы для контроля (самоконтроля) усвоения учебного материала по дисциплине (тесты, задачи, задания и упражнения и т.п.);
 - электронные образовательные ресурсы;
 - глоссарий (словарь основных терминов и понятий);
 - список рекомендуемых источников (основная и дополнительная литература, ссылки на Интернет-ресурсы).

Качество содержания обучения с использованием ДОТ обеспечивается за счет проведения экспертизы дистанционного учебного курса, который может использоваться в учебном процессе только после *положительного экспертного заключения*. Экспертиза качества дистанционного курса проводится с учетом действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, учебных планов, рабочих программ, внутренних стандартов и положений РГРТУ по вопросам учебно-методического обеспечения учебного процесса. Процедура проведения экспертизы качества дистанционного учебного курса регламентируется соответствующим Положением.

Кадровое обеспечение дистанционного обучения. Разработка дистанционных учебных курсов и проведение обучения в СДО РГРТУ осуществляется преподавателями, имеющими документ о повышении квалификации на базе Института дополнительного профессионального образования РГРТУ либо документ иного образовательного учреждения, подтверждающий право осуществлять дистанционное обучение.

Подготовка и развитие компетенций преподавателей предполагают систематическую работу по повышению квалификации, которая организуется в рамках образовательной программы «Информационные технологии в профессиональной деятельности», методических семинаров, участия в конференциях, тематических вебинарах.

Обучение преподавателей работе с современными дистанционными технологиями в рамках программы «Информационные технологии в профессиональной деятельности» включает следующие основные направления:

- погружение преподавателей в среду, в которой им придется работать, позволяет изучить основные возможности СДО Moodle;
- работу в качестве обучаемого с интерфейсом системы для студента направлено на понимание условий работы и освоения роли студента в СДО;
- освоение технологии создания дистанционного учебного курса позволяет изучить интерфейс системы для разработчика и сформировать практические навыки по работе с СДО в роли разработчика дистанционного курса;
- разработку сценария дистанционного учебного курса, позволяет изучить методы проектирования авторского курса;
- изучение коммуникативных возможностей Moodle, совершенствование навыков виртуального общения направлено на изучение методов организации форумов, чат-сессий, проведения дискуссий, подготовки комментариев к ответам и выполненным заданиям;
- разработку критериев и способов оценки учебной деятельности обучаемых, освоение технологии работы с журналом оценок, что позволяет изучить методы оценки знаний и результатов обучения в целом.

Учет преподавателей, прошедших обучение и допущенных к работе в СДО РГРТУ, ведётся в Центре дистанционного обучения.

Организационное обеспечение процесса ДО включает:

- разработку учебных программ и планов проведения конкретных учебных мероприятий;
- составление графика процесса обучения;
- разработку расписания занятий в электронной образовательной среде;
- планирование нагрузки преподавателей;
- разработку планов индивидуального обучения сотрудников и преподавателей;
- планирование итоговых контрольных мероприятий;
- формирование учебных групп.

Соотношение объема проводимых учебных, лабораторных и практических занятий с использованием ДОТ или путем непосредственного взаимодействия преподавателя с обучающимся определяется кафедрами и отражается в рабочих программах по дисциплинам. Подготовка дистанционного учебного курса к учебному процессу проводится в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса. Исходя из этого проводятся основные настройки дистанционного курса, его отдельных элементов, заполняется блок

«Календарь», разрабатываются методические рекомендации для студентов, включающие шкалу оценки, а также план изучения курса и контрольных мероприятий.

Порядок и права доступа к СДО РГРТУ на базе Moodle определяет ЦДО. Учебные группы формируются не менее чем за месяц до начала обучения. Не менее чем за неделю до начала занятий специалист ЦДО, ответственный за организацию обучения, должен выполнить следующие действия:

- внести записи о составе группы студентов в СДО РГРТУ;
- подготовить пароль и логин для каждого участника процесса обучения;
- прикрепить студента/слушателя к соответствующему дистанционному учебному курсу;

- передать необходимые материалы преподавателю.

Для организации учебной деятельности в СДО РГРТУ в настоящее время используются следующие методы взаимодействия в рамках учебного процесса:

- методы обучения посредством взаимодействия обучаемого с образовательными ресурсами при минимальном участии преподавателя и других обучаемых (самообучение);
- методы индивидуализированного преподавания и обучения, для которых характерны взаимоотношения одного обучаемого с одним преподавателем или одного обучаемого с другим обучаемым;
- методы, в основе которых лежит предоставление обучаемым учебного материала, при котором обучающиеся не выполняют активную роль в коммуникации;
- методы, для которых характерно активное взаимодействие между всеми участниками учебного процесса в ходе проведения дискуссий и конференций, выполнения совместных проектов и проч.

В этой связи одним из наиболее существенных компонентов СДО становится сервис коммуникаций между ее участниками. В среде Moodle возможно использование двух видов коммуникаций:

- *асинхронные* (в режиме off-line) – передача сообщений происходит в произвольное время (электронная почта, форумы, обмен сообщениями);
- *синхронные* (в режиме on-line) - обмен сообщениями происходит в режиме реального времени (чат, видеоконференции).

Результативное применение технологий синхронного общения возможно в условиях высокоскоростного соединения персональных компьютеров участников СДО РГРТУ с сетью Интернет.

Обучение с использованием дистанционных образовательных технологий проводится на основании утвержденных учебных планов и графиков учебного процесса.

Учебная деятельность организуется в форме самостоятельной работы, аудиторных занятий, занятий в СДО, текущих контрольных мероприятий.

Самостоятельная работа включает:

- самостоятельное изучение рекомендованной специальной научно-технической, профессиональной и другой литературы в печатном и электронном виде;
- самостоятельное изучение учебных материалов, размещенных в дистанционных учебных курсах согласно учебному плану.

Аудиторные занятия проводятся в следующих формах: лекции, семинары, практикумы, лабораторные работы.

Занятия в СДО проводятся:

- методом организации самостоятельной работы группы обучаемых под руководством преподавателя;
- посредством взаимодействия обучаемых и преподавателя в режимах чата, форума, видеоконференции или по электронной почте;
- посредством выполнения обучаемыми практических заданий, содержащихся в тематических модулях дистанционного учебного курса;
- методом самопроверки по тестам или контрольным вопросам, размещенным в дистанционном курсе.

Текущие контрольные мероприятия могут проводиться как в дистанционной форме, так и в аудитории с использованием ресурсов СДО.

Обучение в СДО РГРТУ *со стороны преподавателя* предполагает выполнение работы в определенные сроки:

- оказание консультационной и учебно-методической поддержки в форумах, чат-сессиях, а также с использованием сервиса по обмену сообщениями согласно календарному плану;
- ведение новостного и организационного форумов по преподаваемой дисциплине для каждой группы или потока (развёрнутый ответ на вопросы студентов дается в срок не более 3-х дней с момента публикации вопроса); предоставление дополнительной информации студентам на основании вопросов в форуме (в срок не более 5-ти дней с момента публикации запроса);
- проверку заданий, не подлежащих автоматической проверке в СДО (срок предоставления результатов - не более 10-ти дней с мо-

мента поступления выполненного задания от студента, если иное не регламентируется методикой преподавания данной дисциплины; результаты проверки выполненных работ фиксируются в журнале оценок системы Moodle);

Обучение в СДО РГРТУ со стороны студента предполагает:

- получение доступа к СДО РГРТУ на базе Moodle в ЦДО на период обучения;
- получение консультативной помощи по использованию ДОТ;
- самостоятельное изучение представленных в дистанционном учебном курсе учебных и учебно-методических материалов в соответствии с учебным графиком;
- обращение за консультациями к преподавателю с использованием соответствующих сервисов (электронная почта, форум, чат, обмен сообщениями) по содержанию дистанционного учебного курса или организационным вопросам в случае необходимости;
- представление на проверку преподавателю файлов с выполненными заданиями, контрольными, курсовыми работами и проч. для получения комментариев и оценок в соответствии с установленными сроками;
- своевременное выполнение заданий, предусмотренных в дистанционном учебном курсе, для контроля качества усвоения материала.

Учебно-методическая помощь обучающимся осуществляется преподавателями с использованием коммуникационных возможностей СДО Moodle, а также дополнительных Интернет-сервисов. Центр дистанционного обучения проводит вводный курс для студентов по использованию ДОТ, а также оказывает консультационную помощь по вопросам работы СДО РГРТУ, поступающим от преподавателей и студентов. [1]

Ключевой фигурой, непосредственно влияющей на качество дистанционного обучения, является преподаватель. Преподаватели - тьюторы ДО должны не только хорошо разбираться в предмете обучения, но и владеть необходимыми навыками организации учебной деятельности в условиях современной высокотехнологичной образовательной среды. Основное отличие классического преподавателя от преподавателя-тьютора обусловлено выполняемыми функциями. Преподаватель в первую очередь транслирует информацию и опыт обучающимся, т.е. осуществляет процесс преподавания. Тьютор же обеспечивает процесс учения, т.е. деятельность самих обучаемых. Преподаватель делает акцент на содержательной стороне учебного процесса, тьютор концентрирует внимание на практических аспектах деятельно-

сти обучаемых, способствует усвоению полученной информации и навыков и, в идеале, стимулирует их применение. Суть тьюториала состоит в координации, обеспечении, поддержке самообразовательной деятельности обучаемых.

В условиях СДО основной формой организации занятий в университете является тьюториал, проводимый с целью:

- формирования умений применять полученные теоретические знания при решении практических задач;
- формирования и корректировки умений для самостоятельной работы с учебными и учебно-методическими материалами;
- освоения обучаемыми методов индивидуальной и групповой работы;
- определения полноты знаний, полученных обучаемыми в результате самостоятельного освоения дистанционного курса.

Преподаватель-тьютор, осуществляющий обучение с использованием ДОТ, должен владеть методикой проведения учебных занятий в СДО. Следует учитывать, что технологические особенности ДО не только видоизменяют существующие традиционные формы обучения, но и привносят дополнительные виды деятельности, которые становятся возможными с использованием сети Интернет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дистанционное обучение в среде Moodle 2.3: методические указания/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.П.Клейносова, Э.А.Кадырова, И.А.Телков, Р.В.Хруничев. - Рязань, 2013. - 28 с.
2. Организация дистанционного обучения в среде Moodle/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.П.Клейносова, Э.А.Кадырова, И.А.Телков, Р.В.Хруничев. - Рязань, 2011. - 80 с.
3. Разработка дистанционного курса в среде Moodle: методические рекомендации для преподавателей / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.П.Клейносова, Э.А.Кадырова, И.А.Телков, О.М.Баскакова, Р.В.Хруничев. - Рязань, 2011. - 32 с.
4. Система дистанционного обучения Moodle 2.3: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Н.П.Клейносова, Э.А.Кадырова, И.А.Телков, Р.В. Хруничев. - Рязань, 2013. - 112 с.

В.В. КОВАЛЕНКО, Д.В. МЕДВЕДЕВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

АНАЛИЗ САПР SOLIDWORKS ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Проводится анализ функциональных возможностей САПР в области термических исследований электронных средств.

Существует большое количество различных программных продуктов, которые предназначены для проектирования и разработки электронных средств, для оформления конструкторской и технологической документации. Программные продукты, позволяющие проводить расчёт, анализ и моделирования физических процессов в области механики, термодинамики, акустики, электродинамики, электромагнетизма, биоинженерии и т.п., относятся к САЕ-системам (*Computer-aided engineering*).

Существует проблема выбора программного продукта и оценки его возможностей. В данной работе выполнен анализ функциональных возможностей САПР SolidWorks в области термических исследований.

Важную роль в обеспечении функциональных возможностей САЕ-систем в области термических исследований играют нагрузки и ограничения. Они необходимы для задания широкого спектра условий эксплуатации модели. Нагрузки и ограничения прикладываются к геометрическим объектам и результаты анализов непосредственно зависят от заданных нагрузок и ограничений.

Для термических исследований доступны следующие виды нагрузок и ограничений: температура (заданные температуры), конвекция, тепловой поток, тепловая мощность, излучение. В установленном состоянии с тепловым источником SolidWorks создает механизм рассеивания тепла, так как в противном случае температуры повышаются без ограничений. Переходные термические исследования, которые запускаются на относительно короткий период времени, механизма рассеивания тепла не требуют.

При исследовании установившегося состояния можно задать тепловой поток, зависящий от температуры. Для переходного термического исследования возможно задание зависящего от времени или температуры теплового потока и термостата для управления тепловым потоком. Возможно применение тепловой мощности на вершинах, кромках, поверхностях и компонентах.

Во время приложения термических нагрузок SolidWorks позволяет выбрать все открытые воздействию грани одновременно. В менеджере свойств этот параметр доступен в окнах Температура, Конвекция, Излучение, Тепловой поток и Тепловая мощность.

В документах сборки термическим нагрузкам можно подвергнуть грани всех компонентов. Для моделей с вырезными элементами выбираются все внутренние и наружные поверхности, так как вырезы открывают доступ к внутренним поверхностям.

Для переходных термических исследований все присваивания тепловой мощности и тепловых потоков могут контролироваться с помощью механизма термостата, определяемого требуемым температурным диапазоном в некоторой вершине. Возможно использование многих термостатов в одном исследовании. Если значение тепловой мощности или теплового потока положительно, то устройство действует как нагреватель, если значение тепловой мощности или условие теплового потока отрицательно, то устройство работает как охладитель.

SolidWorks позволяет применить излучения с поверхности в окружающую среду или от поверхности к поверхности. Для излучения от поверхности к поверхности можно учитывать излучение в окружающую среду (открытая система) или пренебречь им (закрытая система).

Программа вычисляет коэффициенты видимости излучения и учитывает блокировку между выбранными поверхностями. Можно определить любое число элементов, где каждый элемент содержит некоторое число граней с одинаковой излучаемостью.

SolidWorks позволяет построить результирующие эпюры анализов установившегося состояния и переходного термического процесса. Для результирующего градиента температуры и результирующего теплового потока генерируется векторный график с созданием вектора в каждом узле. Возможно управление размером и плотностью векторов векторного графика.

После выполнения термического исследования можно просмотреть следующие величины: температура, температурный градиент в направлении оси X, температурный градиент в направлении оси Y, температурный градиент в направлении оси Z, результирующий температурный градиент, тепловой поток в направлении оси X, тепловой поток в направлении оси Y, тепловой поток в направлении оси Z, результирующий тепловой поток.

Выполненный анализ показывает, что функциональные возможности САПР SolidWorks позволяют выполнять термические исследования электронных средств.

П.Э. КОЛЯГИНА, И.С. ПИВОВАРОВА, С.С. КОСОРУКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

Рассматриваются системы автоматизированного управления ВУЗом, приводится сравнительный анализ основных характеристик и функциональных возможностей.

В настоящее время эффективность и качество образовательных услуг тесно связаны с решением задачи создания единого информационного пространства вуза, основанного на современных информационных технологиях и методах моделирования организационных структур. Процесс информатизации ВУЗа предполагает автоматизацию основных сфер его деятельности, таких, как управление учебным процессом, административное управление, управление научно-исследовательской деятельностью, управление финансами и бухгалтерский учет, формирование и управление информационными ресурсами ВУЗа[1].

На сегодняшний день на рынке автоматизированных систем управления, кроме самостоятельных разработок вузов можно выделить несколько групп продуктов: АСУ разработанные специально для российских образовательных учреждений («Universys WS 5», «Аксиома», «Tandem University»); продукты западных разработчиков («LMS Blackboard Learn») и систем, выросших из ERP систем («1С:Университет» и «1С:Университет ПРОФ», «Галактика Управление ВУЗом»). Также существуют самостоятельные разработки вузов, способствующие автоматизации учебного процесса.

Далее рассмотрим наиболее широко распространенные АСУ, используемые в учебных заведениях.

1. «1С:Университет» и «1С:Университет ПРОФ»

«1С:Университет» и «1С:Университет ПРОФ» являются совместным решением ООО «СГУ-Инфоком» и фирмы «1С» для автоматизации ВУЗа. В качестве основы используют новейшую версию платформы «1С: Предприятие 8.2». Поддерживает работу с различными СУБД - файловый режим, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, IBM DB2, Oracle Database. Подходят для всех стран. Также присутствует широкая сеть поддержки партнеров фирмы «1С» и интегрируется с типовыми решениями фирмы «1С»[2].

Сравнение решений:

<i>ИС: Университет</i>	<i>ИС: Университет ПРОФ</i>
Дата выхода – апрель 2011 года	Дата выхода – март 2013 года
Стоимость – 96 000 р.	Стоимость – 196 000 р.
В структуре более 100 справочников, 38 документов, более 60 отчетов, 8 подсистем	В структуре более 150 справочников, 68 документов, более 130 отчетов, 14 подсистем
Возможность гибкого изменения настроек конфигурации администратором	Возможность гибкого изменения настроек отдельных объектов конфигурации не только администратором, но и пользователями

Основные модули:

<i>ИС: Университет</i>	<i>ИС: Университет ПРОФ</i>
Приемная комиссия	Приемная комиссия
Деканаты	Деканаты
Кафедры	Кафедры
Студенческий отдел кадров	Студенческий отдел кадров
Учебно-методический отдел	Учебно-методический отдел
Бухгалтерия	Бухгалтерия
Профсоюзный комитет	Профсоюзный комитет
	Управление аспирантуры и докторантуры
	Управление дополнительного образования и довузовской подготовки
	Диссертационные советы
	Научно-исследовательская часть
	Диспетчерская служба

2. Галактика Управление ВУЗом

“Галактика Управление ВУЗом” построена на базе системы “Галактика ERP”. Поддерживает работу в двухуровневой и трехуровневой архитектуре, а также в их комбинации. Присутствует возможность встраивания сторонних программ, а также интерфейсов Системы Галактика ERP в другие системы. Взаимодействие с серверами базы данных (Pervasive.SQL, Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL) осуществляется через специально разработанную оболочку, представленную в виде платформу-зависимого компонента. Тем самым обеспечивается независимость прикладного кода от используемой СУБД. Один и тот же прикладной код работает со всеми поддерживаемыми серверами

базы данных. Недостатком системы является низкое качество обновлений.

Основные модули:

- Управление учебным процессом
- Управление финансами и бюджетированием
- Управление договорами и логистикой
- Платное обучение
- Управление персоналом
- Расчет заработной платы и стипендий
- Бухгалтерский и налоговый учет
- Управление аудиторным и жилым фондом
- Управление научно-исследовательскими работами (НИР)
- Управление автотранспортом
- Управление капитальным строительством и ремонтами
- Управление материально-техническим обслуживанием

3. «Universys WS 5»

Автоматизированная система управления высшим учебным заведением (АСУ ВУЗ) «Universys WS 5» от ООО «Гисофт» представляет собой программный продукт, обеспечивающий комплексный контроль за учебными и организационными процессами учебного заведения. АСУ ВУЗ «Universys WS 5» представляет собой клиент-серверную систему, выполненную на базе современных технологий от компании Microsoft и служащую для решения управленческих и педагогических задач. Главной особенностью АСУ ВУЗ «Universys WS 5» является возможность выстраивать именно тот функционал, который характерен для каждого конкретного образовательного учреждения. Программный продукт может быть приобретён с использованием 3-х схем лицензирования:

- Лимитная лицензия — с ограничением числа пользователей.
- Безлимитная лицензия — без ограничения числа пользователей.
- Открытая лицензия — с открытым исходным кодом программы и базы данных (Open License UWS 5).

Основные модули:

- электронный ректорат;
- электронный деканат;
- электронная учебно-методическая часть;
- электронная канцелярия;
- электронный отдел кадров;

- электронная приемная комиссия;
- электронная бухгалтерия;
- электронная библиотека;
- электронный кабинет преподавателя;
- электронные личные кабинеты студентов.

4. «Naumen University»

Информационная система «Naumen University» ориентирована на комплексную автоматизацию всех значимых процессов вуза. Разработчиком является компания NAUMEN.

Применение Naumen University обеспечивает ряд преимуществ для сотрудников вуза, а также ряда преимуществ в плане технического сопровождения и обеспечения безопасности данных.

Решение Naumen University имеет ряд технических преимуществ:

- Поставка с открытыми исходными кодами и правом на доработку решения при условии не распространения третьим лицам;
- Web-ориентированность, доступ из любой точки мира;
- Нет необходимости приобретения стороннего программного обеспечения, возможность работы пользователей с системой на свободном ПО;
- Широкие интеграционные возможности;
- Быстрота развертывания решения.

Клиентская часть Naumen University построена на использовании тонкого клиента (web-браузер), который исключает хранение объектов системы на компьютере пользователя. Разграничение доступа к объектам системы производится на уровне сервера приложений.

Naumen University автоматизирует большую часть типовых процессов вуза и состоит из функциональных модулей, поддерживающих отдельные процессы.

Основные модули:

- Автоматизации работы приемной комиссии.
- Учета и движения контингента.
- Управления учебным процессом и инфраструктурой.
- Финансового учета.
- Автоматизации приоритетных процессов вуза.
- Внешней отчетности.

5. «Аксиома»

В основе информационно-аналитической системы поддержки образовательного процесса и научных исследований «Аксиома» лежит SOA-платформа iJaNet v5. Разработчик: группа компаний Намип.

АСУ «Аксиома» дает возможность создать неограниченное количество территориально распределенных серверов обработки данных и использовать любые СУБД, как распространяемых в качестве СПО (Firebird, PostgreSQL и т.п.), так и высокоскоростных и надежных промышленных СУБД (Oracle, MSSQL и т.п.);

Присутствует интеграция с внешними системами передачи данных и решениями от различных поставщиков (GosInsp, 1С, MARC-SQL и др.), а также интеграция с системой электронного документооборота и корпоративного контента.

«Аксиома» охватывает основные процессы управления учебной и научной деятельностью высшего учебного заведения и все подразделения учебного комплекса.

Основные модули:

- Управление приемной комиссией
- Управление контингентом учащихся
- Текущая успеваемость
- Текущая посещаемость
- Сессионная успеваемость
- Планирование учебного процесса
- Нагрузка преподавателей
- Управление расписанием
- Выпуск документов об образовании
- Довузовское обучение
- Аспирантура
- Дополнительное образование
- Управление стипендией
- Управление научной деятельностью

6. NORBIT4Edu

Разработчик: Компания «НОРБИТ». Низкая стоимость владения системой за счет поддержки вендора и разработчика. Присутствуют широкие возможности по интеграции с программным обеспечением Microsoft Office, Office 365, SharePoint, Microsoft Live@Edu, Microsoft Lync. Также доступно участие в программе Microsoft DreamSpark, обеспечивающее студентам и преподавателям бесплатный доступ к программным продуктам Microsoft для: разработки, поддержки, про-

ведения или прохождения предлагаемых в учебном учреждении курсов, практических занятий или программ.

Основные модули:

- «Оргструктура»
- «Учебный процесс»
- «Контингент студентов»
- «Справочники»
- «Абитуриент»
- «Движение контингента»
- «Сессия»
- «Электронное хранилище»

7. Tandem University

Разработчик: компания TANDEM. Tandem University реализуются на единой прикладной платформе Tandem Framework. Внедрение Tandem University может быть обеспечено двумя способами:

— классическое приобретение системы с расчетом стоимости лицензии в зависимости от комплектации и количества учащихся в образовательном учреждении;

— аренда системы как сервиса (SaaS) с арендной платой.

Базовые модули:

- Модуль «Администрирование»
- Модуль «Организационная структура»
- Модуль «Система прав доступа»
- Модуль «Контингент студентов»
- Модуль «Кадровый реестр»
- Модуль «Справочники»

Основные модули:

- Модуль «Учебный процесс»
- Модуль «Стипендия»
- Модуль «Движение студентов»
- Модуль «Сессия»
- Модуль «Кадры»
- Модуль «Образовательный портал»
- Модуль «Приемная комиссия»
- Модуль «Балльно-рейтинговая система»
- Модуль «Здания и помещения»

- Модуль «Общежитие»
- Модуль «Дополнительное профессиональное образование»
- Модуль «Дипломирование»
- Модуль «Расписание»
- Модуль «Он-лайн регистрация абитуриентов»
- Модуль «Нагрузка ППС»
- Модуль «Договоры и оплаты»
- Модуль «Административный документооборот»
- Модуль «Поликлиника»
- Модуль «Почасовики»
- Модуль «Интеграция с ФИС ЕГЭ»
- Дополнительные модули

8. LMS Blackboard Learn

Разработчик: компания Blackboard. Blackboard Learning System состоит из модулей:

- Course management - непосредственно система управления курсами, обеспечивающая управление контентом
- Advanced integration and system management – система, обеспечивающая интеграцию решения Blackboard с различными информационными системами (student information system (SIS)) или бэк-офис (ERP) системами предприятия.
- Academic Web resources, publisher-provided digital material), средства общения (форумы, чаты и т.п.), проведение тестов, опросов, экзаменов; а также предоставляющая различные дополнительные средства управления для преподавателей.
- Blackboard Building Blocks architecture for interoperability and customization – компонент, обеспечивающий интеграцию различных видов контента и коммерческих приложений с платформой Blackboard, а также содержащий различные утилиты и приложения для студентов и преподавателей.

В основу архитектуры систем управления легли следующие принципы:

- Системность
- Модульность
- Совместимость
- Индивидуальность
- Управляемость
- Безопасность

Таким образом, объединение в единую информационно-аналитическую систему процессов планирования, контроля и анализа по всем направлениям деятельности высшего учебного заведения позволяет обеспечить поддержку образовательного процесса на всех уровнях управления, удобно и надежно осуществлять контроль и анализ результатов всех видов деятельности, а также распределять кадровые, материальные и финансовые ресурсы.

9. АСУ «Студент».

Эта система предназначена для учета и контроля контингента студентов в процессе их обучения в высшем учебном заведении. Это подразумевает, прежде всего, учет и контроль оплаты за обучение, а также учет и контроль успеваемости студентов и выполняемых ими работ в ходе учебного процесса. Данная разработка также предназначена для сбора, обработки и предоставления аналитической информации в целях повышения качества работы профессорско-преподавательского состава и административного персонала высшего учебного заведения по управлению учебно-воспитательным процессом.

С функциональной точки зрения АСУ «Студент» обеспечивает:

1. Добавление, поиск, просмотр, редактирование и печать анкетных данных о студентах всех форм обучения.
2. Создание, печать и исполнение документов по перемещению контингента студентов, документы включают в себя набор типовых приказов и распоряжений.
3. Предоставление пользователям системы прав доступа к информации о студентах
4. Учет и контроль оплаты студентов за обучение. Система обеспечивает:
 5. Оформление, печать и учет договоров на оплату студентов за обучение;
 6. Оформление счетов-фактур;
 7. Ввод и редактирование данных об оплате за обучение;
 8. Выявление студентов-должников по оплате за обучение и блокировку операций;
 9. Просмотр информации и платежей студентов за обучение;
 10. Автоматический перенос данных о плановых поступлениях по договорам и данных по оплате учащимися образовательных услуг из бухгалтерского ПО «Парус» в АСУ «Студент».
 11. Формирование и обработку зачетных и экзаменационных ведомостей.

12. Учет успеваемости студентов.

В заключение хотелось отметить, что автоматизированная система управления (АСУ) ВУЗом, по сути, является системой поддержки принятия решений для руководителей образовательных учреждений, компьютеризации управления учебным процессом и системой электронного документооборота[3]. Правильно построенная и внедренная система наряду с предоставлением возможности оперативного сбора, хранения и анализа информации обеспечивает построение прозрачной для руководства структуры и последовательности процессов деятельности ВУЗа, делает доступной руководству информацию как по отдельным структурным подразделениям, так и по ВУЗу в целом, позволяет значительно упростить работу не только руководителя учебного заведения, но и работников, а так же, повысить качество образовательного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Systemworld. Информационные проекты и системы. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.systemworld.ru/node/347>
2. Голосов А.О., Полотнюк И.С. Филиппович А.Ю. Информационные технологии в образовании: преимущества интеграционного подхода // Проблемы теории и практики управления .2006 г. №8. С.64-68.
3. Иванченко Д.А. Оптимизация построения информационной системы управления вузом: концептуальные подходы. [Электронный ресурс]. URL: [http://cdn.scipeople.com/materials/740/Оптимизация построения информационной системы управления вузом.pdf](http://cdn.scipeople.com/materials/740/Оптимизация_построения_информационной_системы_управления_вузом.pdf)

Н.А. КОПЫЛОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В статье рассматриваются вопросы об использовании новых информационных технологий при организации сетевого образовательного пространства и сетевого взаимодействия образовательных учреждений.

В современных условиях социокультурная обусловленность образования приводит к необходимости поиска научно обоснованных

путей обновления всех компонентов образования, а также деятельности субъектов.

Исследователями убедительно доказано, что качество и эффективность профессионального образования в регионе должны обеспечиваться не отдельными учебными заведениями, а их целостной сетью, что продиктовано требованием экономически целесообразного целевого распределения и использования всех типов ресурсов. Не менее важно включить в пространство профессионализации на взаимовыгодных условиях образовательные ресурсы всех заинтересованных сторон, в том числе внешних по отношению к системе образования (например, перенося производственное обучение и производственную практику на предприятия и фирмы или вовлекая работодателей в процедуры оценки качества образования и т.д.).

В самом общем понимании сеть представляет собой совокупность занимающих определенные позиции акторов (агентов) и связей между ними. Основные компоненты, описывающие сеть, – структурный и ресурсный. Структурный компонент отражает пространственное расположение (конфигурацию) акторов и обусловленные этой конфигурацией связи между ними. Ресурсный компонент характеризует тип обмениваемых ресурсов и дифференциацию позиций на основе такого обмена [2].

Образовательную сеть определяют как «совокупность субъектов образовательной деятельности, представляющих друг другу собственные образовательные ресурсы с целью повышения результативности и качества образования друг друга» [3].

В сфере образования сетевое взаимодействие понимается как горизонтальное взаимодействие между образовательными учреждениями по распространению функционала и ресурсов, и рассматривается как «система связей, позволяющих разрабатывать, апробировать и предлагать профессиональному педагогическому сообществу инновационные модели содержания образования и управления системой образования; это способ деятельности по совместному использованию ресурсов» [4, с. 253].

Сетевое взаимодействие образовательных учреждений, по мнению А.И. Адамского, несет в себе коренное отличие от иерархического взаимодействия, функционирующего в современной системе образования. Нормы деятельности не задаются сверху, а естественным образом выращиваются внутри сети образовательных учреждений, основываясь на реалиях деятельности каждого участника сети [3].

Образовательную сеть А.И. Адамский определяет как совокупность субъектов образовательной деятельности, предоставляющих

друг другу собственные образовательные ресурсы с целью повышения результативности и качества образования друг друга [3].

Взаимодействие в образовании, в социуме – это процесс воздействия индивидов, социальных групп, институтов или общностей друг на друга в ходе реализации интересов, предполагающий установление связи между деятельностью специалистов разного профиля [4, с. 253.]. Направления и виды сетевого взаимодействия самые разные. Основными направлениями являются международное, российское, региональное, межвузовское, университетское. Видами взаимодействия – взаимная информация, согласование, совместная деятельность, взаимообмен, взаимопомощь, взаимное обучение, взаимная поддержка, информационные технологии и др. Содержание взаимодействия зависит от разнообразия профессиональной деятельности и соответствующих структур.

Сетевое взаимодействие осуществляется на основе принципов взаимности, равноправия участников сети, доверия, сетевой культуры, самоорганизации, самоопределения, ответственности и позволяет участникам реализовывать предоставляемые возможности в рамках общего информационного пространства на основе механизмов сетевого взаимодействия. Последние Г.И. Голос и Н.В. Носенко объединили в следующие группы [1]:

1) механизмы кооперации образовательных учреждений. Позволяют обеспечить образовательный процесс в условиях сетевого взаимодействия, скоординировать учебные планы образовательных учреждений (организаций), входящих в сеть, выработать оптимальную организационную схему и формы гражданско-правового регулирования, правоотношений участников сетевого взаимодействия, обеспечить необходимые условия организации сетевого взаимодействия;

2) механизмы финансового регулирования реализации сетевых образовательных программ;

3) механизмы зачета результатов по учебным курсам и образовательным программам, основным обучающимся в других образовательных учреждениях сетевого образовательного сообщества;

4) механизм аттестации педагогов, обучающихся на курсах повышения квалификации и работающих в сфере сетевого образовательного пространства;

5) механизм аттестации образовательного учреждения (школы, вуза);

6) механизм реализации интеграционных процессов, который строится на основе создания эффективной среды поддержки сетевого взаимодействия. Модели взаимодействия между участниками сооб-

ществ должны иметь институциональные структуры, пространственные ограничения на информационные взаимодействия, технологические связи участников, механизмы согласования деятельности;

7) механизм управления научно-образовательными сообществами.

Данные механизмы сетевого взаимодействия позволяют открыть свои наработки широкой общественности, ознакомить профессиональное сообщество с научной и инновационной работой образовательного учреждения, найти единомышленников, что будет способствовать распространению инноваций и поможет приобщить к исследовательской деятельности широкие круги общественности.

В сетевом взаимодействии инновационных образовательных учреждений целесообразно использовать новейшие информационные технологии и сервисы, предлагаемые глобальной сетью Интернет. Чаще всего используются такие средства как: электронная почта, чаты, форумы, рассылки, web-сайты, интерактивное голосование.

Но недостаточно используются новейшие разработки информационно-коммуникационных технологий, которые предоставляют больше возможностей для развития творчества, удобны в использовании.

Одной из таких технологий является технология WikiWiki, в которой реализована радикальная модель коллективного гипертекста, когда возможность создания и редактирования любой записи предоставлена каждому из членов сетевого сообщества. При использовании Wiki человек может не заботиться об использовании команд языка гипертекстовой разметки, так как текст любой страницы коллекции интерпретируется программой как гипертекст. Wiki и сходные с ней среды создания коллективных гипертекстов могут служить и персональными информационными менеджерами и базами данных – хранилищами коллективного опыта.

Участники сообщества внутри Wiki-сферы могут выполнять следующие действия: создавать новые страницы сайта (проекта); разъяснять и описывать понятия на отдельных страницах; связывать различные страницы; редактировать страницы.

Все чаще Wiki рассматривается как эффективное средство для организации педагогической деятельности и как элемент дистанционного учебного курса, сетевой образовательный проект. Wiki легко адаптируется под цели и задачи конкретного сообщества.

Не менее важной является технология блогов. Сетевые сообщества на базе технологии блогов, наиболее знакомые русскоязычным пользователям по проекту Live Journal или Живой Журнал

(<http://www.livejournal.com>). Блог (web-log) – это пополняемая через веб-интерфейс коллекция записей. В настоящее время блоги отличается не столько структура записей, сколько простота добавления новых записей. Участник сети просто обращается к веб-серверу, проходит процесс опознания и добавляет новую запись. Сервер представляет информацию как последовательность сообщений, помещая вверху самые свежие сообщения.

Участники сообщества внутри блогосферы могут выполнять следующие действия: писать собственные сообщения; читать сообщения опубликованные другими авторами; комментировать сообщения других авторов; отвечать на комментарии к сообщениям; связывать сообщения и комментарии между собой, используя гипертекстовые ссылки.

Целесообразно использовать блоги в преподавательской практике как индивидуально, так и коллективно. Блоги дают возможность публиковать в тексте мультимедийные сообщения и html-фрагменты, организовать перекрестные связи между несколькими ветвями дискуссий.

Важным элементов общения в образовательной сети является визуализация, которая помогает участником следить за ходом беседы, иметь представления о собеседнике. Визуализация всегда служит лучшему пониманию и дополняет сказанное. С помощью дополнительного визуального представления повышается внимательность, легче понимаются сложные взаимосвязи, информация дольше сохраняется в памяти, а участники имеют возможность активного сотворчества. Этому помогают Web-камеры.

При сетевом взаимодействии возможно, и даже желательно создание продуктов [1] как результата деятельности субъектов сетевого образовательного сообщества на основе современных информационных технологий. Эти продукты могут быть различны по своей форме, содержанию, направленности.

Продуктом сетевого взаимодействия могут быть: проект и его реализация, пакеты методических материалов, сочинение, изобретение, урок, электронные или текстовые задачки, видео-фильмы, тематические сайты, алгоритм решения проблемы (поставленной, изученной, решенной), компетентность и др.

Критериями оценивания созданного продукта являются: возможность использования самим разработчиком или участниками сетевого взаимодействия; новизна предложенного материала (продукта); самостоятельность выполнения; научность; какие новые знания и тех-

нологии применялись при создании данного продукта; соответствие представленным требованиям и др.

Созданный продукт должен оцениваться исходя из авторского права; отметки по изученной теме (если есть соглашение между образовательным учреждением и сетевым образовательным сообществом); сертификата об успешном изучении курса; сертификата победителя или участника в сетевых турнирах и проектах; аттестация учащегося, педагогического работника, учебного заведения.

Таким образом, решение организационных вопросов формирования механизма сетевого взаимодействия и использования современных информационных технологий сводится к формированию горизонтальных и вертикальных связей, созданию организационно-управляющей структуры, реализующей на практике условия для обеспечения процессов взаимодействия между образовательными учреждениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голос Г.И., Носенко Н.В. Предложения по организации сетевого взаимодействия инновационных образовательных учреждений. – Усть – Илимск, 2006. – 22 с.

2. Методические рекомендации по вопросам сетевого взаимодействия образовательных учреждений профессионального образования в области подготовки рабочих кадров и специалистов технической направленности (уровня СПО) // bakalavr.ntf.ru.

3. Организация сетевого взаимодействия общеобразовательных учреждений, внедряющих инновационные образовательные программы, принимающих участие в конкурсе на государственную поддержку /под ред. Адамского А.И. – М.: Эврика , 2006.

4. Педагогический словарь / под ред. В.И. Загвязинского, А.Ф. Закировой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

О.В. ЛУКЬЯНОВ

Филиал ФГУП Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс»-ОКБ «Спектр»

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКА
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ СЛУЧАЙНОЙ ДЛИНЫ**

Предлагается метод нахождения распределения времени передачи потока кадров измерительной информации по агрегированному и резервируемому каналу связи. Приводится пример решения с использованием производящих функций моментов и теории аналитических функций комплексного переменного.

Введение. Сеть передачи данных (СПД) производит прием, группирование и передачу по каналу связи информации от нескольких измерительных систем. Они отличаются назначением, принципами функционирования, техническими и эксплуатационными характеристиками. В сети СПД передаются разные виды информации, каждый из которых характеризуется своими показателями качества. Входная информация поступает сеть передачи данных в виде *измерительных кадров*. При рассмотрении процесса передачи кадра через линию связи кадр делится на отдельные *пакеты*, которые могут передаваться по параллельно и согласованно по разным каналам.

Совокупность измерительных кадров, передаваемых без интервалов, составляет входной *поток* измерительной информации (ИИ). Длительность передачи пакета зависит от особенностей реализации управляющего протокола, от воздействия помех, надежности канала и других факторов, и в общем случае является случайной величиной. В результате обработки большого числа измерений, проведенных в ОКБ «Спектр», г. Рязань, установлено, что гистограммы времени передачи пакетов могут быть аппроксимированы нормированным распределением Эрланга с учетом постоянной составляющей длительности передачи. Задержка прохождения пакетов ИИ по каналу сети t может быть представлена как сумма постоянной составляющей T (время распространения плюс средняя длительность задержки в очередях) и переменной величины ξ , определяемой «джиттером» – отклонением времени передачи от среднего значения: $t = T \pm \xi$. В соответствии с критерием согласия χ^2 значения наблюдаемой выборки соответствуют нормированному распределению Эрланга с плотностью распределения

$$f_k(\xi) = e^{-k\mu\xi} k\mu (k\mu\xi)^{k-1} / (k-1)!$$

Для моделирования изменения задержки пакетов в небольших пределах целесообразно использовать значения μ в интервале $(0, 1 - 2)$, что согласуется с измерениями задержек в реальных каналах. Производящая функция моментов времени передачи пакета (если работоспособен один канал) $M_{1/2}(s) = e^{sT} (k\mu)^k / (k\mu - s)^k$. Производящая функция моментов времени передачи кадра $M(s) = [M_{1/2}(s)]^2 = e^{2sT} (k\mu)^{2k} / (k\mu - s)^{2k}$. На практике достаточно принять $k = 2$, тогда $M(s) = e^{2sT} (2\mu)^4 / (2\mu - s)^4$.

Плотность и функция распределения вероятностей времени передачи кадра по каналу соответственно равны:

$$\varphi(x) = 4\mu^2(t-T)e^{-2\mu(t-T)}, \quad t \geq 2T,$$

$$F(t) = 1 - e^{-2\mu(t-T)}[1 + 2\mu(t-T)], \quad t \geq 2T.$$

При параллельной работе двух каналов момент окончания передачи кадра определяется по окончанию пересылки последнего из двух пакетов. Время выполнения регистровых операций по переформатированию пакетов на приемной стороне, выполняемых с применением БИС, считаем пренебрежимо малым по сравнению со временем передачи пакетов по каналу связи в масштабе времени, определяемом в миллисекундах. Тогда случайное время передачи двух пакетов, составляющих кадр, по параллельным линиям определяется как максимальная из двух случайных величин, а его функция распределения

$$\tilde{F}(t) = [F(t)]^2 = 1 - 2e^{-2\mu(t-T)} - 4\mu(t-T)e^{-2\mu(t-T)} +$$

$$+ e^{-4\mu(t-T)} + 4\mu(t-T)e^{-4\mu(t-T)} + 4\mu^2(t-T)^2 e^{-4\mu(t-T)}, \quad t > T.$$

Тогда соответствующая плотность распределения вероятностей

$$\tilde{f}(t) = 8\mu^2(t-T)e^{-2\mu(t-T)} - 8\mu^2(t-T)e^{-4\mu(t-T)} - 16\mu^3(t-T)^2 e^{-4\mu(t-T)}, \quad t > T$$

По этому выражению получаем производящую функцию моментов времени передачи кадра ИИ в параллельном режиме

$$\tilde{M}_t(s) = 8\mu^2 e^{sT} \left[(2\mu - s)^{-2} - (4\mu - s)^{-2} - 4\mu(4\mu - s)^{-3} \right]. \quad (1)$$

Найдем характеристики СПД при передаче кадра ИИ с учетом коэффициента готовности канала. Вероятность работы обоих каналов q^2 , вероятность, того что работает хотя бы один канал равна $2q(1-q)$, вероятность отказа обоих каналов есть $(1-q)^2$. Условные вероятности того, что работает хотя бы один из каналов или оба канала

исправны равны соответственно $Q_1 = 2(1-q)/(2-q)$ и $Q_2 = q/(2-q)$ при условии, что при отказе одновременно двух каналов нет смысла считать характеристики системы. Тогда производящая функция моментов времени передачи кадра по каналу связи

$$\begin{aligned} M_E(s) &= Q_1 M(s) + Q_2 \tilde{M}(s) = \\ &= Q_1 e^{2sT} [2\mu/(2\mu-s)]^4 + Q_2 \cdot 8\mu^2 e^{sT} [(2\mu-s)^{-2} - (4\mu-s)^{-2} - (4\mu-s)^{-3}] \end{aligned}$$

Передача потока по агрегированному каналу. Время передачи потока определяется путем нахождения суммы случайного числа независимых случайных величин t_1, t_2, \dots с одним и тем же распределением и производящей функцией моментов $M(s)$. Здесь t есть случайное время передачи кадра по агрегированному каналу связи. Пусть N – целочисленная случайная величина с производящей функцией $A(s) = \sum p_i s^i$ и не зависящая от всех t_j . Тогда случайная сумма $t_1 + \dots + t_N$ имеет распределение, описываемое производящей функцией моментов $\omega(s) = A[M(s)]$, где $A(s)$ – производящая функция, описывающая случайное число передаваемых кадров, содержащих ИИ, а $M(s)$ – производящая функция моментов, характеризующая случайное время передачи одного кадра. Если

$$A(s) = p_1 s + p_2 s^2 + p_3 s^3 + \dots + p_k s^k, \quad \sum_{i=0}^k p_i = 1, \text{ то}$$

$$\omega(s) = \sum_{i=1}^k p_i \left\{ 8\mu^2 e^{sT} \left[\frac{1}{(2\mu-s)^2} + \frac{s}{(4\mu-s)^3} \right] \right\}^i.$$

Рассмотрим метод расчета задержек и их вариаций при задании числа кадров в потоке, характеризуемое *равномерным распределением с целочисленными значениями*. Число кадров может изменяться от h до l . Производящая функция моментов этого распределения с учетом того, что все события считаются равновероятными со значением \bar{p} , равна:

$$M_\omega(s) = \bar{p} (e^{hs} + e^{(h+1)s} + \dots + e^{(l-1)s} + e^{ls}) = \{\bar{p} [e^{sh} - e^{(l+1)s}]\} / (1 - e^s).$$

Производящая функция $A(s) = \{\bar{p} [s^h - s^{l+1}]\} / (1-s)$. Для оценки случайного времени передачи потока используем выражение (1). Тогда производящая функция моментов времени передачи потока по агрегированному каналу

$$\omega(s) = \frac{\bar{p} \left\{ 8\mu^2 e^{sT} \left[\frac{1}{(2\mu-s)^2} + \frac{s}{(4\mu-s)^3} \right] \right\}^h}{1 - 8\mu^2 e^{sT} \left[\frac{1}{(2\mu-s)^2} + \frac{s}{(4\mu-s)^3} \right]} = - \frac{\bar{p} \left\{ 8\mu^2 e^{sT} \left[\frac{1}{(2\mu-s)^2} + \frac{s}{(4\mu-s)^3} \right] \right\}^{l+1}}{1 - 8\mu^2 e^{sT} \left[\frac{1}{(2\mu-s)^2} + \frac{s}{(4\mu-s)^3} \right]}. \quad (2)$$

Найдем закон распределения времени передачи потока в параллельном режиме в виде аналитического выражения. Для упрощения изложения рассмотрим конкретный пример. Сдвиг по оси времени, отражаемый множителем $\exp(sT)$, учитывать не будем (его легко учесть добавлением величины T к окончательному результату). Положим $\mu=1$, $k=2$, $p_1=p_2=0,5$. То есть агрегированный канал может с равной вероятностью принять или один или два кадра. Тогда

$$\omega(s) = 4 \left[\frac{1}{(2-s)^2} - \frac{1}{(4-s)^2} - \frac{4}{(4-s)^3} \right] + 32 \left[\frac{1}{(2-s)^2} - \frac{1}{(4-s)^2} - \frac{4}{(4-s)^3} \right]^2.$$

Выполняя комплексное преобразование $z = -s$, получаем:

$$\Phi(z) = 4 \left[\frac{1}{(2+z)^2} - \frac{1}{(4+z)^2} - \frac{4}{(4+z)^3} \right] + 32 \left[\frac{1}{(2+z)^2} - \frac{1}{(4+z)^2} - \frac{4}{(4+z)^3} \right]^2. \quad (3)$$

Так как функция $\Phi(z)$ в полуплоскости $\operatorname{Re} z < 0$ удовлетворяет условиям леммы Жордана, то интеграл взятый вдоль контура Бромвича, равен сумме вычетов функции $\Phi(z)$ относительно всех ее особенностей, а плотность распределения вероятностей времени передачи потока ИИ

$$f(y) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty}^{i\infty} e^{zy} \Phi(z) dz = \sum_{k=1}^n \operatorname{Res}_{z=z_k} [e^{zy} \Phi(z)].$$

Слагаемые $\frac{1}{(2+z)^2}$, $-\frac{1}{(4+z)^2}$, $-\frac{4}{(4+z)^3}$ в левой части выражения (3) имеют полюсы второго и третьего порядков в левой полу-

плоскости контура Бромвича. Поэтому частичные слагаемые плотности распределения вероятностей находятся через вычеты с использованием выражения

$$c_{-1} = \frac{1}{(n-1)!} \lim_{z \rightarrow z_k} \frac{d^{n-1} \left[(z-z_k)^n e^{zt} \Phi(z) \right]}{dz^{n-1}}, \quad (4)$$

где $z_k = -2, -4$, а n принимает значения 2 или 3. После раскрытия квадратных скобок в правой части выражения (3) имеем:

$$\Phi_2(z) = \frac{1}{(2+z)^4} + \frac{1}{(4+z)^4} + \frac{16}{(4+z)^6} - \frac{2}{(2+z)^2(4+z)^2} - \frac{8}{(2+z)^2(4+z)^3} + \frac{8}{(4+z)^5}. \quad (5)$$

Слагаемые $\frac{1}{(2+z)^4}$, $\frac{1}{(4+z)^4}$, $\frac{16}{(4+z)^6}$, $\frac{8}{(4+z)^5}$ имеют по одной особой точке, слагаемые $-\frac{2}{(2+z)^2(4+z)^2}$ и $-\frac{8}{(2+z)^2(4+z)^3}$ имеют по две особые точки. После проведения преобразований получаем:

$$f(y) = 4e^{-2y} \left(16 - 11y + \frac{4}{3}y^3 \right) - 4e^{-4y} \left(16 + 21y + 10y^2 - \frac{4y^3}{3} - \frac{8y^4}{3} - \frac{16y^5}{15} \right)$$

$$F(y) = 1 - 2e^{-2y} \left(6 - 4y + y^2 + \frac{2y^3}{3} \right) + e^{-4y} \left(11 + 12y + 2y^2 - \frac{16y^3}{3} - 2y^4 - \frac{8y^5}{15} \right)$$

Графики плотности $f(y)$ и функции распределения вероятностей $F(y)$ времени передачи потока представлены на рис. 1.

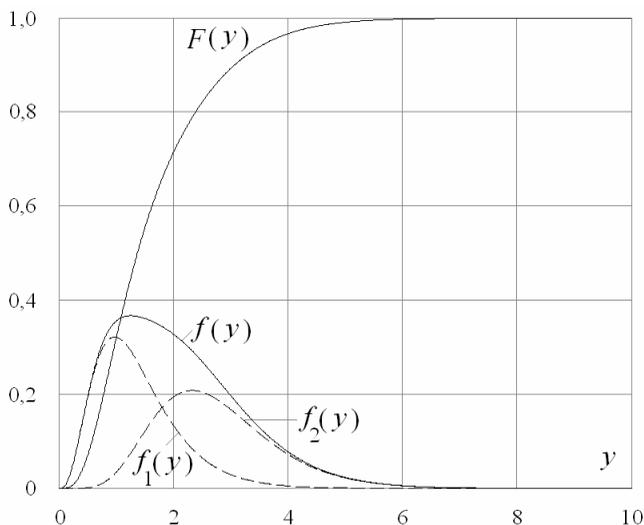


Рисунок 1 – Функция и плотности распределения времени передачи потока:

$f_1(y)$ – в потоке 1 кадр, $f_2(y)$ – в потоке 2 кадра

Заключение. Представление распределений времени передачи агрегированного канала в виде формул открывает дополнительные возможности анализа более сложных систем телекоммуникаций на основе типовых агрегированных каналов. Например, возможно нахождение путем двойного дифференцирования точек локальных экстремумов, нахождения по функции плотности распределения вероятностей производящей функции моментов для использования в более сложных моделях и т. д.

При увеличении числа пакетов в потоке число операций, связанных с нахождением вычетов, растет экспоненциально. Поэтому данный метод можно использовать только при небольшом числе пакетов в потоке. Вместе с тем, потоки, содержащие малое число пакетов, часто встречаются на практике при подаче управляющих сообщений на ИС. В таких случаях число передаваемых кадров небольшое, а их число может быть случайным с известным законом распределения.

Статья подготовлена при поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований, грант № 14-07-00106-а.

А.В. МАРКИН, С.С. ШКАРИН

Рязанский государственный радиотехнический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ETL В BI-СИСТЕМАХ КОМПАНИЙ ЖКХ

Рассматриваются основные возможности и компоненты технологии ETL, а также механизмы ее использования в BI-системах компаний жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Одной из важнейших задач при разработке любой информационно-аналитической системы (Business Intelligence, BI-системы) является решение проблем интеграции разрозненных оперативных данных компании (OLTP-данные), их очистки и загрузки в хранилище данных. Решить их можно путем написания всего необходимого для этого SQL-кода вручную, что зачастую, особенно для крупных информационных систем (таких как, например, расчетная система «Абонент» [1]) является трудоемкой и неподъемной задачей. Однако решение этих проблем можно упростить и автоматизировать благодаря использованию технологии ETL.

Технология ETL (Extract, Transform, Load – извлечение, преобразование, загрузка) является одной из базовых технологий управления хранилищами данных, а также определяет класс утилит автоматизации этого процесса. ETL в узком смысле относится к технологиям интеграции данных, однако, современные решения, представленные на рынке, поддерживают помимо интеграции и реализацию федерализации данных, а также обмена данными. Однако главное назначение технологии ETL заключается в 3 процессах [2]:

Извлечение. Любое преобразование требует подключение к различным источникам данных, извлечение данных из этих источников и предоставление доступа к этим данным другим подсистемам и процессам. Данный этап может казаться простым, однако он является одним из главных препятствий для реализации ETL-процессов.

Преобразование. Данный этап включает любые операции, применяемые к извлеченным данным между этапами их извлечения и загрузки в хранилище данных. Эти операции могут заключаться (но не ограничиваются этим) в перемещении данных, их валидации согласно правилам службы обеспечения качества данных (Data Quality), преобразовании содержимого или структуры данных, интеграции данных, полученных из разных источников, а также вычислении итоговых и агрегированных данных.

Загрузка. Все преобразования требуют загружать результирующие данные в целевую систему. Помимо непосредственно загрузки преобразованных данных в целевую систему, данный этап может включать, например, управление суррогатными ключами и таблицами измерений.

Сегодня на рынке можно найти огромное количество продуктов как платных, так и бесплатных, которые реализуют технологию ETL.

Коммерческие ETL-средства представляют собой полнофункциональные программные продукты, интегрированные в общие программные ВІ-комплексы и используемые, как правило, в крупных корпорациях для реализации масштабных проектов. На рынке коммерческих ETL-средств выделяют Microsoft SQL Server Integration Services, SAS Data Integration Server, Oracle Data Integrator и SAP Business Objects Data Integrator.

Современные бесплатные (Open Source) ETL-средства имеют схожие с коммерческими продуктами возможности и составляют им серьезную конкуренцию. Такие средства являются оптимальным выбором для средних и малых компаний в виду своей низкой стоимости (помимо бесплатной версии большинство Open Source средств имеют коммерческую версию). Однако стоимость не единственное преимущество бесплатных ETL-средств. Они предоставляют независимость от поставщиков программного обеспечения, обеспечивают большую гибкость в выборе OLTP-источников при интеграции в результате использования открытых технологий и интерфейсов. На рынке бесплатных ETL-средств выделяют Pentaho Data Integration, Talend Open Studio и Pervasive Data Integrator.

В качестве ETL-средства для компаний ЖКХ среднего и малого уровня целесообразно использовать Open Source версию Pentaho Data Integration, а в случае крупных компаний – ее коммерческую версию.

Система Pentaho Data Integration (PDI, также известная как Kettle) – это компонент комплекса Pentaho, отвечающий за процессы ETL и распространяющийся под лицензией LGPL (GNU Lesser General Public License). Положительными сторонами PDI являются: гибкость, масштабируемость, скорость работы, поддержка практически любого языка программирования, а также подключение к множеству СУБД через драйвер JDBC и кроссплатформенность.

Основными структурными элементами Pentaho Data Integration, использующимися для разработки ETL-процессов, являются трансформации и задачи.

Трансформация (transformation) представляет собой основу для разработки ETL-процесса. Она реализует обработку и манипулирова-

ние строками или данными всевозможными способами. Трансформация содержит один или несколько шагов (step), которые выполняют ключевые задачи ETL, такие как чтение данных из файлов, фильтрация строк, очистка данных или загрузка данных в хранилище.

Шаги в трансформациях соединяются с помощью переходов (hop). Переходы определяют однонаправленные каналы, которые позволяют данным перемещаться между соединенными шагами. В PDI элементарной структурной единицей данных является строка, поэтому перемещением данных по переходам является движение строк от одного шага к другому.

Шаги передают данные в один или несколько исходящих переходов, а получают данные из входящих переходов. Большинство шагов могут быть соединены с несколькими исходящими переходами. В этом случае шаг может передавать данные в переход либо копировать их. При передаче данных шаг переключается между всеми исходящими переходами для каждой исходящей строки. Когда данные копируются, каждая строка передается всем исходящим переходам.

Пример трансформации показан на рисунке 1. Данная трансформация осуществляет извлечение данных об абонентах из расчетной системы «Абонент», преобразует их, снабжает дополнительными метаданными и загружает в качестве измерения в хранилище данных.

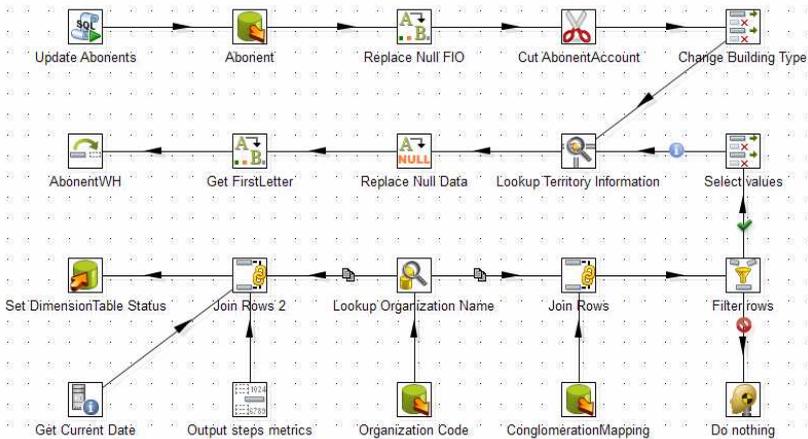


Рисунок 1 – Пример трансформации Pentaho Data Integration

Задачи (job) предназначены для проведения разного рода административных мероприятий, таких как документирование ошибок,

проверка существования файлов и баз данных и прочих. Но в первую очередь задачи используются для последовательного запуска определенного набора трансформаций.

Задачи содержат одну или несколько компонентов (job entries), которые выполняются последовательно в определенном порядке. Порядок выполнения определяется с помощью переходов (hop) между компонентами.

Пример задачи показан на рисунке 2. Данная задача последовательно запускает трансформации, реализующие загрузку в хранилище данных измерений и фактов, а также отправляет информацию о результатах и ошибках на электронную почту.

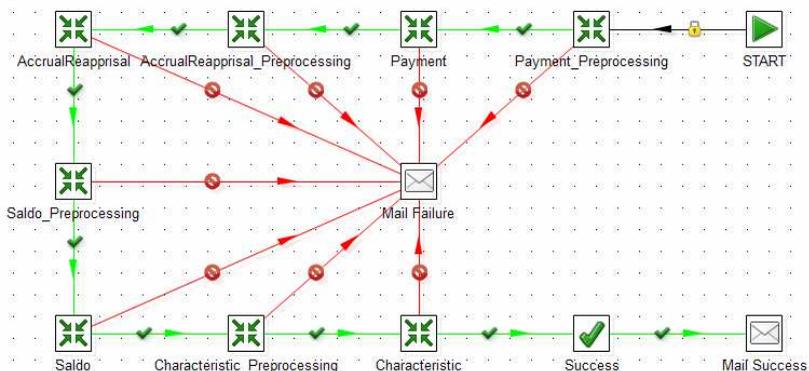


Рисунок 2 – Пример задачи Pentaho Data Integration

Как и шаги в трансформациях, компоненты задачи графически представляются в форме иконок. Отличие заключается в том, что они выполняются согласно заданной последовательности, а не параллельно как шаги трансформаций. Для данной последовательности можно задавать начало и конец с помощью компонентов «Start» и «Success» соответственно. Также данные передаются между компонентами задачи не частями, а целиком после завершения выполнения компонента.

Подключение к OLTP-источникам для выполнения трансформаций и задач осуществляется с помощью дескрипторов (descriptor). Параметры подключения задаются в диалоговом окне подключения. В зависимости от используемой СУБД оно содержит разные поля ввода, но помимо них существует три обязательных параметра: название подключения, тип подключения и тип драйвера, через который реализуется подключение [3].

Пример диалогового окна подключения к СУБД MySQL показан на рисунке 3.

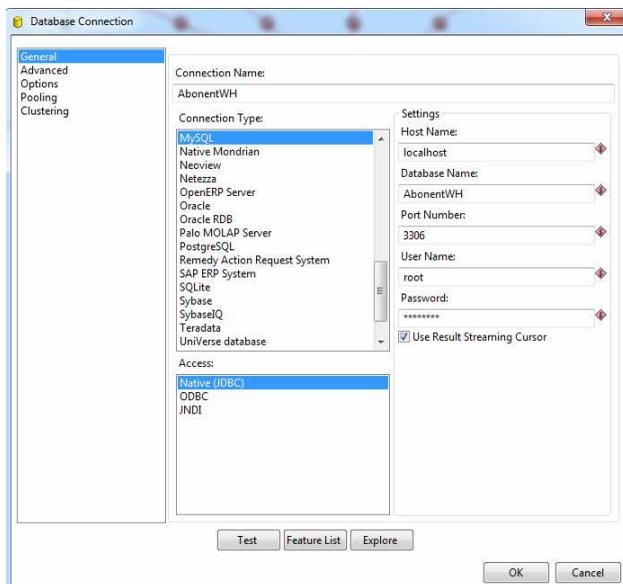


Рисунок 3 – Пример создания подключения к СУБД в Pentaho Data Integration

Кроме того, PDI обладает развитым инструментарием по тестированию и администрированию ETL-процессов, а также содержит несколько подсистем, расширяющих стандартный функционал системы. Подсистема Kitchen позволяет манипулировать ETL-процессами посредством командной строки и bat-файлов, а подсистема Carte выступает в качестве веб-сервера и позволяет запускать ETL-процессы удаленно с другого компьютера или с сформированного кластера вычислительных устройств.

Технология, описанная в настоящей статье, используется для внедрения BI-систем в организации ЖКХ в рамках проекта «Абонент+» [1].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Расчетно-платежный комплекс «Абонент+». <http://www.abonent.plus.ru>, 29.03.2014.
2. Туманов В.Е., Маклаков С.В. Проектирование реляционных хранилищ данных. – М.: Издательство Диалог-МИФИ, 2007. – 333 с.

3. Casters M., Bouman R., Dongen J.V. Pentaho Kettle Solutions: Building Open Source ETL Solutions with Pentaho Data Integration. Wiley Publishing, Inc. Indianapolis, Indiana, 2010. – 674 p.

П.А. НАЗАРОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРОГОВОГО ДЕКОДЕРА СВЕРТОЧНЫХ САМООРТОГОНАЛЬНЫХ КОДОВ

Исследуется эффективность кодирования и декодирования двоичной информации пороговым декодером сверточных самоортогональных кодов в двоичном симметричном канале

При передаче информации в средах, сильно искажающих исходные данные, значительную роль в поддержании достоверности полученного на приемном конце сообщения играют алгоритмы кодирования и декодирования. Для обеспечения передачи информации без потерь применяются методы с избыточным кодированием исходных данных, при котором добавляются так называемые проверочные биты. В данной статье будет рассматриваться пороговый декодер самоортогональных кодов передачи двоичной информации в двоичном симметричном канале.

Прежде чем перейти к исследованию необходимо дать определение понятиям самоортогональный код и двоично-симметричный канал.

Самоортогональным кодом называется такой код, в котором система всех проверок $S_u^{(i)}$, контролирующих символ $e_0^{(i)}$, $i = 1, 2, \dots, k_0$, уже сама является системой проверок, ортогональных относительно $e_0^{(i)}$ [1].

Двоичный симметричный канал (ДСК) является наиболее простой моделью канала, соответствующей случаю использования двоичной модуляции в канале с аддитивным шумом, другими словами каналу, в котором выходной сигнал $R(t)$ равен сумме входного сигнала $S(t)$ и шума $n(t)$ и жесткого решения демодулятора. В данном канале передаются наборы из 0 и 1. В данной статье будет использоваться дискретный канал без памяти (ДКБП), что означает, что выходной символ канала зависит только от текущего входного символа.

Одной из основных характеристик канала является его пропускная способность C , которая определяется как максимальная средняя взаимная информация $I(X; Y)$ между входом X и выходом Y канала. Теорема о кодировании для канала с шумами утверждает, что если скорость передачи двоичных сообщений меньше пропускной способности канала C , то при правильно выбранных кодера и декодера можно вести передачу по каналу с шумом со сколь угодно малой вероятностью ошибки. Для ДСК пропускная способность равна [2]

$$C = 1 + p \log_2 p + (1 - p) \log_2 (1 - p). \quad (1)$$

Для оценки помехоустойчивости системы связи часто используют среднюю вероятность ошибки в информационном бите P_b или последовательности бит (кодовом слове) P_B при определенном отношении сигнал-шум в канале связи.

Еще одной, не менее важной характеристикой, является энергетический выигрыш кодирования (ЭВК), показывающий величину снижения энергии, необходимой для передачи одного бита данных при некоторой выбранной средней вероятности ошибки на бит P_b .

Среди других характеристик алгоритмов декодирования выделим сложность реализации [2].

Рассмотрим пороговый декодер сверточного самоортогонального кода со скоростью $R = \frac{1}{2}$ с одним информационным символом и одним проверочным, т.е. $k_0 = 1, n_0 = 2$ и порождающим полиномом $g(x) = 1 + x + x^4 + x^6$. Кодовое ограничение будет равно $n_A = 13, m = 6$. Рассмотрим схему кодера на рис. 1 [2]. Кодер имеет 7-ми разрядный регистр сдвига ($m + 1$) для вычисления текущего проверочного символа. Схема декодера приведена на рис. 2.

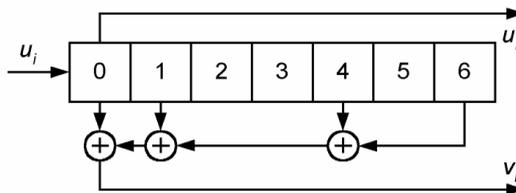


Рисунок 1 - Кодер сверточного самоортогонального кода

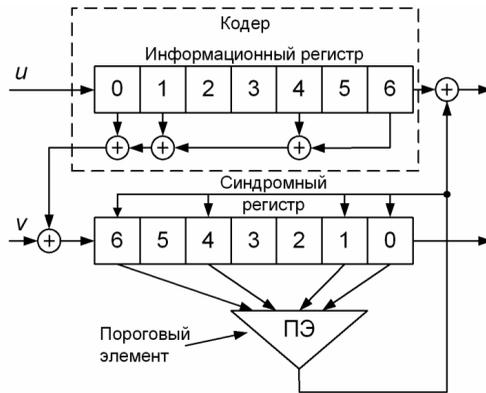


Рисунок 2 - Схема порогового декодера для СОК

Декодер имеет синдромный регистр для хранения значений для вынесения решения об исправлении ошибки. В его состав входит кодер, в точности такой же, как и при кодировании. Данный декодер обладает задержкой в m – тактов, прежде чем на выходе будет декодированный информационный символ, поступивший на вход из канала передачи. Пороговый элемент, который выносит решение об исправлении текущего символа на основе условия, при котором количество единиц не должно быть больше $m + 1$, в противном случае, будет принято решение об ошибке и исправляется информационный символ на выходе кодера.

В результате исследования необходимо получить зависимость вероятности ошибки декодирования P_b от отношения сигнал-шум (ОСШ) на бит в канале связи, а также определить погрешность вычислений ε . Заданными значениями, кроме спецификации кодера и декодера, будет начальная вероятность искажения информационного бита в канале P_0 . Для более точных и широких результатов возьмем несколько значений P_0 . Как правило, при оценке эффективности декодирования указываются не вероятности искажения бита, а ОСШ, выраженное в дБ. Но для моделирования необходима именно вероятность и для этого ее нужно посчитать по формулам (2)..(4).

$$P_0 = Q(\sqrt{2R E_B / N_0}), \text{ где } R = 1/2 \quad (2)$$

$$\frac{E_B}{N_0} = 10^{\frac{E_B/N_0 \text{ дБ}}{10}} \quad (3)$$

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (4)$$

Для проведения исследования необходимо проводить итерации до получения определенного количества ошибок декодирования, в отличие от простого указания конечного количества итераций. Тем самым повышается достоверность оценки при очень малых вероятностях. Укажем $M = 1000$, что мы будем проводить итерации до тех пор, пока не будет обнаружена 1000-ая ошибка в декодированном информационном бите.

Для заданных параметров декодера мы вычисляем только вероятность ошибки декодирования информационного бита P_b , поскольку код является сверточным.

Необходимо посчитать погрешность исследований (5).

$$\varepsilon = t_\beta \sqrt{\frac{P_b(1-P_b)}{N}} \quad (5)$$

В формуле (6) t_β - квантиль стандартного нормального распределения, значение которого берется из таблицы функции Лапласа для значения $\frac{\beta}{2}$, где β - достоверность оценки, которая в данной работе равна 0,9; N - число декодированных битов.

В результате моделирования на ЭВМ получены следующие значения искомых величин, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Результаты моделирования работы порогового декодера сверточного кода

E_B/N_0 дБ	P_0	P_b	ε
5	3.76E-02	1.25E-02	7.02E-05
6	2.30E-02	3.80E-03	2.05E-05
7	1.26E-02	8.80E-04	4.77E-06

В результате получены основные параметры оценки эффективности декодирования для сверточного порогового декодера для СОК в ДСК. Отметим, что с помощью такого декодера можно уменьшить вероятность ошибки декодирования по сравнению с вероятностью ошибки в канале в десять и более раз.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации №МД-639.2014.9.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Месси Дж. Пороговое декодирование // Пер. с англ. Ю.Л. Сагаловича под ред. Э.Л. Блоха – М.: Мир, 1966. 208 с.
2. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник / Под. ред. чл-кор. РАН Ю.Б.Зубарева. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 126 с.

С.В. ПАНЮКОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-ПОРТФОЛИО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

В статье рассмотрены вопросы использования технологии веб-портфолио в учебном процессе вуза, перечислены этапы развития, основные возможности и достоинства этой технологии.

Информатизация общества и образования меняет подходы к высшему образованию, способствует трансформации обучения на базе средств информационно-коммуникационных технологий. В логике компетентностного и личностно-ориентированного подходов осуществляется поиск новых форм организации учебного процесса в вузе на базе веб-технологий, методов диагностики образовательных достижений студентов и контроля за учебной активностью, способов развития социально значимых личностных качеств, необходимых для успешного карьерного роста выпускников. Одним из эффективных способов решения перечисленных проблем является технология веб-портфолио¹. Веб-портфолио – это комбинация возможностей техноло-

¹ Работы по написанию методического обеспечения создания и ведения электронного портфолио в социальной сети поддержаны грантом РГНФ, соглашение № 13-06-00481.

гии портфолио и социальной сети, это личный сайт без рекламы, с индивидуальным дизайном, с полным функционалом социальной сети для создания сообществ и общения, возможностью простого и самостоятельного обновления без привлечения программистов.

Портфолио в переводе с итальянского означает «папка с документами», «папка специалиста», в которой собраны наиболее значимые работы. Но портфолио является и современной образовательной технологией, основой которой является метод аутентичного оценивания результатов образовательной и профессиональной деятельности. Аутентичное оценивание – это вид оценивания сформированности умений и навыков личности в условиях максимально приближенных к требованиям профессиональной жизни. Портфолио студента является удобным способом фиксирования, накопления и оценки индивидуальных достижений за время учебы в вузе. В портфолио следует собирать отчет по процессу обучения.

На рынке труда конкурентоспособность и востребованность студента будет определяться не только полученными знаниями и практическими умениями, но и способностью представить в лучшем свете результаты своей деятельности. Работодателю важно продемонстрировать умение мыслить, творить и действовать самостоятельно, решать нетрадиционные задачи. Именно для этих целей используется портфолио.

Развитие технологии портфолио можно условно разбить на три этапа: бумажный, электронный, веб-портфолио.

Этап первый – бумажный портфолио.

Этап второй – электронный портфолио. В электронном портфолио хранится информация в цифровом формате. Добросовестный студент собирает отсканированные документальные подтверждения тематики и содержания курсовых и квалификационной работ, сертификатов и дипломов, отзывы руководителей, а также результаты личных достижений вне образовательной системы (спорт, танцы, социальная работа и пр.). В некоторых вузах электронное портфолио размещается на официальном сайте. Недостаток данного подхода заключается в том, что пока студент учится в вузе, он заполняет портфолио, но при переходе из одного учебного заведения в другое или после его окончания администрация ограничивает или закрывает доступ автора к собственной информации.

Этап третий – веб-портфолио. Расширение использования Интернет во всех сферах человеческой деятельности способствовало развитию и совершенствованию функциональных возможностей социальных сетей. Ответом на новые вызовы, следующим закономерным

этапом развития технологии портфолио стало появление его новой формы, которая получила название веб-портфолио (webfolio). Ведение веб-портфолио в социальной сети (онлайн портфолио) обеспечивает доступ к персональной информации вне зависимости от места работы или учебы, что позволит избежать ненужных трат времени и усилий для неоднократного сбора и представления одной и той же информации на сайте школы, а потом и вуза.

Веб-портфолио студента является эффективным способом презентации его профессионализма, оценки его компетенций и уровня сформированности творческих и коммуникативных способностей, является современной эффективной формой самопрезентации и самооценки результатов образовательной деятельности студента. Следует отметить, что использование в учебном процессе вуза портфолио онлайн способствует:

- усилению мотивации к образовательным достижениям;
- формированию рефлексивных умений, умений объективно оценивать уровень своих профессиональных компетентностей;
- приобретению опыта в общении и деловой конкуренции;
- развитию профессиональных компетентностей;
- повышению конкурентоспособности будущего специалиста;
- формированию и наполнению индивидуального онлайн пространства [2].

Перечисленные выше достоинства технологии веб-портфолио определяют актуальность ее внедрения в учебном процессе вуза. Основная проблема распространения этой инновации в высшем образовании состоит не только в недостаточной информированности педагогов и студентов об инструментах для ведения веб-портфолио. Следует отметить острую необходимость в разработке рекомендаций для студентов и педагогов касательно выбора платформы и использования веб-портфолио студента в программах профессионального обучения и развития.

Одним из современных решений для создания и ведения портфолио студентов является социальная сеть 4portfolio.ru [1]. Выделим основные особенности ведения в этой сети онлайн портфолио:

- создание собственного сайта и наполнение страничек информацией об успехах и достижениях, о полученных знаниях, умениях, навыках, о самооценке достижений, о планах по совершенствованию знаний, умений и возможности их использования для саморазвития;

- возможность сбора и хранения текстовых, графических, аудио, видео файлов любых форматов, сбора и хранения информации (артефактов), регистрация студентом достижений во всех видах деятельности в режиме реального времени, наглядная демонстрация студентами своих успехов, формирование карьерного портфолио;
- удобство использования в дистанционном обучении, высокий потенциал для совершенствования преподавания, обучения и диагностики образовательных и личностных достижений студента;
- усиление мотивации для представления более качественных результатов обучения и новые возможности для обсуждения работ студентов в учебной группе;
- повышенная самостоятельность и ответственность студентов за представленные работы, упрощенная проверка на плагиат;
- подходит для пользователей, обладающих базовыми навыками пользователя компьютера;
- легкий доступ к личному информационному пространству, к представленному контенту и внесения изменений в любое время с любого компьютера, подключенного к Интернет;
- открытие или закрытие каждой странички портфолио для комментариев со стороны преподавателей или друзей;
- защита личной информации и страничек портфолио от несанкционированного просмотра и использования.

Технологии веб 2.0, реализованные в 4portfolio.ru предоставляют пользователю возможности для поиска друзей, сообществ, открытых для просмотра страничек других пользователей портала, преподавателей или профессионалов по выбранному направлению профессиональной деятельности. Вступление в сообщества по интересам облегчает возможности обмена мнениями на форуме, личными сообщениями. Например, вступление в сообщество при изучении конкретной дисциплины обеспечивает создание площадки для общения с преподавателем. Каждый студент может открывать странички портфолио членам данного сообщества для просмотра и комментариев. На этих страничках размещаются контрольные работы, рефераты, доклады, курсовые работы, отчеты по практике, отчеты об участии на конференциях, олимпиадах и прочих мероприятиях [2].

Использование сообществ облегчит дистанционное консультирование студентов и обмен мнениями с другими студентами, профессионалами и преподавателями, находящимися на значительных географических расстояниях друг от друга. Особенно следует обратить внимание на развитие у студентов коммуникативных навыков общения: учет мнения оппонента, отстаивание своей точки зрения.

Концепция построения социальной сети 4portfolio.ru учитывает потребность студентов в самопредставлении, самореализации и общении. Сервисы сети обеспечивает формирование личного Интернет-пространства для каждого пользователя, возможность самопредставления своих успехов и достижений, вступления в различные сетевые сообщества для обмена информацией. Постепенное наполнение каждым пользователем персонального Интернет-пространства будет способствовать формированию единого информационного пространства вуза для информационного взаимодействия, демонстрации достижений, расширения возможности обмена мнениями и идеями в профессиональной области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гостин А.М., Панюкова С. В., Самохина Н.В., Сапрыкин А.Н. , Инструментарий Веб 2.0 для создания и ведения портфолио. // Информатика и образование, Изд-во «Образование и информатика», - М.: 2013. № 10.

2. Смолянинова О.Г., Иманова О.А. Разработка е-портфолио студента средствами веб-приложения Mahara// Информатика и образование, Изд-во «Образование и информатика», - М.: 2013. № 5.

Д.А. ПЕРЕПЕЛКИН, М.А. ИВАНЧИКОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОЙ УСКОРЕННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ УВЕЛИЧЕНИИ НАГРУЗКИ НА ЛИНИЯХ СВЯЗИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ

Предложен алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров, позволяющий повысить эффективность их функционирования в условиях динамического увеличения нагрузки на линиях связи.

В настоящее время большой класс распределенных сетевых структур оптимально строить на основе базовых (опорных) сетей. На сегодняшний день такие задачи актуальны при формировании региональной телекоммуникационной инфраструктуры с учетом особенностей действующих на территории региона операторов связи. Это дает возможность сократить общие затраты на создание высокоскоростных каналов связи, построить устойчивую сетевую структуру, к ко-

торой легко подключать новые сегменты с учетом специфики предприятия. В связи с этим основное внимание уделяется эффективности применяемых в корпоративных сетях процессов маршрутизации.

Задача маршрутизации в сетях решается при условии, что кратчайший маршрут, обеспечивающий передачу пакета на минимальное время, зависит от топологии сети, пропускной способности и нагрузки на линии связи. На практике загрузка и пропускная способность линий связи корпоративной сети динамически меняются, что может приводить к частой рассылке служебной информации об изменениях маршрутов.

Задача формирования и построения оптимальных маршрутов передачи данных часто формулируется как задача поиска кратчайших путей на графе. При этом вершинами графа являются базовые узлы, а ребрами – каналы связи, соединяющие эти базовые узлы. В настоящее время известно большое число алгоритмов поиска оптимальных маршрутов.

Для решения задачи поиска оптимальных маршрутов в корпоративных сетях широко используется алгоритм Дейкстры. Данный алгоритм применяется для построения таблиц маршрутизации в протоколе OSPF (Open Shortest Path First). Трудоемкость построения таблиц маршрутизации с использованием классического алгоритма Дейкстры составляет значение $O(N^2)$, где N – число маршрутизаторов корпоративной сети. При наличии нескольких провайдеров связи в корпоративной сети трудоемкость расчета оптимальных маршрутов с применением алгоритма Дейкстры возрастает до значения $O(N^3)$.

В работе [1] предложен алгоритм парных переходов, позволяющий за счет сбора дополнительной информации учесть возможные изменения параметров линий связи корпоративной сети и не производить полный пересчет маршрутных таблиц. Это позволило снизить трудоемкость расчета таблиц маршрутизации до величины порядка $O(k \cdot N)$, где k – число фактически выполненных парных переходов. Однако данный алгоритм применяется в корпоративных сетях только при наличии одного оператора связи.

Наиболее эффективный алгоритм для решения задачи поиска оптимальных маршрутов в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи предложен в работе [2]. Однако в случае динамического увеличения нагрузки на линии связи в корпоративной сети нескольких провайдеров связи необходимо производить полный перерасчет таблиц маршрутизации.

В связи с этим разработка новых алгоритмов адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров позволяет

повысить эффективность их функционирования за счет уменьшения трудоемкости построения схем оптимальных маршрутов при динамическом увеличении нагрузки на линиях связи.

Представим корпоративную сеть нескольких провайдеров связи в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа $G = (V, E, W, Z)$, где V – множество вершин (узлов связи или маршрутизаторов), $|V| = N$, E – множество ребер (каналов или линий связи), $|E| = M$, W – множество весов ребер (стоимость каналов связи между узлами), Z – множество провайдеров связи, $|Z| = m$.

Пусть на мультиграфе G в некоторый момент времени уже решена задача поиска оптимальных маршрутов до всех узлов множества $V_s = V \setminus \{v_s\}$ из начального узла v_s , т. е. построено дерево оптимальных маршрутов с корнем в узле v_s . Обозначим это дерево как T_g .

Рассмотрим множество каналов E мультиграфа G . По признаку вхождения каналов в дерево T_g можно разделить исходное множество E на два подмножества: $E_T \in T_g$ и $E_R \notin T_g$, $E_T \cup E_R = E$.

Множество каналов дерева E_T – множество каналов дерева T_g для мультиграфа G . Для заданного мультиграфа G согласно свойству дерева мощность множества E_T будет равняться мощности множества V минус единица $|E_T| = |V| - 1$.

Множество каналов замены для дерева E_R – множество каналов мультиграфа G , не вошедших в дерево T_g . При соответствующих условиях некоторый канал связи $e_{ij}^x \in E_R$, инцидентный узлам v_i и v_j и обслуживаемый провайдером $x \in Z$, может перейти в множество каналов дерева E_T , заменив собой некоторый канал $e_{k,p}^x \in E_T$. При этом инцидентность канала $e_{k,p}^x$ узлу v_i или v_j является обязательным условием. В свою очередь канал e_{ij}^x перейдет в множество E_R .

Будем называть такие переходы парными переходами и обозначать $e_{ij}^x - e_{k,p}^x$.

Для каждого канала связи $e_{ij}^x \in E$ определены точка вхождения в дерево $w_{ij}^{x,t}$ и точка вхождения в множество замены $w_{ij}^{x,s}$, причем $w_{ij}^{x,t} \leq w_{ij}^{x,s}$, под которыми понимается максимально возможный вес канала e_{ij}^x при его вхождении в множество каналов дерева $E_T \in T_g$ и в множество каналов замены для дерева $E_S \notin T_g$ соответственно.

Маршрутная степень узла связи $ms(v_i)$ – число неповторяющихся каналов связи $e_{ij}^x \in E$, инцидентных узлу v_i , через каждый из которых можно построить маршрут между узлами v_i и v_s .

Теорема 1. Для любого канала связи $e_{ij}^x \in E_T$, обслуживаемого провайдером $x \in Z$ и инцидентного узлам v_i и v_j , маршрутные степени которых больше единицы, при заданной конфигурации графа, неиз-

менных весах других каналов существует такое значение веса $w_{ij}^{x,t}$, что при $w_{ij}^x > w_{ij}^{x,t}$ канал e_{ij}^x становится каналом замены и переходит в множество E_R .

Доказательство. Пусть $\pi_{i,u}$ – текущий оптимальный маршрут и оценка оптимального маршрута $d_i > d_j$. Для узла связи v_i , степень которого больше единицы, следовательно, $|P_i| > 1$, среди $\pi_{i,k} \in P_i$ найдется такой оптимальный маршрут $\pi_{i,p}$, для которого $e_{i,j}^x \notin \pi_{i,p}$. Длина маршрута $\pi_{i,p}$ составляет $d_{i,p}$. Тогда при увеличении веса канала связи w_{ij}^x на величину, большую $d_{i,p} - d_{i,u}$ оптимальный маршрут до узла v_i изменится на маршрут $\pi_{i,p}$. То есть при $w_{ij}^x > w_{ij}^x + (d_{i,p} - d_{i,u})$ канал $e_{i,j}^x$ становится каналом замены и переходит в множество E_R . В данном случае $w_{ij}^{x,t} = w_{ij}^x + (d_{i,p} - d_{i,u})$. Теорема доказана.

Величину $w_{ij}^{x,t}$ будем называть точкой вхождения в дерево для канала e_{ij}^x .

Отношение парного перехода r_i – отношение соответствия элемента e_{ij}^x множества E_T элементу $e_{k,p}^x$ множества E_R , такое, что при увеличении веса канала e_{ij}^x так, что $w_{ij}^x > w_{ij}^{x,t}$ имеет место парный переход $e_{ij}^x - e_{k,p}^x$.

Теорема 2. Для любого канала связи $e_{k,p}^x \in E_R$, находящегося в отношении парного перехода с некоторым каналом $e_{ij}^x \in E_T$ с заданной точкой вхождения в дерево $w_{ij}^{x,t}$ существует такое значение веса $w_{k,p}^{x,t}$, что при $w_{k,p}^x < w_{k,p}^{x,t}$ канал $e_{k,p}^x$ становится каналом дерева T_g и переходит в множество E_T .

Доказательство. Пусть $\pi_{i,u}$ – текущий оптимальный маршрут, содержащий канал e_{ij}^x . Пусть $\pi_{i,p}$ – оптимальный маршрут, содержащий канал $e_{k,p}^x$. Из доказательства, приведенного выше, следует, что $d_{i,u} = d_{i,p} - (w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x)$. При $d_{i,p} < d_{i,u}$ канал связи $e_{k,p}^x$ станет каналом дерева T_g и перейдет в множество E_T .

В данном случае $w_{k,p}^{x,t} = w_{k,p}^x - (w_{ij}^{x,t} - w_{ij}^x)$. Теорема доказана.

Теорема 3. Каналы связи $e_{ij}^x \in E_T$ и $e_{k,p}^x \in E_R$, находящиеся в одном отношении $r_i \in R$, инцидентны одному и тому же узлу связи v_i при условии, что v_i является листом дерева оптимальных маршрутов.

Доказательство. После превышения каналом e_{ij}^x веса точки вхождения в дерево, данный канал будет исключен из дерева и узел связи v_i окажется не связанным со всеми остальными узлами в дереве. Чтобы в результате получилось дерево T_g с исходным множеством узлов, необходимо в дерево добавить канал связи, связывающий узел v_i с некоторым узлом v_p в дереве. Таким каналом по определению отношения парного перехода является $e_{k,p}^x \in E_R$. Этот канал будет инцидентен узлу v_i . Теорема доказана.

В множестве E_R можно выделить два подмножества.

Множество каналов замены E_S для дерева – это такое подмножество множества E_R , элементы-каналы которого участвуют, по крайней мере, в одном отношении парного перехода.

Множество непарных каналов E_P – это такое подмножество множества E_R , элементы-каналы которого не участвуют ни в одном отношении из множества R .

На основе сформулированных выше положений и доказанных теорем разработан алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации, позволяющий уменьшить трудоемкость построения оптимальных маршрутов при динамическом увеличении нагрузки на линиях связи в корпоративных сетях нескольких провайдеров. Укрупненно алгоритм имеет следующий вид.

Шаг 1. Разбить множество каналов корпоративной сети нескольких провайдеров на подмножество каналов, которые входят в дерево оптимальных маршрутов E_T , подмножество каналов замены E_S , которые не входят в дерево оптимальных маршрутов и подмножество непарных каналов E_P .

Шаг 2. Для каждого канала корпоративной сети нескольких провайдеров определить точки вхождения в дерево оптимальных маршрутов и в множество каналов замены.

Шаг 3. Для узла связи, являющейся листом дерева, произвести поиск всех парных переходов без ограничений по каждому из провайдеров, с учетом весов узлов в ранее построенном дереве оптимальных маршрутов. Привязать эти списки к узлу связи, инцидентному рассматриваемому каналу и расположенному ниже по иерархии.

Шаг 4. Если узел связи не является листом дерева, то вычислить парные переходы для этого узла по каждому из провайдеров, с учетом веса узла по каждому из провайдеров, и выбрать лучшие значения потенциальных парных переходов. Процедура выполняется для формирования списков парных переходов в случае динамического увеличения нагрузки канала связи.

Шаг 5. Для каждого узла связи сформировать полный список парных переходов.

Шаг 6. Анализируя полученную используемым протоколом маршрутизации информацию, определить, произошло ли увеличение нагрузки какого-либо канала связи. Если да, то перейти к шагу 7, иначе – к шагу 6.

Шаг 7. Используя список парных переходов, определить, требуется ли сделать парный переход: если да, то перейти к шагу 8, если нет – к шагу 12.

Шаг 8. Для узла связи, у которого потенциал уменьшился и у которого в список парных переходов входит канал связи с изменившейся метрикой, определить путь минимальной длины и поместить канал, который привел к уменьшению потенциала узла связи в дерево оптимальных маршрутов, а сменившийся канал из дерева оптимальных маршрутов – в множество каналов замены, при необходимости изменить вес узла связи в зависимости от обслуживающих провайдеров.

Шаг 9. Определить, уменьшился ли потенциал других узлов связи корпоративной сети, расположенных выше по иерархии, после выполнения парного перехода. Если да, то перейти к шагу 10, иначе – к шагу 11.

Шаг 10. Для каждого узла связи, у которого потенциал уменьшился, определить маршрут минимальной длины. Если новый минимальный маршрут для каждого узла связи содержит канал из списка парных переходов, то поместить данный канал в дерево оптимальных маршрутов, а канал из дерева оптимальных маршрутов – в множество каналов замены.

Шаг 11. Построить новое дерево оптимальных маршрутов корпоративной сети нескольких провайдеров.

Шаг 12. Передать пакеты по доступным маршрутам, пересчитать точки вхождения в дерево и в множество замены, переформировать список парных переходов для каждого изменившегося узла связи. Перейти к шагу 6.

Рассмотрим пример работы разработанного алгоритма адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом увеличении нагрузки в корпоративных сетях нескольких провайдеров.

Обозначим $w_{i,j}^x$ – нагрузка канала связи, соединяющего узлы v_i и v_j ; $nw_{i,j}^x$ – новое значение нагрузки, полученное в результате ее динамического изменения на линии связи корпоративной сети нескольких провайдеров. Узел связи v_i располагается ниже по иерархии в дереве оптимальных маршрутов относительно узла v_j .

При увеличении нагрузки канала $e_{i,j}^x \in E$ возможны два варианта:

1. $e_{i,j}^x \in E_T, nw_{i,j}^x > w_{i,j}^x$;
2. $e_{i,j}^x \in E_R, nw_{i,j}^x > w_{i,j}^x$.

Рассмотрим первый вариант, то есть увеличение нагрузки канала $e_{i,j}^x \in E_T$. Например, если рассмотреть канал связи $e_{4,5}^1$ мультиграфа G , представленного на рис. 1, то для него значение точки вхождения в дерево будет составлять 50, а значение точки вхождения в множество замены – 60. При этом данный канал находится в отношении парного перехода с каналом связи $e_{2,5}^2$.

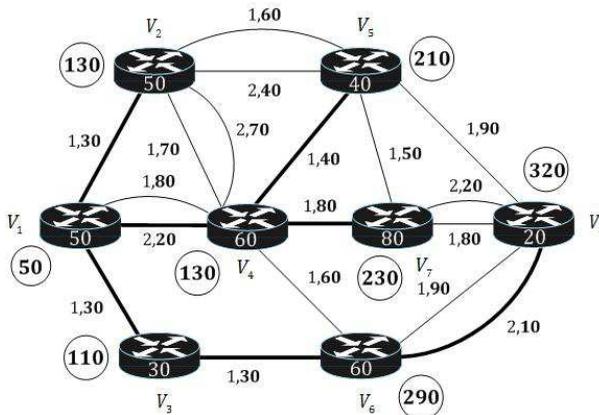


Рисунок 1 - Мультиграф G корпоративной сети нескольких провайдеров

Пусть увеличилась нагрузка канала связи $e_{4,5}^1$, например, $pw_{4,5}^1 = 60$. В этом случае мультиграф G корпоративной сети нескольких провайдеров примет вид, показанный на рис. 2.

Рассмотрим второй вариант, то есть увеличение нагрузки канала связи $e_{i,j}^x \in E_R$. Пусть увеличилась нагрузка канала связи $e_{4,6}^1$, например $pw_{4,6}^1 = 90$. После увеличения нагрузки канала $e_{4,6}^1$ дерево оптимальных маршрутов не изменится, мультиграф G корпоративной сети нескольких провайдеров будет иметь такой же вид, как и на рис. 1.

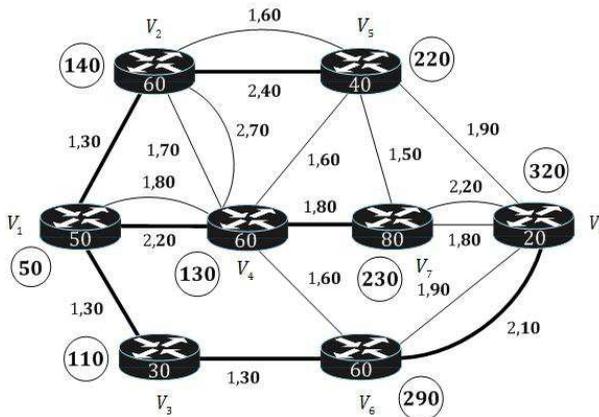


Рисунок 2 - Мультиграф G после увеличения нагрузки канала $e_{4,5}^1$

Применение предложенного алгоритма адаптивной ускоренной маршрутизации позволило снизить трудоемкость расчета таблиц маршрутизации до значения $O(k \cdot m \cdot N)$, где k – число выполненных парных переходов, m – число провайдеров связи, N – число маршрутизаторов в сети. Таким образом, разработанный алгоритм является эффективным при построении оптимальных маршрутов в корпоративной сети нескольких провайдеров в условии динамического увеличения нагрузки на их линиях связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук МК-819.2014.9.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Построение дерева оптимальных маршрутов корпоративной сети в условии динамического изменения нагрузки на ее линиях связи // Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2011. С. 7-18.

2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 2 (44). С. 52-56.

Д.А. ПЕРЕПЕЛКИН, В.А. ЧЕРЕНКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ СТРУКТУРЫ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ СВЯЗНОСТИ КАНАЛОВ

Предложен алгоритм сегментации структуры корпоративной сети с учетом связности каналов, повышающий эффективность ее функционирования за счет оптимальности итогового разбиения, надежности и безопасности функционирования отдельных сегментов и высокой производительности при распределении трафика между сегментами.

Необходимость организации структуры корпоративной сети вызвана целым рядом причин, среди которых усовершенствование маршрутов передачи данных, возможность эффективного обмена информацией, повышение надежности, безопасности и защищенности сети. Одним из способов построения эффективной структуры корпоративной сети является ее сегментация на отдельные оптимальные структуры.

В общем случае для решения данной задачи применяется графовая модель корпоративной сети, в которой множество вершин графа соответствует множеству узлов связи или маршрутизаторов в сети, а множество ребер соответствует возможным каналам связи между этими узлами. Каждое ребро, соответствующее каналу связи, имеет свой вес. На практике весу ребра могут соответствовать стоимость аренды канала связи, затраты на оплату единицы трафика, передаваемого по каналу связи, соответствующему данному ребру, либо более сложная функция, учитывающая большее число параметров корпоративной сети.

В настоящее время для решения поставленной задачи широко используются комбинаторные алгоритмы сегментации [1]. Однако недостатками данных алгоритмов является высокая трудоемкость сегментации структуры корпоративной сети и малая степень связности каналов связи в отдельных сегментах.

В связи с этим разработка новых алгоритмов сегментации структуры корпоративной сети позволяет повысить эффективность ее функционирования за счет оптимальности итогового разбиения и высокой производительности при распределении трафика между полученными сегментами.

Для решения данной задачи предлагается новый эффективный алгоритм сегментации структуры корпоративной сети с учетом максимальной связности каналов внутри каждого отдельного сегмента. Суть работы предлагаемого алгоритма заключается в определении минимального остонового дерева корпоративной сети [2] и выделении на основе полученной структуры сегментов с максимальной связностью каналов.

Математическую модель корпоративной сети представим в виде неориентированного взвешенного связного графа $G = (V, E, W)$, где V – множество вершин (узлов связи), $|V| = N$, E – множество ребер (каналов или линий связи), $|E| = M$, W – множество весов ребер (стоимость каналов или линий связи).

Задача сегментации структуры корпоративной сети решается путем разбиения множества вершин графа на непересекающиеся подмножества вершин с максимально связанными между собой каналами и минимальным суммарным весом ребер, проходящих между подмножествами полученных вершин. Следует отметить возможную противоречивость критериев разбиения графа – максимальная связность подмножеств вершин может не соответствовать минимальности весов граничных ребер и наоборот. В данной ситуации необходимо принятие того или иного компромиссного решения.

Для решения поставленной задачи введем следующие понятия.

Степень узла связи $\deg(v_i)$ подграфа $G_1 \subset G$ – число неповторяющихся каналов связи $e_{i,j} \in E$, инцидентных узлу v_i . Узел связи v_i называется листом дерева (подграфа G_1), если его степень $\deg(v_i) = 1$. Потомком называется часть минимального остовного дерева, имеющая узел-предок. Предком называется узел связи, имеющий одного и более потомка. Величиной связности сегментов называется отношение количества связей внутри сегмента к внешним связям у данного сегмента:

$$Q = \frac{Y_{\text{внутр}}}{Y_{\text{внеш}}}.$$

На основе введенных понятий разработан алгоритм сегментации структуры корпоративной сети с учетом связности каналов. Укрупненно алгоритм имеет следующий вид.

Шаг 1. В графе G корпоративной сети найти минимальное покрывающее дерево с помощью алгоритма Прима. В качестве критерия оптимальности канала связи выбрать стоимость его использования.

На данном этапе необходимо найти такой подграф $G_1 \subset G$, где суммарный вес $w(G_1)$ входящих в него ребер минимален.

$$w(G_1) = \min_{(i,j) \in G} w(G) = \min_{(i,j) \in G} \sum_{(i,j) \in G_1} w(i,j).$$

Шаг 2. Выделить в полученной структуре отдельные сегменты.

Объединение в отдельные сегменты происходит последовательным объединением потомков с их предками. Вначале рассматривается в качестве предка произвольная вершина v_i подграфа $G_1 \subset G$. Далее оценивается степень данной вершины $\deg(v_i)$. Если $\deg(v_i) = 1$, то данная вершина объединяется с вершиной, с которой имеется связь, если нет – перейти к следующей вершине (потомку). Данное действие произвести до тех пор, пока не будут рассмотрены все вершины. Заметим, что в первую очередь рассматриваются связи искомой вершины с вершинами, которые еще не вошли в какой-либо из сегментов. При отсутствии связи со свободной вершиной произвести присоединение ее к одному из сегментов по следующему принципу. Сначала просмотреть связи данной вершины со всеми сегментами G_i . Определить сегменты G_i , с которыми имеется связь, принадлежащая минимальному остовному дереву $G_i \subset G_1$. Далее с данными сегментами просмотреть все множество связей. Если у вершины с каким-то из сегментов количество связей больше чем у другого сегмента, то отнести вершину в этот

сегмент. Если количество связей одинаково для всех сегментов, то принадлежность вершины к сегменту определить связью с минимальным весом.

Шаг 3. Оценка полученной структуры с помощью величины связности сегментов Q .

Заметим, что чем больше сегментов получено в результате разбиения, тем меньше величина связности. Минимальная величина связности, при которой полученные сегменты можно считать оптимальными, имеет значение $Q = 0,3$.

Шаг 4. Получение сегментов с минимальной или заданной величиной связности.

Для получения сегментов выполняется объединение соседних сегментов с наименьшими весами между собой. Данную операцию целесообразно производить до тех пор, пока величина связности получаемых сегментов не будет больше или равной минимальному или заданному значению данной величины.

Рассмотрим пример работы предложенного алгоритма.

Представим корпоративную сеть в виде неориентированного взвешенного связанного графа $G = (V, E, W)$, показанного на рис. 1.

Далее перейдем к нахождению минимального покрывающего дерева. В качестве начальной вершины выберем вершину V_1 . Результат нахождения минимального покрывающего дерева приведен на рис. 2.

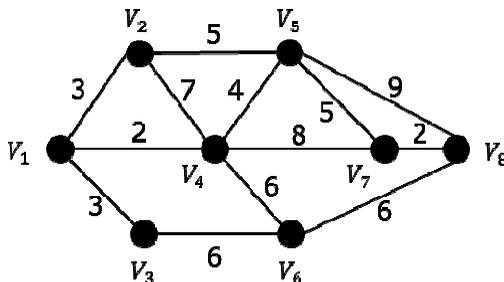


Рисунок 1 - Исходный граф G для разбиения

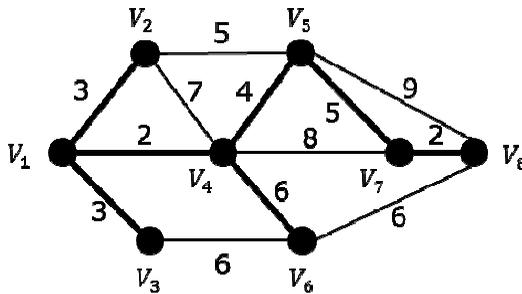


Рисунок 2 - Построение минимального покрывающего дерева графа G

На основе полученной структуры произведем выделение сегментов $G_i \subset G_1$. Для начальной вершины V_1 значение степени составляет величину $\deg(V_1) = 3$ (она является предком для вершин V_2 , V_3 и V_4). Потомков имеет только вершина V_4 ($\deg(V_4) = 3$). Так как значения маршрутных степеней вершин V_2 и V_3 равны единице, следовательно, они объединяются в один сегмент с вершиной V_1 . Образование первого сегмента дерева корпоративной сети приведено на рис. 3.

С учетом того, что вершины V_2 и V_3 рассмотрены, переходим к вершине V_4 . Вершина V_4 является предком для вершин V_5 и V_6 . Вершина V_6 не имеет потомков ($\deg(V_6) = 1$), следовательно, выделяем ее и вершину V_4 в отдельный сегмент. Образование второго сегмента дерева корпоративной сети приведено на рис. 4.

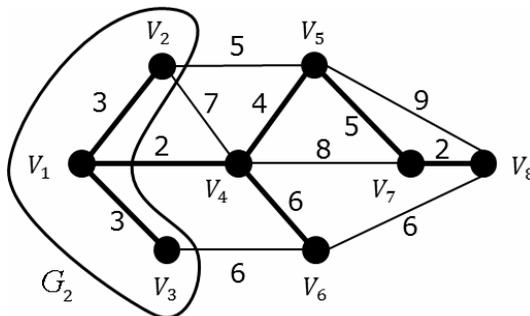


Рисунок 3 - Образование первого сегмента G_2 графа G

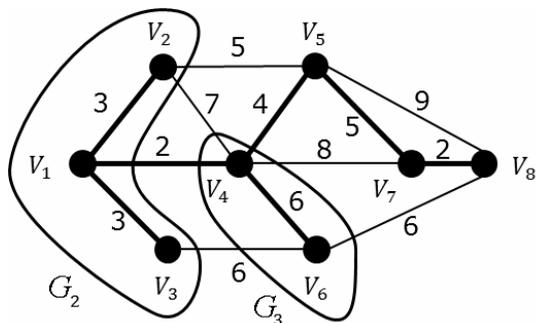


Рисунок 4 - Образование второго сегмента G_3 графа G

Переходим к следующему потомку вершины V_4 – вершине V_5 . Рассматриваем вершину V_5 в качестве предка. Она имеет потомка – вершину V_7 . Следовательно, ее нельзя отнести во второй сегмент. Рассматриваем в качестве предка вершину V_7 . Она имеет потомка – вершину V_8 . Вершина V_8 не имеет потомков ($\text{deg}(V_8) = 1$), следовательно, объединяем данную вершину с вершиной V_7 в отдельный сегмент. Образование третьего сегмента приведено на рис. 5.

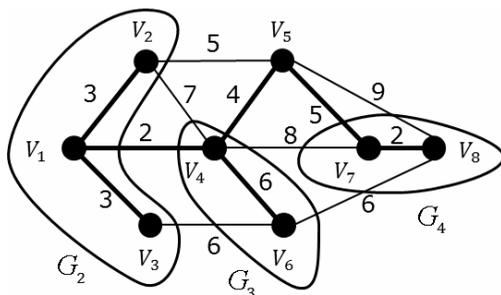


Рисунок 5 - Образование третьего сегмента G_4 графа G

Далее возвращаемся к вершине V_5 и проверяем ее на наличие связей со свободными вершинами. Вершина V_5 не имеет таковых связей, следовательно, рассмотрим ее на принадлежность к другим сегментам. Применительно к взятому графу G вершина V_5 имеет связи со всеми тремя полученными сегментами. С первым сегментом данная вершина не имеет связи, принадлежащей остову минимального веса, следовательно, относить ее к данному сообществу нельзя. Со вторым и третьим сегментами вершина V_5 имеет связь принадлежащую остову минимального дерева. Далее рассматривается все множество связей

вершины с этими сегментами. Видно, что с третьим сегментом вершина V_5 имеет две связи, а со вторым – одну. Следовательно, вершину V_5 добавляем к третьему сегменту. Полученный результат приведен на рис. 6.

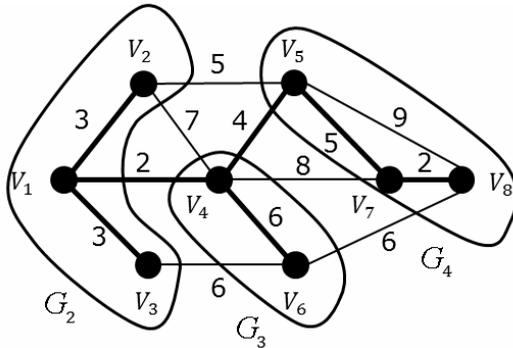


Рисунок 6 - Результат предварительной сегментации графа G

Проанализируем полученное разбиение с точки зрения величины связности сегментов. Очевидно, что для сообщества G_3 данная величина меньше, чем минимально допустимое значение. Для получения значения, удовлетворяющего условию, произведем объединение сегментов G_2 и G_3 между собой в отдельный сегмент. Конечный результат сегментации графа G приведен на рис. 7.

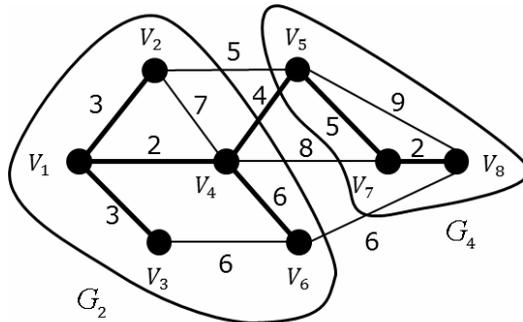


Рисунок 7 - Результат выделения сегментов в графе G

Стоит отметить, что полученное разбиение характеризуется высокой величиной связности сегментов, а также позволяет получить информацию о внутренней структуре отдельных сегментов и связях между ними.

Анализ трудоемкости предложенного алгоритма составляет величину $O(k \cdot N \cdot \log N)$, что позволяет сказать о его эффективности по сравнению с известными алгоритмами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук МК-819.2014.9.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мирошин В.М., Перепелкин Д.А. Анализ алгоритмов сегментации компьютерных сетей / Информационные технологии в научных исследованиях: межвуз. сб. науч. тр. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. – 2012. С. 96-105.

2. Иванчикова М.А., Перепелкин Д.А. Оптимизация корпоративной сети по критерию минимальной стоимости / Информационные технологии в научных исследованиях: межвуз. сб. науч. тр. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. – 2012. С. 69-70.

В.Г. ПСОЯНЦ, С.С. КОСОРУКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА

Рассматриваются вопросы определения характеристик качества программного обеспечения, определения общей полезности программного продукта и применение систематических методов и метрик повышения качества разрабатываемого проекта.

Успешная разработка программного обеспечения (ПО) - это, прежде всего, нахождение способов получения качественного программного продукта. Качество программного обеспечения может измеряться во внешних характеристиках (например, легкий в использовании, выполняется быстро) или во внутренних характеристиках (например, модульная конструкция, читабельный код). Внешние метрики - единственные, которые имеют значение. Заказчика мало заботит, насколько хорошая модульная конструкция использовалась при создании программы, главное, чтобы она хорошо выполнялась. Однако, внутренняя (скрытая) метрика является ключом к созданию внешних метрик, и при этом необходимо учитывать правила конструирования программ и технику программирования. В таблице 1 приводится список

наиболее общих внешних факторов, найденных в качественном программном обеспечении.[1,2]

Таблица 1. Характеристики качества программного обеспечения

Фактор	Означает
Корректность (правильность)	Обеспечивает правильную обработку на правильных данных
Устойчивость	Успешно завершает обработку ошибок
Расширяемость	Может легко адаптироваться к изменяющимся требованиям
Многочисленность использования	Может использоваться и в других системах, а не только в той, для которой было создано.
Совместимость	Может легко использоваться с другим программным обеспечением
Эффективность	Эффективное использование времени, компьютерной памяти, дискового пространства и т.д.
Переносимость	Можно легко перенести на другие аппаратные и программные средства
Верификация	Простота проверки, легкость разработки тестов при обнаружении ошибок, легкость обнаружения мест, где программа потерпела неудачу, и т.д.
Поддержка целостности	Защищает себя от неправильного обращения и неправильного употребления
Легкость использования	Для пользователя и для будущих программистов

Корректность и устойчивость. Корректная программа работает, когда поданы на вход правильные данные. Она отвечает всем требованиям к спецификации данных и не терпит неудачу внутри заданного диапазона. Устойчивость подразумевает не только правильность. Устойчивая программа способна обработать ситуации, не запланированные проектом. Эти ситуации включают некорректный ввод пользователя, аппаратный отказ и ошибки во время выполнения программы. Легко увидеть, что обе характеристики необходимы для любой системы, которая будет оценена как высококачественное программное обеспечение. Некорректная система бесполезна. Если система неустойчива, то она окажется неспособной справиться с задачей в реальной ситуации.

Расширяемость. Требования меняются - это один из важных факторов процесса разработки программного обеспечения. Существует два основных принципа создания расширяемого программного обеспечения:

- *Простота проекта.* Более простые проект и архитектура позволяют произвести изменения намного быстрее и легче, чем при сложном проекте.

- *Децентрализация.* Разбиение сложных проблем на малые. Изменения могут быть выполнены без перестроения других частей системы.

Многократное использование может просматриваться на различных уровнях: при анализе, проектировании, и реализации. Если проекты и код могут повторно использоваться, то можно начинать с уже проверенных, опробованных и правильных компонент, качество которых уже является высоким.

Совместимость ПО - мера того, насколько просто объединить различные программные изделия (ПИ) вместе для нового применения. Основы совместимости вытекают из общих проектных решений.

Совместимость и многократное использование часто применяются в комплексе, поскольку повторно используемое программное обеспечение должно быть совместимо с его новым окружением. Совместимое программное обеспечение поддерживает качество посредством использования прошлых усилий при формировании новых систем. Программное обеспечение с низким коэффициентом совместимости требует огромных усилий, чтобы настроить систему на необходимое использование.

Каждое ПИ должно создаваться с учетом требований пользователя, определенных в техническом задании. На рисунке 1 приведены характеристики качества ПИ.



Рисунок 1 - Характеристики качества ПИ

Оцениваемость – это существование критерия оценки ПИ и способа проверки соответствия этому критерию, по которым можно сравнить с другими подобными ПИ (критерии оценки в техническом проекте соответствует заданным требованиям: время работы модуля и т.д.).

Модифицируемость – эта характеристика отражает возможность внесения изменений в ПИ без значительных затрат времени на последующую отладку.

Эта характеристика включает в себя характеристику расширяемости ПИ, которая предполагает модификацию ПИ в части увеличения объема памяти либо числа функциональных модулей.

Понятность – легкость понимания документации, сопровождающей ПИ. К характеристикам понятности можно отнести *информативность, открытость, согласованность и структурированность ПИ*.

Надежность – свойство ПИ сохранять работоспособность в течение определенного периода времени в определенных условиях эксплуатации с учетом последствий для пользователя при любом отказе. Она характеризуется *завершенностью и точностью*.

Эффективность – выполнение требуемых функций при минимальных затратах ресурсов. Причем под ресурсами подразумевается: объем оперативной памяти, время работы процессора, объем внешней памяти, пропускная способность канала.

Человеческий фактор характеризуется:

- *легкостью использования ПИ.*
- *ПИ должно удовлетворять требованиям пользователя.*
- *ПИ должно реализовывать потенциальные потребности пользователя.*

Мобильность – возможность работы ПИ в различных ОС.[4,5]

Для управления качеством недостаточно простого использования различных методов его повышения — необходимо их осознанное систематическое применение, которое стало бы неотъемлемой частью процесса разработки ПО, ориентированного на качество. Необходим постоянный контроль качества разрабатываемого ПО через метрики качества (плотность дефектов, размер переделок, среднее время между отказами и др.), а также контроль качества отдельных подпроцессов, составляющих целостный процесс разработки.

Для успешной работы компания должна разрабатывать, внедрять и сопровождать программное обеспечение быстро, в срок и с удовлетворительным качеством. Поэтому многие компании вкладывают деньги в улучшение качества процесса проектирования.

Опыт управления качеством показывает, что финансовые затраты, произведенные для улучшения качества продукта, являются безусловно целесообразными и дают в итоге высокий экономический эффект. Частой является ситуация, когда реализуется решение о повышении качества, основываясь на неформальных, интуитивных спосо-

бах оценки качества. Это неизбежно ведет к неэффективному расходованию ресурсов и фактически увеличивает реальную цену качества.[1,3]

Тщательно проведенный метрический анализ качества в соответствии с целями разработки создает основу для корректного планирования и контроля затрат на качество для достижения требуемых показателей и эффективности использования ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андон Ф.И., Суслов В.Ю., Коваль Г.И., Коротун Т.М. Основы качества программных систем.–Киев, Академперіодика.– 2002.– 502с.
2. Липаев В. В. О проблемах оценивания качества программных средств. - ж. Качество. Инновации. Образование./№1, 2002г. Стр. 93-97
3. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных систем. – М.: СИНТЕГ. – 2003. –510 с.
4. Boehm B.W. The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model. – American Programmer. – 2000. – 586 p.
5. ISO/IEC 9126 Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model, 2001.

А.Н. САПРЫКИН, Д.И. ГОНЧАРОВА, Е.В. МАЛЮТИНА

Рязанский государственный радиотехнический университет

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПОЛЕЗНЫХ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В СЕТЯХ С ДВУХФАЗНОЙ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ

Рассматривается влияние размера популяции генетического алгоритма на его производительность, вычисляется оптимальное число особей для начальной популяции в условиях использования генетического алгоритма в сетях с двухфазной маршрутизацией.

В современных телекоммуникационных сетях невозможно избежать потери пакетов данных. Одной из многих причин этого является перегрузка узлов сети. На проблеме управления сетевыми потоками данных сосредоточено внимание как сетевых операторов, так и разработчиков новых сетевых протоколов и алгоритмов. С учетом сложившихся тенденций роста объема синхронной информации к компьютерным сетям предъявляются повышенные требования к качеству и отка-

зоустойчивости, в то время как характеристики существующих сетей остаются на прежнем уровне и не следуют за новыми тенденциями.

Одним из наиболее перспективных решений данной проблемы является использование сетей с двухфазной маршрутизацией [5]. Оно было предложено в работах [1,2]. Разработанные в них методы позволяют распределять нагрузку по параллельным путям и увеличивают резерв полосы пропускания каналов без проведения перемаршрутизации сети.

Из-за большого числа комбинаций исходных данных использование стандартных методов поиска оптимальных решений является неэффективным и затратным. Вместо этого целесообразным является применение эволюционных методов поиска, а именно, генетических алгоритмов.

Рассмотрим сеть с двухфазной маршрутизацией, состоящую из 50 узлов, по которым передаются 25 потоков. Каждый из них распределяется между двумя трактами передачи, а соотношение между частями потока определяется произвольно. В таком случае число возможных комбинаций распределения потоков можно вычислить по формуле:

$$[(k-1)(25(k-2)+1)]^n, \quad (1)$$

где k обозначает число узлов в сети, а n – количество потоков. Тогда число неповторяющихся комбинаций распределения потоков составит $1,752 \cdot 10^{119}$.

Одним из наиболее важных параметров генетических алгоритмов является размер популяции. В большинстве случаев именно он определяет качество подобранных решений. Данный вопрос является одной из наиболее важных тем исследований эволюционных вычислений [3, 4]. Не существует однозначного мнения, каким именно должен быть размер популяции. Слишком маленький размер популяции не может привести к достаточно полным решениям, в то время как слишком большой размер популяции может значительно увеличить расчетное время. Таким образом, следует более подробно исследовать принципы расчета размера начальной популяции с точки зрения его влияния на качество полученных решений и время выполнения программы.

В работе [1] была предложена реализация генетического алгоритма для оптимизации потоков трафика в сетях с двухфазной маршрутизацией. Однако в ней не была рассмотрена проблема выбора оптимальных параметров генетического алгоритма, в частности, размера популяции. Данная работа посвящена решению данной проблемы.

В результате проведенного исследования, были рассмотрены сети с двухфазной маршрутизацией, состоящие из 4, 8, 16 и 32 узлов. Размер популяции варьировался от 10 до 200 особей. Для всех популяций было сгенерировано фиксированное число поколений – 100. Вследствие стохастического характера генетических алгоритмов для каждого варианта было проведено 10 экспериментов.

Таблица 1. Производительность алгоритма для различных размеров популяции в сетях с двухфазной маршрутизацией из 4 и 8 узлов.

Размер популяции, особи	Функция полезности, условные единицы			Функция полезности, условные единицы		
	Сеть из 4 узлов			Сеть из 8 узлов		
	Средний результат	Лучший результат	Худший результат	Средний результат	Лучший результат	Худший результат
10	612	695	465	382	457	296
20	539	685	430	334	390	278
30	511	650	395	323	378	277
40	482	580	395	301	432	269
50	488	580	395	287	392	229
60	473	570	395	278	391	235
70	459	535	395	282	375	245
80	428	545	315	268	354	211
90	427	465	395	269	296	223
100	405	430	315	271	328	249
110	434	465	395	262	291	229
120	413	510	315	260	278	245
130	418	465	315	256	274	233
140	423	465	395	252	273	227
150	462	535	395	249	285	219
160	434	465	395	249	265	231
170	453	545	395	251	315	219
180	427	535	395	249	267	221
190	409	430	395	261	325	213
200	413	430	395	261	320	228

Таблица 2. Производительность алгоритма для различных размеров популяции в сетях с двухфазной маршрутизацией из 16 и 32 узлов.

Размер популяции, особи	Функция полезности, условные единицы			Функция полезности, условные единицы		
	Сеть из 16 узлов			Сеть из 32 узлов		
	Средний результат	Лучший результат	Худший результат	Средний результат	Лучший результат	Худший результат
10	695	762	617	1621	1724	1458
20	585	664	523	1523	1694	1281
30	563	690	467	1449	1536	1359

40	539	630	481	1377	1502	1249
50	511	543	459	1409	1506	1318
60	512	533	463	1350	1435	1275
70	496	539	445	1389	1432	1313
80	510	578	473	1363	1489	1203
90	501	557	462	1358	1415	1297
100	479	519	443	1363	1432	1243
110	486	538	455	1364	1577	1291
120	459	514	425	1425	1587	1317
130	497	539	437	1444	1627	1371
140	481	566	453	1405	1548	1249
150	477	508	447	1378	1510	1269
160	480	532	443	1405	1571	1272
170	457	484	435	1389	1476	1314
180	482	513	461	1379	1469	1288
190	456	512	419	1364	1496	1311
200	478	511	429	1352	1448	1229

В таблицах 1 и 2 содержатся средние, лучшие и худшие результаты функции полезности для различных размеров популяции.

Эксперимент показал, что увеличение размера популяции с 10 до 100 особей в популяции значительно улучшает средние результаты функции полезности. Дальнейшее увеличение размера популяции не оказывает значительного влияния на точность полученных результатов.

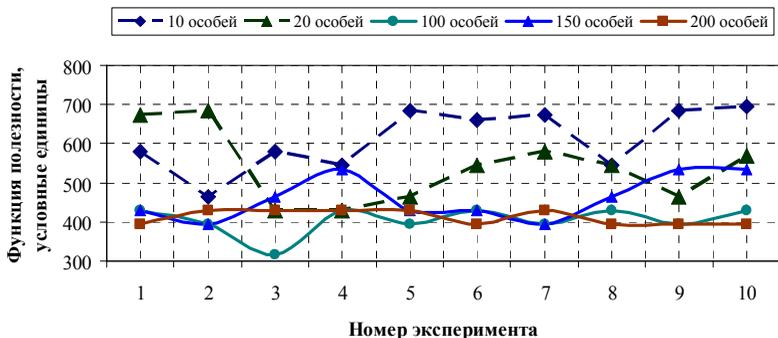


Рисунок 1 - Средние значения функции полезности, полученные за 10 экспериментов для 10, 20, 100, 150 и 200 особей в популяции для сети с двухфазной маршрутизацией из 4 узлов.

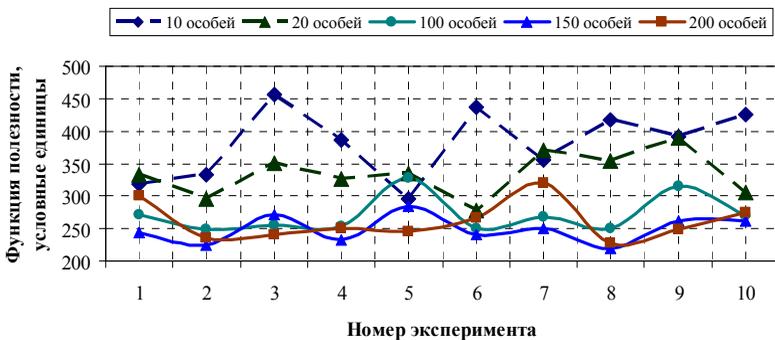


Рисунок 2 - Средние значения функции полезности, полученные за 10 экспериментов для 10, 20, 100, 150 и 200 особей в популяции для сети с двухфазной маршрутизацией из 8 узлов.

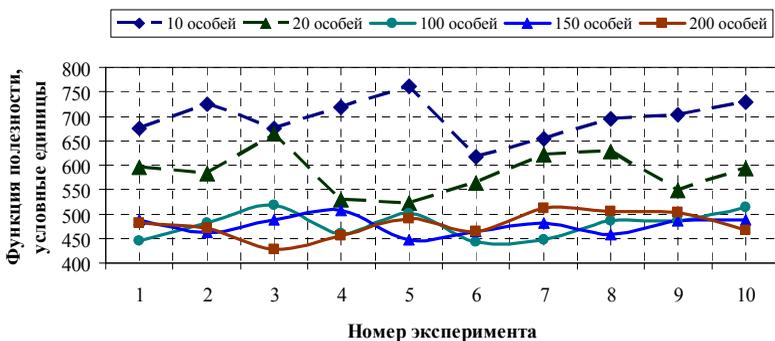


Рисунок 3 - Средние значения функции полезности, полученные за 10 экспериментов для 10, 20, 100, 150 и 200 особей в популяции для сети с двухфазной маршрутизацией из 16 узлов.

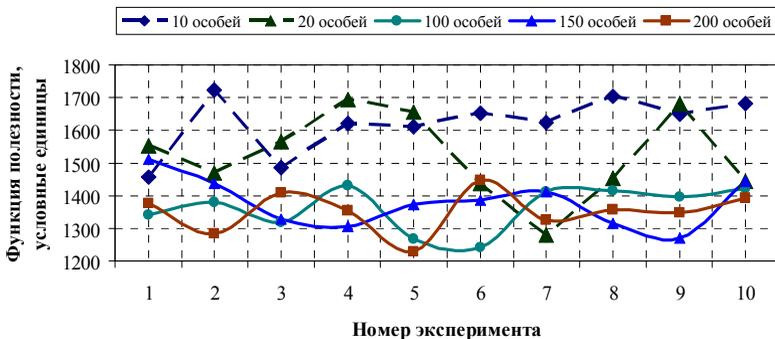


Рисунок 4 - Средние значения функции полезности, полученные за 10 экспериментов для 10, 20, 100, 150 и 200 особей в популяции для сети с двухфазной маршрутизацией из 32 узлов.

Для лучшей интерпретации полученных числовых результатов они были визуализированы в рис. 1–4. Графические результаты показывают, что генетический алгоритм не может найти точное решение при маленьком размере популяции – от 10 до 20 особей. Ему требуется как минимум популяция из 40 особей для достижения более приемлемого результата.

Таким образом, правильный отбор размера популяции генетического алгоритма значительно улучшает его точность. Полученные результаты показывают, что оптимальным значением размера популяции для сетей с двухфазной маршрутизацией, состоящих не более чем из 32 узлов, является 100 особей.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант 14-07-00106-а.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ижванов Ю.Л., Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н., Лукьянов О.В. Оптимизация сети с дозированной балансировкой нагрузки // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». Москва-Воронеж, 2012. № 3(49). С. 37–42.

2. Сапрыкин А.Н. Агрегирование параллельных потоков информации в сети с дозированной балансировкой нагрузки: Тез. докл. // 18-я Всероссийская научно-техническая конференция «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». Рязань: РГРТУ, 2013.

3. Diaz-Gomez P.A., Hougen D.F. Initial Population for Genetic Algorithms: A Metric Approacs // International Conference on Genetic and Evolutionary Methods, GEM 2007. P. 43–49.

4. Piszcz A., Soule T. Genetic programming: Optimal population sizes for varying complexity problems // Genetic and Evolutionary Computation Conference, 2006. P. 953–954.

5. Valiant L.G. A scheme for fast parallel communication // SIAM Journal on Computing, 1982. №11(2). P. 350–361.

А.Н. САПРЫКИН, М.Ю. КУЗЬМИНА

Рязанский государственный радиотехнический университет

**РАСЧЕТ РЕЗЕРВА ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ
НЕОДНОРОДНЫХ КАНАЛОВ В СЕТЯХ С ДВУХФАЗНОЙ
МНОГОПУТЕВОЙ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ**

Рассматривается задача определения величин дополнительных полос пропускания неоднородных каналов в сетях с двухфазной многопутевой маршрутизацией. Предлагается генетический алгоритм расчета резерва полос пропускания для некоторого множества каналов в автономной системе компьютерной сети.

Согласно данным многих аналитиков в сети Интернет из года в год увеличивается трафик синхронной информации, например, Интернет-видео, видео по требованию и т.д. В связи с резким увеличением чувствительной к временным задержкам мультимедийной доли сетевого трафика происходит изменение требований как к качеству обслуживания, так и к затратам на управление сетью. Необходимо дальнейшее повышение их скорости передачи, надежности и отказоустойчивости.

В настоящее время в качестве отказоустойчивых сетей все чаще рассматриваются сети с двухфазной многопутевой маршрутизацией [2]. На их основе можно создать сети повышенной производительности с минимальными задержками передач пакетов и способные выдерживать множественные отказы, что отражено в работе [1].

При проектировании сетей с двухфазной маршрутизацией одной из важнейших задач является нахождение заданного резерва полосы пропускания каналов и ее оптимизации без проведения перемаршрутизации сети. При этом для наиболее загруженных каналов необходимо обеспечить минимальную необходимую полосу пропускания.

Ниже приводится краткое описание алгоритма расчета резерва полосы пропускания неоднородных каналов в сетях с двухфазной многопутевой маршрутизацией на основе генетического алгоритма.

Шаг 1. Задается количество узлов сети N и вводится матрица смежности $a_{i,j}$ размерности $N \times N$. Каждый элемент заданной матрицы смежности принимает значение 0 или 1, что указывает на наличие или отсутствие соответствующей связи.

Шаг 2. Задается матрица информационных потоков $\Lambda = \|\lambda_{i''j''}\|$, $i'' = \overline{1, M}$, $j'' = \overline{1, 3}$, где M – количество информационных потоков.

Шаг 3. Задается матрица стоимости аренды каналов между парой узлов сети $C = \|C_{i,j}\|$.

Шаг 4. Для каждой линии l задается фиксированная предельная скорость передачи c_l .

Шаг 5. Задаются начальные параметры генетического алгоритма: N_{pop} – количество особей в популяции, N_{gen} – количество поколений или итераций генетического алгоритма, P_c – вероятность скрещивания, P_m – вероятность мутации.

Шаг 6. Создается начальная популяция генетического алгоритма. Особи формируются случайным образом в соответствии с заданными параметрами.

Шаг 7. Для каждой особи вычисляется значение функции полезности $\sum_l \left[\exp \left(\sum_{j,k} x^{(j,k)} \rho_l^{(j,k)} / c_l \right) \times C_l \right]$, где $\rho_l^{(j,k)}$ – доля трафика от маршрутизатора j к маршрутизатору k , проходящего по линии l ; $x^{(j,k)}$ – скорость трафика от маршрутизатора j к маршрутизатору k .

Шаг 8. Производится отбор особей в новое поколение. В качестве критерия отбора выступают значения функции полезности, полученные на предшествующем этапе. Особи с наименьшим значением функции полезности являются наилучшими. Отобранные особи также должны отвечать ряду условий:

- средние задержки пакетов \bar{t}_{np} и их вариации σ_{np} в любом соединении не должны превышать допустимые значения;
- величина потока в каждом соединении не должна превышать пропускную способность данного соединения.

Отбор особей в новое поколение может осуществляться разными способами.

Традиционным способом селекции является *турнирный отбор*. Из популяции случайным образом выбираются 2 особи, функции полезности которых сравниваются. Особь с наилучшим значением функции полезности получает приоритет.

Другим способом отбора особей для скрещивания является *отбор усечением*. В процессе отбора все особи в популяции сортируются по мере возрастания функции полезности. Вводится «порог усечения» R , где $0 < R < 1$. Уменьшение значения R приводит к увеличению процента особей, не прошедших отбор.

Шаг 9. Выполняются генетические операторы скрещивания и мутации. Мутация позволяет выводить алгоритм из возможных «типичных» ситуаций и защитить его от преждевременной сходимости. Значение вероятности мутации необходимо задавать на уровне от 5 до 10 процентов, так как при увеличении этого параметра увеличивается вероятность появления недействительных особей, которые могут содержать несуществующие номера узлов сети.

Шаг 10. Выполняется проверка условий завершения алгоритма. Если заданные условия не удовлетворены, то переходим к шагу 7.

Данный алгоритм обеспечивает значительное увеличение резерва полосы пропускания неоднородных каналов, что приводит к увеличению резервных мощностей каналов, которые могут быть распределены для обработки возможных пульсаций трафика.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант 14-07-00106-а.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ижванов Ю.Л., Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н., Лукьянов О.В. Оптимизация сети с дозированной балансировкой нагрузки // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». Москва-Воронеж, 2012. № 3(49). С. 37–42.

2. Valiant L.G. A scheme for fast parallel communication // SIAM Journal on Computing, 1982. №11(2). P. 350–361.

А.Н. САПРЫКИН, А.О. САПРЫКИНА

Рязанский государственный радиотехнический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ПОРТФОЛИО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ, СТУДЕНТОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Анализируется тенденция использования электронных систем управления учебными и профессиональными достижениями. Описываются виды систем электронного портфолио, приводятся основные характеристики наиболее значимых представителей.

За последние 10 лет в образовательных учреждениях все чаще стали внедряться системы электронного портфолио, а на их развитие стали выделять все больше финансовых и человеческих ресурсов. Учитывая текущую тенденцию, целью данной работы стал анализ возможных вариантов систем электронного портфолио на разных платформах. Данные системы, которые можно охарактеризовать одновременно как процесс, продукт и инструмент обучения [2], доказали эффективность своего использования в образовательной сфере, что привело к значительному увеличению количества работ, связанных с ними. На рис. 1 можно проследить тенденцию увеличения количества различных научно-исследовательских работ, касающихся систем электронного портфолио, на примере статистических данных, опубликованных Японским обществом образовательных технологий [1].

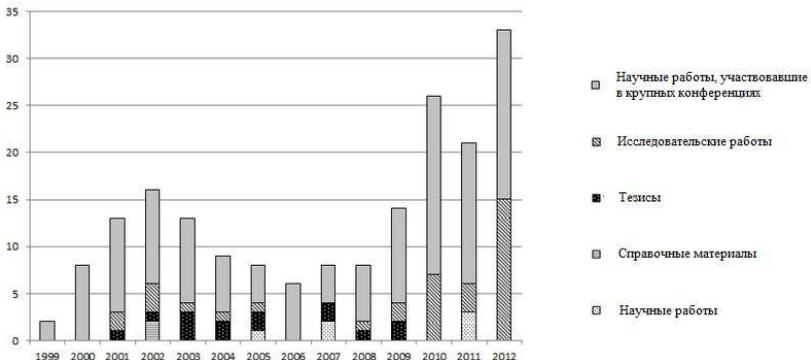


Рисунок 1 - Тенденция увеличения количества разных видов научных работ, касающихся систем электронного портфолио.

Системы электронного портфолио могут базироваться на разных платформах. Можно выделить четыре основных вида таких платформ: **Web2.0**, **CMS** (Contents Management System), **LMS** (Learning Management System) и специализированные **системы управления электронным портфолио**. Для каждого вида систем электронного портфолио существует множество практических воплощений, приведенных ниже.

1. Системы, основанные на Web2.0

(1) Wordpress (СПО) – Высокофункциональный инструмент для ведения блогов, основанный на MySQL и PHP. **(2) Elgg** (СПО) – Программа для создания различных сервисов социальных сетей. **(3) GoogleDocs** (КПО) – Официальное веб-приложение Google Documents, позволяющее создавать и форматировать документы с возможностью совместного использования. **(4) WikiSpaces** (КПО) – Сервис веб-хостинга Wiki, запущенный Tangient LLC. **(5) mixi** (КПО) – Одна из крупнейших социальных сетей Японии, основанная mixi, Inc. **(6) Facebook** (КПО) – Одна из крупнейших мировых социальных сетей, основанная Facebook, Inc. По данным 2011 года, содержит около 500 млн. пользователей. **(7) ZOHOWriter** (КПО) – Текстовый процессор, основанный на веб-технологии AdventNet, позволяющий создавать и редактировать документы онлайн.

2. Системы, основанные на CMS

(8) Plone (СПО) – CMS система, основанная на сервере приложений Zope, разработанная некоммерческой организацией Plone Foundation. **(9) Drupal** (СПО) – CMS система модульной структуры, написанная на языке PHP. **(10) Xoops** (СПО) – CMS система, защищенная лицензией GPL. **(11) Userland Manila** (КПО) – CMS система и веб-сервис, разработанный компанией UserLand Software. **(12) Factline** (КПО) – Многофункциональная CMS система, разработанная компанией Factline Webservices Gmb. **(13) Movable Type** (КПО) – Стандартное программное обеспечение для ведения блогов, разработанное компанией Six Apart. Благодаря развитой системе плагинов (модулей) она обладает достаточно большой функциональностью.

3. Системы, основанные на LMS

(14) Blackboard (КПО) – Крупнейшая мировая LMS система, используемая в 75 странах более чем 9300 учебными заведениями и частными предприятиями. **(15) Fronter** (КПО) – LMS система, разработанная компанией Fronter, нацеленная в первую очередь на европейский рынок. Она поддерживает множество языков и виртуальную обучающую среду (VLE). **(16) Exabis (Moodle)** (СПО) – LMS система, разработанная компанией Exabis (при поддержке Федерального министерства образования, искусства и культуры Австрии). Является моду-

лем, расширяющим функции портфолио Moodle. **(17) MyStuff (Moodle)** (СПО) – LMS система, разработанная Открытым университетом Великобритании. Является модулем, расширяющим функции портфолио Moodle. **(18) Moofolio (Moodle)** (СПО) – LMS система, разработанная центром SPDC в Нью-Хемпшире (The Seacoast Professional Development Center). Является модулем, расширяющим функции портфолио Moodle. **(19) WebClass** (КПО) – LMS система, разработанная компанией WebClass. Используется более чем в 100 университетах Японии. Поддерживает функцию электронного портфолио.

4. Системы управления электронным портфолио

(20) iWebfolio (КПО) – Система, созданная компанией Nuventive в качестве онлайн-сервиса. Она не ограничена лишь студентами учебных заведений и подходит для хранения индивидуальных достижений любого пользователя. **(21) Mahara** (СПО) – Открытое программное обеспечение, разработанное с помощью PHP. Доступна функция просмотра и демонстрации портфолио, что делает возможным использование Mahara для хранения учебных достижений. **(22) FSU Career Portfolio** (КПО) – Система карьерного портфолио, созданная Career Center. Среди созданных с помощью нее профессиональных портфолио проводятся конкурсы. **(23) Penn State's e-Portfolio** (ППО) – Система личных достижений, разработанная Университетом штата Пенсильвания для студентов. **(24) Alverno's DDP** (ППО) – Система личных достижений, разработанная колледжем Алверно. Поддерживает функцию демонстрации, необходимую для создания резюме. **(25) Электронное портфолио Педагогического университета Хёго** (Кобэ, Япония) (ППО) – Система, созданная в Педагогическом университете Хёго для общения и обмена опытом между аспирантами. **(26) TaskStream** (КПО) – Система, разработанная компанией TaskStream в качестве образовательного портфолио. **(27) PebblePad** (КПО) – Система, разработанная компанией Pebble Learning, также известная как WebFolio. Она использует Macromedia Flash для поддержки интерфейса и инструментов, может использоваться в качестве демонстрационного портфолио. Используется более чем в 40 университетах Великобритании в качестве образовательного портфолио. **(28) FolioTek** (КПО) – Система, разработанная компанией Lanit Consulting. Поддерживает как образовательную функцию, так и функцию оценивания. **(29) Chalk & Wire** (КПО) – Система, разработанная компанией Chalk & Wire Learning Assessment. Во многих университетах используется в качестве образовательного портфолио. **(30) LiveText** (КПО) – Система, разработанная компанией LiveText. Создана в соответствии со стандартами ассоциации INTASC. Используется в качестве образователь-

ного портфолио. **(31) Система управления портфолио КИТ** (Технологический институт Канадзава) (ППО) – Система, разработанная в Технологическом институте Канадзава для поддержки студентов. Основана на принципе PDC (Plan, Do, Check). Студенты могут сверяться со своими запланированными целями раз в неделю или раз в семестр, чтобы контролировать процесс эффективного обучения. **(32) Система самооценки образования** (Технологический институт Кюсю) (ППО) – Электронная система, разработанная на основе результатов программы самооценки достигнутых результатов студентами Технологического института Кюсю. Позволяет оценивать учебный прогресс во время семестра и в его конце, а также планировать будущее образование и трудоустройство. Также данный вид портфолио позволяет вносить сведения не только об учебных достижениях, но и о кружках, волонтерстве, стажировках и проч. **(33) Sakai/OSP** (СПО) – Открытая система, содержащая функции портфолио. Нацелена на использование организациями и преподавателями. На данный момент включает в себя LMS-систему Sakai.

Таким образом, современные исследования в данной области предполагают, что системы электронного портфолио могут быть весьма эффективны для обучения, если их правильно использовать. Однако, даже спустя 10 лет после их внедрения, остается еще много недостаточно исследованных вопросов, касающихся их эффективности и методики внедрения в учебный процесс. Электронное портфолио постепенно становится незаменимой частью обучения, и оно требует наличия у обучающихся определенного набора навыков работы с ним, а также умений оформлять и демонстрировать собственные достижения для повышения конкурентоспособности на трудовом рынке. Рассмотренные в данной статье виды систем электронного портфолио обладают множеством функций и инструментов, но ни одна из них не является идеальным примером образовательного электронного портфолио, что обуславливает необходимость дальнейших исследований в данной области и доработки существующих систем электронного портфолио для образовательного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Японское общество образовательных технологий.
<https://www.jset.gr.jp/english/president/index.html>
2. Alvarez, A., Moxley, D. The student portfolio in social work education *Journal of Teaching and Social Work*, 2004. – № 24(1/2). – P. 87-103.

А.Н. САПРЫКИН, Х.Л. ФАМ

Рязанский государственный радиотехнический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ КОММУТАЦИИ

Предлагается метод определения структуры локальной сети с технологией коммутации с помощью параллельных генетических алгоритмов. Анализируются основные виды параллельных генетических алгоритмов с точки зрения эффективности решения поставленной задачи.

Постоянно растущее число пользователей приводит к увеличению объема передаваемой информации. В качестве коммуникационной инфраструктуры, которая отвечает современным требованиям пользователей, часто используются структурированные кабельные системы (СКС). Такие системы обычно состоят из нескольких локальных сегментов, соединенных посредством мостов. Эти мосты функционируют под MAC-слоем модели OSI, потому они прозрачны для протоколов вышестоящих уровней.

Это и другие привлекательные свойства локальных сетей на основе СКС, такие как самообучаемость, делают мосты основным элементом, соединяющим локальные сегменты сети. Использование прозрачных мостов подразумевает отсутствие петель между сегментами сети. Таким образом, в качестве активных конфигураций локальной сети могут быть использованы только древообразные топологии.

В данной статье рассматривается проблема оптимизации двухуровневой древообразной топологии локальных сетей на основе СКС. На верхнем уровне расположен главный маршрутизатор, которому подчинены несколько маршрутизаторов второго уровня. Каждый из подчиненных маршрутизаторов в свою очередь управляет трафиком своего локального сегмента, состоящего из группы рабочих станций, интенсивно обменивающихся потоками данных внутри своей локальной группы.

При данной топологии возникает проблема кластеризации. Она состоит в определении количества сегментов, на которые должна быть разбита локальная сеть, и распределения рабочих станций пользователей по этим сегментам так, чтобы каждая рабочая станция принадлежала конкретному кластеру. Данная проблема порождает необходимость в тщательном планировании распределения трафика. Нагрузка на каналы связи между главным коммутатором и коммутаторами вто-

рого порядка должна быть сведена к минимуму, оставляя основные потоки данных внутри каждого отдельно взятого локального сегмента.

Проектирование топологии локальной сети является весьма сложной комбинаторной проблемой оптимизации, которая относится к классу NP-полных задач [1]. Не существует полиномиальных алгоритмов, которые могут найти оптимальное решение данной проблемы за приемлемое машинное время. Таким образом, для поиска решений применяются эвристические алгоритмы.

Для поиска решения проблемы построения наилучшей топологии локальной сети мы предлагаем использовать параллельные генетические алгоритмы.

Большинство программ, использующих распараллеливание своих процессов, основываются на идее разделения задачи на более мелкие подзадачи. Эти подзадачи решаются одновременно с помощью использования нескольких процессоров. Такой подход “разделяй и властвуй” может быть применен к генетическим алгоритмам разными способами.

Существует 3 основных типа параллельных генетических алгоритмов (ГА) [2]:

- глобальные однопопуляционные параллельные ГА (Master-Slave GAs);
- однопопуляционные параллельные ГА (Fine-Grained GAs);
- многопопуляционные параллельные ГА (Coarse-Grained GAs).

В глобальных однопопуляционных параллельных ГА существует свободнокрещивающаяся популяция (как и в классическом ГА), но вычисление функции полезности распределено между несколькими процессами–исполнителями (рис. 1). Так как в данном типе параллельных ГА операции отбора и скрещивания затрагивают всю популяцию, они называются глобальными параллельными ГА.



Рисунок 1 - Схема глобального однопопуляционного параллельного ГА. Главный процесс содержит текущую популяцию, выполняет генетические операторы и распределяет задания по процессам–исполнителям. Процессы–исполнители вычисляют значение функции полезности для назначенных особей популяции.

Однопопуляционные параллельные ГА подходят для функционирования в условиях обработки массивом параллельных компьютеров и состоят из равномерно структурированной популяции. Отбор и скрещивания ограничены ближайшими соседями. В идеальном случае существует только одна особь для каждого доступного исполнителя (рис. 2).

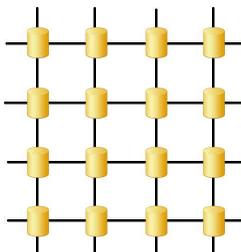


Рисунок 2 - Схема однопопуляционного параллельного ГА.

Многопопуляционные параллельные ГА являются наиболее сложными так как они состоят из нескольких популяций второго порядка, которые могут обмениваться особями (рис. 3). Такой тип ГА достаточно популярен, но при этом наиболее сложен для понимания.

Многопопуляционные параллельные ГА имеют несколько других названий. Иногда их называют распределенными ГА, потому что они как правило применяются на многопоточных компьютерах

(MIMD). Вследствие того, что соотношение вычисления и обмена особями обычно достаточно велико, их также называют крупнозернистыми ГА. И, наконец, многопопуляционные ГА напоминают “островную модель” популяционной генетики, поэтому они могут быть названы “островными” параллельными ГА.

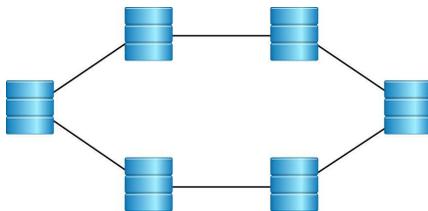


Рисунок 3 - Многопопуляционные параллельные ГА. Каждый процесс является отдельным ГА. Обмен особями между популяциями возможен, но ограничен.

Для определения структуры локальной сети с технологией коммутации нами было решено использовать многопопуляционные параллельные ГА (МПГА). Это решение обусловлено наличием у данного типа параллельных ГА следующих важных качеств:

- МПГА являются простым расширением классического ГА. Их легко сформировать;
- классический ГА легко конвертировать в ПМГА;
- МПГА при необходимости можно применять и на параллельных компьютерах.

Программа для определения структуры локальной сети с технологией коммутации реализована на Delphi с использованием многопоточности. Такой подход выгоден тем, что в то время как процессы, обрабатываемые системой, довольно ресурсоемки, потоки, создаваемые нашей программой, могут быть созданы и обработаны за 100 мкс.

Разработанная программа (рис. 4) позволяет определить структуру локальной сети с технологией коммутации, оптимизируя количество коммутаторов второго уровня и распределяя основные информационные потоки внутри полученных логических сегментов. Результатом моделирования является оптимальная структура сети, которая позволяет оптимизировать пропускную способность коммутаторов, и, следовательно, минимизировать затраты на оборудование. Пользователь задает количество компьютеров в сети, объем трафика между компьютерами и начальные параметры генетического алгоритма. Основными параметрами являются: вероятность скрещивания, вероят-

ность мутации, весовой коэффициент, численность популяции, количество итераций и способ отбора особей в новое поколение.

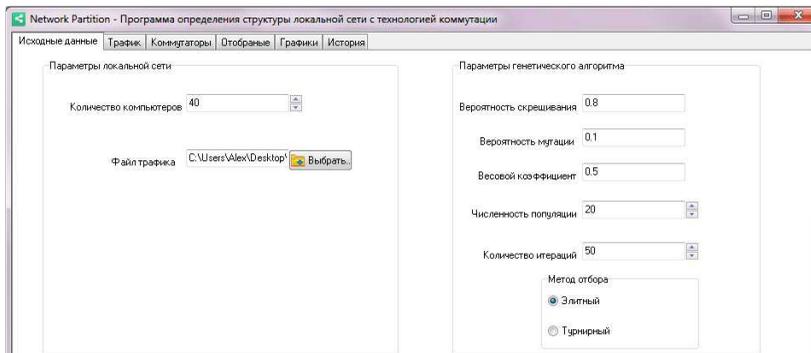


Рисунок 4 - Главное окно разработанной программы

Результатами работы программы являются:

- оптимальное количество коммутаторов и их параметры (см. вкладку «Коммутаторы»);
- список особей с наилучшими значениями функции полезности (см. вкладку «Отобранные»);
- график изменения значения функции полезности (см. вкладку «Графики»);
- график изменения вариационного размаха нагрузки на коммутаторы (см. вкладку «Графики»);
- список всех сгенерированных программой особей (см. вкладку «История»).

Серия проведенных экспериментов подтвердила эффективность использования параллельного генетического алгоритма для решения поставленной задачи. В качестве набора экспериментальных данных выступала группа компьютеров в количестве от 20 до 40 единиц. Матрицы трафика формировались произвольным образом, но при условии, что суммарная нагрузка на каналы не должна превышать 80% их пропускной способности.

Используемые в экспериментах параметры генетического алгоритма были установлены следующим образом: размер популяции – от 20 до 40 особей, вероятность скрещивания – 0.8, вероятность мутации 0.1, число поколений – от 50 до 100. Весовой коэффициент варьируется в зависимости от номера итерации алгоритма и увеличивает значение функции полезности на каждой итерации алгоритма.

Эксперименты проводились на компьютере со следующими характеристиками: Intel Core i7 2,0 GHz, RAM 8Gb. За счет использования параллельного генетического алгоритма время выполнения программы составило в среднем около 5 секунд, что на 80% быстрее среднего времени выполнения программы, реализованной с использованием обычного генетического алгоритма.

В дальнейшем планируется доработать программный продукт, расширив количество входных и выходных данных, что сделает возможным проведения более детального анализа сети и повысит эффективность программы.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант 14-07-00106-а.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Garey M.R., Johnson D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. New York:Freeman, 1979.
2. Cantu-Paz E. A Survey of Parallel Genetic Algorithms // IlliGAL Report, 1997.

И.А.ТЕЛКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Рассматривается модель процесса проектирования вычислительных средств как фазовая траектория, определяющая процесс эволюции динамической системы, а также соответствие аттракторов результатам проектирования.

Интенсивное развитие и внедрение в практику современных высокотехнологичных средств и систем требует использования соответствующих методов проектирования, базирующихся на современных математических моделях и методах, поддерживающих работу с достаточно сложными системами. Тензорный подход к построению моделей в многомерном пространстве, предложенный в работе [1], позволяет выполнять разработку моделей архитектур параллельных вычислительных систем произвольной сложности. Этот подход базируется на тензорной алгебре. Однако для поиска и получения оптимальных результатов необходим аппарат анализа, которого нет в предложенном подходе, реализованном для используемых в нем видов пространств.

Использование аппарата теории динамических систем [2, 3] позволяет устранить этот недостаток и применить для исследования многомерных моделей современный математический аппарат.

Многомерное пространство, исследуемое в [1], соответствует *фазовому пространству* в теории динамических систем. Для динамической системы произвольной природы фазовое пространство определяется следующим образом. Состояние данной системы полностью характеризуется заданием n переменных, т. е. поведение системы описывается n обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка. Такой системе ставится в соответствие n -мерное фазовое пространство [2], по осям координат которого откладываются значения переменных x_1, x_2, \dots, x_n , называемых *фазовыми переменными*. В случае проектирования вычислительных систем подобное пространство будет соответствовать процессу проектирования, а фазовые переменные будут определять параметры проектирования. Определение нормы в многомерном пространстве вводится, исходя из смысла переменных $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Текущему состоянию системы соответствует набор значений $\{x_i(t)\}$, определяющая некоторую точку в фазовом пространстве. Эта точка является *фазовой точкой*, соответствующей определенной фазе (стадии, этапу) процесса проектирования. С течением времени значения фазовых переменных меняются. Совокупность фазовых точек при этом определяет некоторую кривую в фазовом пространстве, называемую *фазовой траекторией*. Таким образом, фазовая траектория определяет ход процесса проектирования.

Определяющее значение для направления фазовой траектории играет расположение начальной фазовой точки. Состояние динамической системы, к которому стремится в процессе своего движения носит название *аттрактора*. Выделены различные виды аттракторов (притягивающие, отталкивающие, нейтральные и пр.). В зависимости от того, в зону (ближайшую окрестность) какого аттрактора попадает начальная фазовая точка, будет получен соответствующий результат проектирования. Отдельное место занимают странные аттракторы, которые в фазовом пространстве соответствует область, притягивающая к себе из окрестных областей все фазовые траектории.

Если в фазовом пространстве имеется фазовая траектория, начинающаяся в точке p_0 , то оператор T^t задаёт однопараметрическую группу преобразований фазового пространства на себя и удовлетворяет групповому свойству $T^t T^m = T^{t+m}$. Группа преобразований фазового

пространства, задаваемая оператором T^t называется *фазовым потоком*. Фазовые потоки позволяют моделировать различные варианты разрабатываемых систем или версии процесса проектирования.

Особенностью данной модели является то, что сами вычислительные системы определяются в дискретном пространстве, а показатели времени, используемые в ходе описания процесса проектирования, носят непрерывный характер. Тем не менее рассматриваемый подход позволяет внести в модель [1] элементы анализа и прогнозирования результатов проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Корячко В.П., Скворцов С.В., Телков И.А. Архитектуры многопроцессорных систем и параллельные вычисления. – М.: «Высшая школа», 1999. – 235 с. – ISBN 5-06-003482-8.
2. Степаньянц Г.А. - Теория динамических систем. – М.: Либроком, 2010. – 312 с. – ISBN: 978-5-397-01414-4.
3. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Либроком, 2010. – 532 с. – ISBN: 978-5-397-03771-6.

П.А.УЛЬКИН, Т.А.ПЮРОВА, Е.Ю.ХОЛОПОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ОТКРЫТЫХ ПОТОКОВ OPENFLOW

Рассматривается технология открытых потоков OpenFlow, особенности ее архитектуры, принципы функционирования, достоинства и недостатки, а также перспективы развития в будущем.

Технологии нового поколения изменили и усложнили природу сетей — крупные центры обработки данных и облаков предъявляют к сетям очень высокие требования, выполнять которые оказывается все сложнее и сложнее. Операторам требуются не только более «умные» сетевые технологии, но и усовершенствования в инструментах сетевого мониторинга и управления. Как следствие, на сегодняшний день вырос интерес к программно определяемым сетям SDN, представителем которых является OpenFlow.

OpenFlow – это протокол, реализующий общую архитектурную концепцию разъединения уровня передачи данных и уровня управления. В данной сети за принятие решений о высокоуровневой маршрутизации отвечает не локальный коммутатор, как в обычных сетях типа

ISO, а контроллер [1]. Благодаря этому ресурсы процессора коммутатора можно использовать для более высокоскоростной переадресации пакетов и для решения других задач. Путь прохождения данных состоит из таблицы потоков (flow), имеющих набор стандартных функций, которые могут касаться как протоколов канального уровня, так и протоколов вышестоящих уровней (IP, TCP) [3]. Также OpenFlow разделяет функции тракта управления и тракта данных, традиционно выполняемые коммутаторами. За функциональность, относящуюся к тракту данных, по-прежнему отвечает коммутатор, но принятие решений о высокоуровневой маршрутизации в открытых потоках выполняется на контроллере, организованном на базе стандартного сервера. Общение коммутатора и контроллера осуществляется по протоколу OpenFlow Switching Protocol, как показано на рисунке 1.

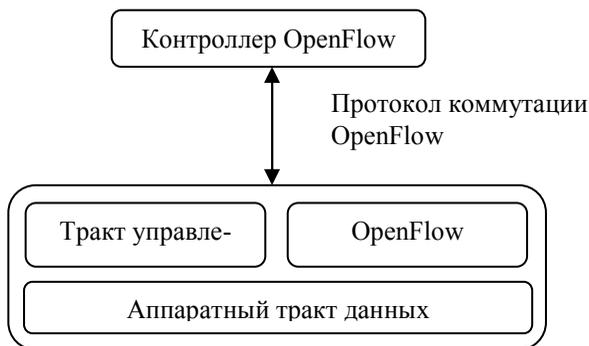


Рисунок 1 – Организация сети OpenFlow.

Благодаря этому процессорные ресурсы коммутатора можно использовать для решения задач более быстрой переадресации пакетов. При помощи контроллеров сетевые администраторы могут эффективнее управлять своими сетями [2]. Кроме того, OpenFlow предоставляет единый интерфейс программирования приложений API, который помогает задавать правила маршрутизации пакетов, управления доступом и балансировки нагрузки. Данный протокол позволяет обеспечивать независимость функций высокоуровневого управления от аппаратного обеспечения, вследствие чего ускоряются процессы маршрутизации и пересылки. В сети OpenFlow на центральном сервере выполняется вся интеллектуальная часть, что позволяет в такой сети легче выполнять очень сложные операции. Таким образом, плоскость управления находится в стандартных серверах, работающих отдельно

от сетевых устройств (маршрутизаторов, коммутаторов и т.д.), благодаря чему сетевые администраторы получают более детализированный контроль над трафиком [4].

Изначально протокол OpenFlow задумывался, как исследовательский проект Стэнфордского университета в 2008 год. Однако к 2014 году он успешно внедрился в различные области сетевых технологий. Версии микропрограмм с поддержкой технологии открытых потоков разработаны для устройств большого числа производителей, включая Extreme Networks, Cisco, Juniper, IBM, HP, NEC. Продукты этих семейств предоставляют программное обеспечение контроллеров, коммутаторов и систем мониторинга трафика. OpenFlow также является частью различных дистрибутивов Linux, в том числе в CentOS, Ubuntu и Fedora [1]. Временное сообщество независимых предприятий и организаций Internet2, Университет Индианы и исследовательская программа Clean Slate Стэнфордского университета разрабатывают новую общую национальную сеть OpenFlow в пределах совместной инициативы Network Development and Deployment, целью которой является создание сетевой платформы поддержки научных исследований. Это будет самая первая крупномасштабная сеть OpenFlow, доступная для научных и промышленных работ.

Однако невозможно не отметить ряд важных преимуществ OpenFlow. Благодаря снятию нагрузки с коммутаторов по обработке трафика управления, протокол позволяет этим устройствам направить все свои ресурсы на увеличение скорости перемещения трафика. За счет виртуального управления сетью OpenFlow снижает расходы на разработку, построение и обеспечение сетей. Программные средства OpenFlow дают возможность администраторам добавлять новые функции к имеющейся архитектуре. При этом новая функциональность будет работать на различных платформах. Благодаря открытому API технология открытых потоков позволяет администраторам и наладчикам создавать произвольное программное обеспечение управления и тестировать новые функциональные возможности коммутаторов на полной физической скорости канала [2]. Системный администратор на централизованном контроллере OpenFlow может вести наблюдение за всей сетью в едином представлении, за счет чего повышается обеспечения безопасности, удобство управления и выполнения иных задач. В облаках данные и приложения расположены на компьютерах, взаимодействующих по сети, данная технология может обеспечить необходимый облакам интеллектуальный уровень сетей, необходимый для изложения работы крупных групп коммутаторов. Не менее важным

моментом, связанным с технологией OpenFlow, является то, что он позволяет экспериментировать с приложениями сети.

Поскольку OpenFlow сочетает в себе все функции управления сетью на одном сервере, существуют опасения, что эта технология не способна к изменению масштаба. В стандартных сетях коммутаторы принимают участие в управлении, и с ростом сети ее масштаб осуществляется за счет новых коммутаторов [4]. В свою очередь, коммерческие компании могут добавлять к OpenFlow новые расширения, что может свести на нет достоинства программируемой сети, и приведет к реализациям, несовместимым с другими. Помимо вышперечисленных недостатков, существует угроза безопасности, так как в технологии открытых потоков вся функциональность управления осуществляется на одном виртуальном сетевом сервере, взломать который будет проще [3].

Сетевой стандарт OpenFlow уже смог привлечь внимание крупнейших в мире сетевых операторов. Одной из первых к ним проявила интерес компания Google, увидевшая в этом открытом стандарте сети возможность решить самые сложные проблемы своей ИТ-структуры [3]. OpenFlow позволит сетям совершенствоваться и развиваться быстрее, чем это возможно сегодня. Главная ценность OpenFlow состоит в том, что эта технология способна сделать процесс модификации сетей проще во многих организациях и компаниях. Существует не малая вероятность того, что OpenFlow будет взята на вооружение в качестве основного конфигурационного инструмента общедоступных облаков, для которых в свою очередь важна экономическая эффективность. Техническое обслуживание сети может быть облегчено за счет выполнения некоторых простых, но трудоемких процедур. Специализированный контроллер OpenFlow имеет возможности инструментального средства FlowVisor, который выполняет функцию прозрачного прокси-сервера между множеством контроллеров и коммутаторами [4]. С помощью него на одном и том же оборудовании есть право установки нескольких сетей OpenFlow. Это позволит администратору осуществлять тестирование новых версий на рабочем оборудовании, не влияющих на работу активной сети.

Таким образом, технология открытых потоков OpenFlow и программируемые параметры дадут возможность сделать сеть более универсальной и способной адаптироваться к ИТ-инфраструктуре. Самое главное, с применением централизованного контроллера и OpenFlow, инженеры смогут координировать изменение направления данных по всем устройствам сети, что позволит автоматизировать управляемую

динамическую инициализацию для виртуальных сред и облачных сетей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://archive.openflow.org>
2. <http://www.brocade.com/technology>
3. <http://www.ripn.net/articles/SDN>
4. <http://searchsdn.techtarget.com/guides/OpenFlow-protocol>

В.И. ХРЮКИН, С.А. ХРЮКИН, Е.Ю. ЖЕМЧУГОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ СОЕДИНЕНИЙ В САПР МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассматривается методика определения допусков и посадок механических соединений, основанная на вероятностном моделировании размеров их компонентов.

Введение. В процессе автоматизированного конструирования современных электронных вычислительных средств (ЭВС) часто возникает задача расчета параметров соединений деталей и узлов их электромеханических компонентов. При решении такой задачи часто используется предположение, что реальные размеры деталей имеют только предельно допустимые значения. Такой подход позволяет применить расчетные формулы Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) [1]. Однако при таком способе расчетов ужесточаются требования к точности размеров, что приводит к удорожанию конструкций ЭВС [2].

Существует возможность, позволяющая снизить требования на точность изготовления деталей и узлов практически без ухудшения параметров их соединений [2]. Для решения указанной задачи используется теоретико-вероятностный подход. Он основан на предположении, что поля допусков подчиняются определенным законам распределения.

Целью данной статьи является разработка методики вычисления допусков и посадок соединений в самом общем случае, т.е. при произвольных законах распределения полей допусков вала и отверстия, а также при отсутствии ограничений на величины этих допусков.

Постановка задачи. Пусть в результате исследования технологического процесса установлено, что поля допусков сопрягаемых деталей (вала и отверстия) подчиняются некоторым законам распределения с известными характеристиками. Требуется определить данные о параметрах соединения этих деталей:

- величину допуска TS ;
- предельные зазоры (S_{\max}, S_{\min}) или натяги (N_{\max}, N_{\min});
- вероятность получения зазора P_S или натяга P_N .

Для достижения поставленной цели предлагается использовать *метод вероятностного моделирования*. Для решения задачи исследования характеристик соединений деталей предлагается использовать процедуру формирования последовательности случайных чисел, имитирующих отклонения размеров вала и отверстия от их номинального значения. Такая процедура может быть реализована на основе метода обратных функций или метода исключения [3].

Пусть случайные величины X и Y обозначают размеры вала и отверстия соответственно, где x_1, x_2, \dots, x_n и y_1, y_2, \dots, y_n – совокупности их значений, полученные в результате моделирования по одному из указанных выше методов. Тогда можно вычислить разности $\Delta_i = y_i - x_i$ ($i = \overline{1, n}$) и на их основе определить предельные зазоры или натяги.

Для посадок с зазором, где все $\Delta_i > 0$, получим

$$S_{\min} = \min \Delta_i; S_{\max} = \max \Delta_i; i = \overline{1, n},$$

а для посадок с натягом, где все $\Delta_i < 0$:

$$N_{\min} = \min |\Delta_i|; N_{\max} = \max |\Delta_i|; i = \overline{1, n}.$$

При переходных посадках, где Δ_i могут иметь разные знаки, вычисляются максимальный зазор и максимальный натяг. Максимальный зазор определяется для всех $\Delta_i > 0$ по формуле

$$S_{\max} = \max \Delta_i; i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Максимальный натяг определяется для всех $\Delta_i < 0$ по формуле

$$N_{\max} = \max |\Delta_i|; i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Величина допуска соединения будет определяться из соотношения:

$$TS = \max \Delta_i - \min \Delta_j; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Вероятность получения зазора и натяга можно оценить по частоте появления величин Δ_i с разными знаками:

$$P_S \approx n_1/n; P_N \approx n_2/n, \quad (4)$$

где n_1, n_2 – количество положительных и отрицательных значений Δ_i соответственно, причем $n_1 + n_2 = n$.

Использование предложенного подхода к расчетам параметров соединений рассмотрим на примере.

Пример. Произведем расчет параметров соединения $\varnothing 60 \text{ H7/m6}$
 $\begin{matrix} +0,03 \\ \text{или } \varnothing 60 \frac{\quad}{\quad} \\ +0,011 \end{matrix}$.

В соответствии с выбранной посадкой предельные отклонения от номинального размера составят: верхнее предельное отклонение отверстия $ES=30$ мкм; нижнее предельное отклонение отверстия $EI=0$ мкм; верхнее предельное отклонение вала $es=30$ мкм; нижнее предельное отклонение вала $ei=11$ мкм.

Рассчитаем параметры соединения методом полной взаимозаменяемости, т.е. воспользуемся стандартными соотношениями ЕСДП [1]. В результате для соединения $\varnothing 60 \text{ H7/m6}$ получим:

- предельный натяг $N_{\max} = es - EI = 30$ мкм;
- предельный зазор $S_{\max} = ES - ei = 19$ мкм;
- допуск посадки $TS = S_{\max} + N_{\max} = 49$ мкм.

Определим параметры этого же соединения, считая, что рассеяние размеров отверстий и валов, а также зазоров (натягов) подчиняется закону нормального распределения. Положим также, что допуск размера каждой детали равен полю рассеяния, т.е. $T = 6\sigma$, где σ – среднее квадратическое отклонение (с.к.о.). В результате получим значения допусков:

- для отверстия $\varnothing 60 \text{ H7}$:

$$TD = 6\sigma_D = ES - EI = 30 \text{ мкм};$$

- для вала $\varnothing 60 \text{ m6}$:

$$Td = 6\sigma_d = es - ei = 19 \text{ мкм}.$$

Допуск посадки можно рассчитать коэффициентным методом [4].

Для нормального распределения получим:

$$TS^{\hat{a}} = \frac{1}{1,73} \sqrt{1,73^2 \cdot 19^2 + 1,73^2 \cdot 30^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Отсюда с.к.о. соединения составит

$$\sigma_S = TS^B / 6 = 5,92 \text{ мкм}.$$

Вероятностные значения предельных натяга N_{\max}^B и зазора S_{\max}^B можно получить как отклонения $\pm 3\sigma_S$ от средней величины натяга,

которая определяется по средним значениям размеров вала и отверстия:

$$N_{\text{ср}} = (es + ei)/2 - (ES + EI)/2 = 5,5 \text{ мкм.}$$

В результате получим:

$$N_{\text{max}}^{\text{B}} = N_{\text{ср}} + 3\sigma_S = 23,25 \text{ мкм;}$$

$$S_{\text{max}}^{\text{B}} = -(N_{\text{ср}} - 3\sigma_S) = 12,25 \text{ мкм.}$$

Эти величины близки к предельным значениям, так как только примерно в трех случаях из тысячи соединений значения зазоров (натягов) могут превышать расчетные [5].

Вероятность появления натяга (зазора) в соединении определяется площадью под кривой распределения в диапазоне N от 0 до 23,25 мкм.

Вычислим это значение как вероятность попадания в интервал $(0, N_{\text{max}}^{\text{B}})$ по формуле

$$P_N \{0 \leq N \leq N_{\text{max}}^{\text{B}}\} = \int_0^{N_{\text{max}}^{\text{B}}} f(N) dN.$$

С учетом нормального закона распределения и значений математического ожидания ($N_{\text{ср}}$) и с.к.о. соединения получим

$$P_N \{0 \leq N \leq 23,25\} = \int_0^{23,25} \frac{1}{5,92\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(N - 5,5)^2}{2 \cdot 5,92^2}\right] dN = 0,8186.$$

Таким образом, вероятность получения в соединении натягов составит 81,86%, а зазоров 18,14%.

Оценим значения характеристик соединения методом вероятностного моделирования. Для этого сформируем $n=1000$ пар $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ случайных величин с нормальным законом распределения. Отбросив, в соответствии с [5], три пары с предельными значениями, по формулам (1) – (4) получим следующие значения искомых характеристик соединения: предельный зазор 11,6 мкм; предельный натяг 21,8 мкм; допуск посадки 33,4 мкм; вероятность натяга в соединении 81,2%.

Объединим результаты расчетов, полученные разными методами, и представим их в следующей таблице.

Таблица 1.

Характеристики соединения	Метод расчета		
	ЕСДП	коэффициентный	моделирование
Предельный зазор, мкм	19	12,25	11,6
Предельный натяг, мкм	30	23,25	21,8
Допуск посадки, мкм	49	35,5	33,4
Вероятность натяга, %	61,22	81,86	81,2
Вероятность зазора, %	38,78	18,14	18,8

Эта таблица показывает, что при использовании стандартных соотношений ЕСДП для расчета параметров соединений деталей, изготавливаемых серийно, получаемые значения существенно отличаются от практических результатов.

В частности, значение предельного зазора более чем в 1,5 раза превышает величину, полученную коэффициентным методом, учитывающим технологические особенности сборки деталей. Кроме того коэффициентный метод показывает, что зазор появляется примерно в 19% случаев, в то время как в условиях полной взаимозаменяемости (методика ЕСДП) получается, что это возможно для 39 % соединений. Заметим, что вероятность натяга (зазора) для условий полной взаимозаменяемости получена в предположении о равномерном распределении допуска посадки.

Также не трудно заметить, что результаты вероятностного моделирования близки к значениям, полученным коэффициентным методом. Максимальное отличие соответствует предельным натягам и составляет около 6%, а вероятности появления натягов в соединении практически совпадают, что подтверждает эффективность предлагаемого подхода расчета характеристик допусков и посадок.

Заключение. Полученные результаты позволяют предложить следующую обобщенную методику расчетов параметров соединений (допусков и посадок).

1. Проводится анализ технологических процессов изготовления деталей и сборки узлов.

2. В случае необходимости обеспечения полной взаимозаменяемости расчет производится с использованием *стандартных формул ЕСДП* [3].

3. При отсутствии требования полной взаимозаменяемости расчет параметров соединений производится *методом вероятностного моделирования*.

Представленная методика ориентирована на применение в САПР и может применяться при конструировании механических и электро-механических узлов ЭВС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Зайцев С.А., Куранов А.Д., Толстов А.Н.* Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. – М.: Академия, 2004. – 238 с.
2. *Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М.* Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
3. Основы компьютерного моделирования систем / Д.Е. Артемкин, В.В. Баринов, Г.В. Овечкин, И.М. Степнов; Под ред. А.Н. Пылькина. М.: Лаборатория базовых знаний, 2004, - 152 с.
4. *Скворцов Н.В., Скворцов С.В., Хрюкин В.И.* Разработка программных средств теоретико-вероятностных расчетов в Единой системе допусков и посадок // Информационные технологии в научных исследованиях: Межвуз. сб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. – Рязань, 2012. – С. 134–136.
5. *Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.

В.Ф. ЧИСТЯКОВ

Рязанский государственный радиотехнический университет

СТРУКТУРА ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ РАБОТЫ С РАЗНОРОДНЫМИ ДАННЫМИ

Рассматривается структура веб-сервиса для работы с разнородными данными и реализации бизнес-логики, позволяющая эффективно решать задачу сбора и анализа данных.

Информационно-аналитическая корпорация Thomson Reuters является ведущим поставщиком решений для реализации финансового и бизнес аналитики, а также аналитики валютного и фондового рынков.

Основным решением, предлагаемым этой крупнейшей корпорацией, является EIKON Analytics – совокупность инструментов, представляющих сбор огромного количества разнородных данных и их обработку для дальнейшего анализа.

В связи с большим количеством отдельных подразделений компании, использующих свои собственные информационные системы для анализа и обработки данных, возникла проблема – не существовало единой точки доступа ко всем этим разнородным данным, различным по структуре и ограничениям, что требовало необходимости создания большого числа сложных клиентских приложения для работы с ними. Для решения этой проблемы было предложено создать такую единую точку доступа в виде веб-сервиса, позволяющего:

запрашивать любые данные из любых источников, используя универсальный запрос с четко заданной структурой и получать данные в виде двухмерной таблицы;

обеспечивать минимальное время обработки запроса за счет оптимизации запросов (параллельная обработка данных, соединение однородных запросов в единый, кэширование данных и многое другое);

реализовать ограничения, специфические для разнородных поставщиков данных (бэк-эндов);

реализовать бизнес-логику запросов, а также аналитические вычисления в случае, если в запросе применяются аналитические функции.

Snapshot Server (SnS) – это веб-сервис, являющийся одним из ключевых компонентов EIKON Analytics. Это единая точка доступа к подавляющему большинству различных финансовых данных – Estimates, Fundamentals, Warrants, Corporate Actions, EJV и других.

SnS является только поставщиком данных из других источников данных (бэк-эндов). Он сам не содержит никакой информации и ничего не добавляет к тем данным, которые поставляют ему бэк-энд системы. SnS возвращает данные в унифицированном формате, согласованном с фронт-энд продуктами, которые используют SnS для получения данных.

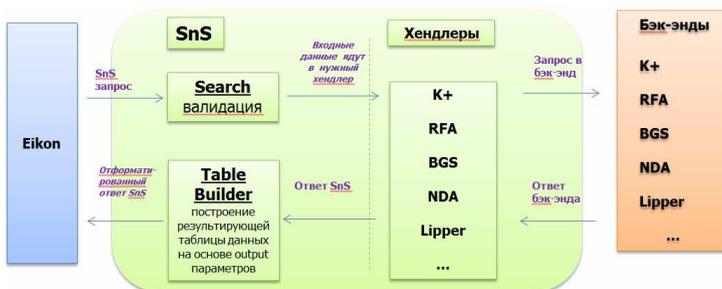


Рисунок 1 - Структура веб-сервиса для работы с разнородными данными.

SnS состоит из:

собственно веб-сервиса, который представляет собой интерфейс между фронт-энд приложениями на основе Microsoft Office и бэн-энд источниками данных.

веб-сервиса метаданных, который поставляет детальную информацию о том, какие конкретно виды информации предоставляет Snapshot Server (описания единиц данных (fields), ограничения, возвращаемые поля, их типы, списки параметров для форматирования данных, output параметры для форматирования выходной таблицы данных).

множество хендлеров – отдельных программных компонентов, реализующих определенный в SnS для хендлеров интерфейс, подключаемых к продукту как плагинов.

SnS выполняет множество функций, среди которых:

Code conversion. Одна бэк-энд система работает с идентификаторами типа RIC, а другая с SEDOL. Пользователь Eikon, зная только CUSIP, имеет возможность получать данные из обоих бэк-энд систем благодаря возможности SnS конвертировать одни типа идентификаторов в другие.

Соединение данных из разных источников в одну результирующую таблицу. NDA бэк-энд возвращает 5 строк данных для определённого идентификатора, а KDB – 200 строк. Пользователь имеет возможность запросить все нужные данные в одном запросе и получить общую результирующую таблицу, которая без проблем отобразится в Eikon Excel.

Output форматирование. Результирующая таблица может быть отформатирована практически любым образом, включая инверсию колонок и строк, исключение определённых колонок, вынесение определённых колонок или строк в заголовки таблицы.

Кэширование данных. Позволяет получать из кэш данные, которые уже запрашивались в течение определённого времени, что снижает время обработки запросов в несколько раз.

Сегментация. Данные различных типов могут быть возвращены в зависимости от региональных настроек клиентов.

Вычисление аналитических функций. Поддерживается реализация вычислений таких функций, как AVG (среднее), CSUM (кумулятивная сумма), GMEAN (геометрическое среднее), VAR (дисперсия) и других.

Хендлеры, включенные как плагины в SnS, могут быть как SOAP, так и WCF веб-сервисами, а также базами данных. Однако, по большому счету тип поставщика данных не важен, т.к. плагины, как независимые программные единицы позволяют содержать в себе бизнес-логику работы с любыми источниками данных. Список уже включенных хендлеров содержит в себе следующие:

- Fundamentals (RF)
- Estimates (RE)
- Economic Indicators (EcoWin)
- Events (REV)
- EJV (Issuer Level Credit Rating, Government/Corporate Bond, US Municipal Bond, Mortgage Backed Securities, CMO/ABS Tranche)
- CDS (Credit Default Swap: Index CDS, Single Name CDS)
- NDA (Corporate Actions (RCA), Earnings (RES), Pricing and Volume Analytics (AN), Warrants (RW), Index Information (RII), Mergers and Acquisitions (MA), Commodities Physical Assets (CA), Business Sector Membership (SM), Index Constituent (IC), Index Membership (IM))
- Lipper Funds (LF)
- Mutual Fund Holdings (MFH)
- Reference & Identifiers (RI)
- Reuters Financial Analytics (RFA)
- Company Significant Developments (SigDev)
- Exchange Rates (RP)
- Taxonomy Map (TM)
- Ownership (OWN)
- Business and Geographical Segments (BGS)
- General Information (G)

Фронт-энд системы, использующие SnS, могут обращаться к веб-сервису, используя SOAP. Также в настоящее время реализован REST интерфейс доступа к данным. Основными клиентскими приложениями в составе EIKON Analytics, использующими SnS являются:

- Eikon Desktop (Calculators, QuickCharts и другие)
- Explorer Views
- Eikon Excel

Заключение. Реализация рассмотренного в данном обзоре веб-сервиса позволила решить проблему объединения большого количества разнородных данных компании Thomson Reuters, что сделало

EIKON Analytics крупнейшим и самым продаваемым продуктом компании, что многократно увеличило прибыль компании в этом сегменте деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Microsoft Developers Network. www.msdn.microsoft.com
2. Руководство Microsoft по проектированию архитектуры приложений. www.download.microsoft.com/
3. Microsoft Patterns & Practices.
http://blogs.technet.com/b/isv_team/archive/2010/09/16/3355945.aspx

Н.В. ШАРАПОВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕВЗАИМНЫХ ФЕРРИТОВЫХ УСТРОЙСТВ

Рассматривается совершенствование электрических характеристик ферритовых устройств путем изменения конструкции.

Появление ферритовых устройств произвело своеобразную революцию в технике СВЧ. Их использование позволило не только значительно улучшить параметры различной аппаратуры, но и создать принципиально новые приборы и системы.

Все устройства с ферритами можно разделить на невзаимные и управляющие. Невзаимные устройства в свою очередь делятся на вентили, гираторы и циркуляторы. Вентиль и циркулятор представляют собой многополюсники пропускающие волну в одну сторону почти без отражения и потерь, но поглощающие волну, распространяющуюся в обратном направлении. Гиратор же является фазосдвигаемелем, фазы коэффициентов передачи которого в прямом и обратном направлениях различаются на 180° .

Возможность построения невзаимных приборов обусловлена гиромангнитными свойствами ферритов, появляющимися при одновременном воздействии на феррит постоянного и высокочастотного магнитных полей [4, 5].

Поведение вектора намагниченности M в неограниченной ферритовой среде описывается дифференциальным уравнением движения Ландау-Лифшица [1] из которого можно сделать вывод, что при одно-

временном воздействии на феррит постоянного магнитного поля и магнитного поля, совершающего установившиеся гармонические колебания в диапазоне СВЧ, магнитная проницаемость намагниченного феррита является тензором $(\mu) = \mu_0 [E+(x)]$.

$$(\mu) = \begin{bmatrix} \dot{\mu} & -j\dot{k} & 0 \\ j\dot{k} & \dot{\mu} & 0 \\ 0 & 0 & \mu_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Кососимметричность тензора иллюстрирует возможность создания на основе ферритов невзаимных приборов, а тот факт, что μ и k зависят от подмагничивающего поля [2], позволяет создавать на их основе электрически управляемые устройства.

Подавляющее большинство подобных устройств предназначено для работы в сантиметровом диапазоне волн. Наличие естественного гиромангнитного резонанса препятствует созданию ферритовых устройств на длинноволновом участке дециметрового диапазона и на более длинных волнах [3].

Основными тенденциями в развитии микрополосковых и полосковых ферритовых приборов, в наше время, является их миниатюризация, повышение удельной рабочей мощности, увеличение ширины полосы пропускания, улучшение электрических и механико-климатических характеристик, а также разработка класса многодиапазонных приборов успешно применяющихся в многочастотных системах связи для приема и обработки цифровой информации.

В данной статье будет рассмотрен способ увеличения предельной рабочей мощности путем изменения структуры проводников.

При протекании в проводнике переменного тока плотность носителей заряда повышается с приближением к поверхности проводника. Неравномерность тем больше, чем толще проводник и чем больше частота переменного тока. При очень высоких, порядка сотен МГц, частотах ток практически существует только в тонком поверхностном слое (скин-слое), это явление получило название скин-эффект.

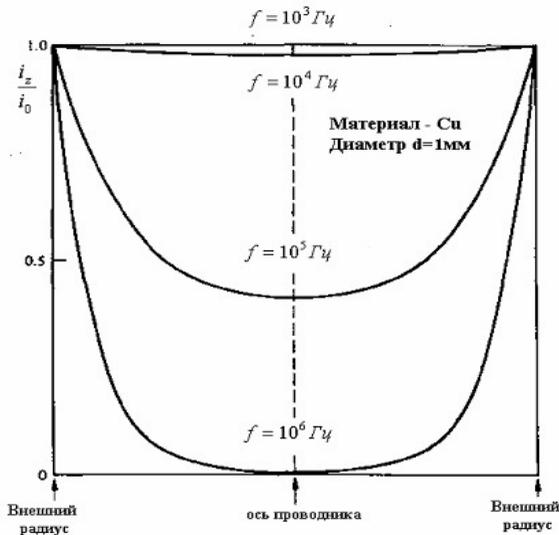


Рисунок 1 - Распределение тока в цилиндрическом проводнике для разных частот.

Формально толщина скин-слоя может быть выражена следующим образом:

$$l = c \cdot \sqrt{\frac{E_0}{\pi \cdot f \cdot \mu_0}} \rho \quad (1)$$

Здесь $E_0 = 8,85419 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная,

ρ — удельное сопротивление;

c — скорость света;

μ_m — относительная магнитная проницаемость;

Из формулы (1) видно, что эффективно используемая часть проводника на сверхвысоких частотах крайне мала и это является проблемой, потому что приводит к заметному уменьшению плотности тока и, как следствие, к снижению допустимого уровня пропускаемой мощности

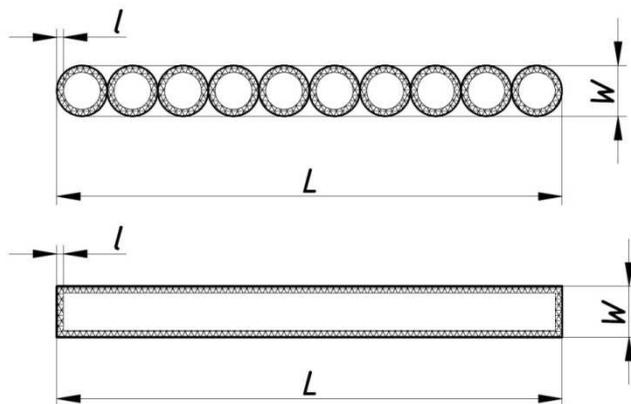


Рисунок 2 - Структура медного проводника.

Если же изменить не площадь, а внутреннюю структуру проводника, заменив, например, медную фольгу размером $A \times L$ мм и толщиной W мм на несколько уложенных в ряд и покрытых лаком медных проводников соответствующего диаметра, то можно добиться улучшения электрических параметров проводника не изменяя его площади. Для еще большего увеличения уровня пропускаемой мощности можно уложить проводники в несколько слоев.

Такой подход является особенно удобным и целесообразным когда необходимо повысить предельную пропускную мощность ферритового устройства, не изменяя его габаритов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сазанов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.М. Устройства СВЧ, М.: Высшая школа, 1981;
2. Вамберский М.В., Абрамов В.П., Казанцев В.И. Конструирование Ферритовых развязывающих приборов СВЧ, М.: Радио и связь, 1982;
3. Чернушенко А.М. Конструирование экранов и СВЧ-устройств, М.: Радио и связь, 1990;
4. Гуревич А.Г., Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках, М.: Наука, 1973;
5. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика, М.: Связь, 1971;

6. Benevent E., Rouiller T., Sauviac B., Larrey V., Vincent D. and Madelaine A., "Stripline Y-Junction Circulator Using Barium Hexagonal Ferrite Thin Films," IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Vol. 1, No. 1, May 2004.

Н.Д. ШИПЯКОВ, М.А. БАКУЛЕВА

Рязанский государственный радиотехнический университет

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЁТОВ ПО МОДЕЛЯМ
ENTERPRISE ARCHITECT**

Анализируется возможность автоматизированного построения отчетов по моделям Enterprise Architect.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время темпы развития процессов разработки программного обеспечения крайне высоки. Постоянно появляются всё новые и новые подходы и методологии разработки. Вместе с развитием процессов разработки развиваются и средства моделирования и разработки. Одним из наиболее востребованных средств в области проектирования систем является Enterprise Architect.

Данный инструмент используется аналитиками при описании требований к программному обеспечению. Одной из наиболее существенных проблем является интеграция данного инструмента с текстовыми редакторами, так как Enterprise Architect не имеет встроенного средства импорта, которое было бы удобно применять. В связи с этим имеет место проблема использования данных модели Enterprise Architect при написании отчётов, технических заданий, функциональных требований. Ниже приводится одно из возможных решений этой проблемы.

В связи с отсутствием встроенного средства импорта данных Enterprise Architect в текстовые документы, возникает необходимость разработки такого средства. Программное обеспечение, которое могло бы выполнять автоматизированную генерацию отчетов по моделям, должно решать как минимум две основные задачи:

1. Создание языка разметки, который бы описывал правила выборки данных из моделей Enterprise Architect;
2. Выборка данных, согласно разметки.

Наиболее проблемной является первая задача, так как во первых надо придумать сам язык разметки, а во вторых написать парсер, который будет по разметке строить запрос, согласно которому будут выбираться данные. Разбиение на подзадачи:

ОПИСАНИЕ РАЗМЕТКИ

Разметка предназначена для создания шаблона отчетов текстовым процессором MS Word, на основе которого приложение будет формировать отчет по проекту Enterprise Architect.

Разметка передает обработчику разметки информацию о требуемых в отчете данных и параметрах их вывода.

Базовым структурным блоком разметки является Обращение. Обращение состоит из последовательности команд, фиксированной структуры. В Обращении пользователь указывает пакет или перечень пакетов, объекты и их атрибуты, которые должны быть отображены в отчете. Разметка предоставляет следующие возможности по настройке отображения и доступа к данным объекта: отображение данных в произвольном месте документа, возможность осуществления доступа к пакетам по псевдониму и с учётом вложенности, возможность осуществления доступа к объектам по типам объектов, фильтрация объектов по значению атрибутов и так далее.

Рассмотрим ниже пример команды “Пакет”.

Команда «Пакет» определяет область данных, с которыми будет работать обработчик разметки. Каждое обращение обязательно должно начинаться и завершаться командой “Пакет”.

Команда “Пакет” состоит из открывающего и закрывающего тэга:

```
{[пакет]}  
{[пакет/]}
```

В тэгах указывается псевдоним или истинное имя пакета. Псевдоним или имя пакета должны быть заключены в специальные символы

Для обработки нескольких пакетов следует указать их псевдонимы и/или имена через запятую.

```
{['Пакет1','Пакет2']}  
{['Пакет1','Пакет2'/]}
```

В случае успешной обработки, строки с командой “Пакет” будут автоматически удалены из документа отчета.

Алгоритм работы обработчика разметки:



Рисунок 1 - Алгоритм работы обработчика разметки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача по автоматизации генерации отчетов, содержащих данные моделей Enterprise Architect является актуальной, поэтому, разработка подобного приложения является полезной как с практической точки зрения, так и с научной так как разработка затронет такую область, как семантический анализ при разработке самого языка разметки и при его интерпретации. Дальнейшие исследования будут проводиться в области разработки языка разметки и его интерпритации с использованием семантического анализа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Коберн: Современные методы описания функциональных требований к системам (Writing Effective Use Cases)