

№ 2/58(585) март-апрель 2010

Издается с 2002 года. Выходит шесть раз в год

Учредитель – Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Орловский государственный технический университет»*Редакционный совет:*

Голенков В.А., *председатель*
Радченко С.Ю., *зам. председателя*
Астафичев П.А., Борзенков М.И.,
Иванова Т.Н., Константинов И.С.,
Колчунов В.И., Новиков А.Н.,
Попова Л.В., Степанов Ю.С.

Главный редактор:

Константинов И.С.

Редколлегия:

Архипов О.П., Аверченков В.И.,
Гайндрик К.Г., Еременко В.Т.,
Иванов Б.Р., Иванников А.Д.,
Ипатов О.С., Колоколов Ю.В.,
Корндорф С.Ф., Коськин А.В.,
Подмастерьев К.В., Поляков А.А.,
Распопов В.Я., Сотников В.В.,
Шкатов П.Н.

Адрес учредителя журнала:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 43-48-90; www.ostu.ru; E-mail: nmu@ostu.ru

Адрес редакции:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40
(4862) 43-40-49; www.ostu.ru; E-mail: isit@ostu.ru

Зарег. в Министерстве РФ

по делам печати, телерадиовещания
и средств массовой информации.

Св-во о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-35333 от 17.02. 2009 г.

Сдано в набор 15.03.2010 г. Подписано в печать
25.03.2010 г.

Формат 70x108 1/16. Бумага офсетная. Печать
офсетная.

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз.

Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ОрелГТУ
302030, г. Орел, ул. Московская, 65

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий, определенных ВАК,
для публикации трудов на соискание ученых степе-
ней кандидатов и докторов наук.

Рубрики номера:

1. Математическое
и программное обеспечение
вычислительной техники
и автоматизированных
систем 5-13
2. Математическое
и компьютерное
моделирование 14-68
3. Информационные технологии
в социально-экономических
и организационно-
технических системах.... 69-103
4. Автоматизация и управление
технологическими процессами
и производствами 104-109
5. Телекоммуникационные
системы
и компьютерные сети... 110-118
6. Информационная
безопасность 119-140

Редакция:

Г.А. Константинова
А.И. Мотина
А.А. Митин

До второго полугодия 2009 г.
журнал выходил под названием
«Известия ОрелГТУ».
Серия «Информационные системы и
технологии».

Подписной индекс 15998
по объединенному каталогу
«Пресса России»

© ОрелГТУ, 2010

№ 2/58(585) March-April 2010

The journal is published since 2002, leaves six times a year

The founder – Orel State Technical University

*Editorial council:*Golenkov V.A., *president*Radchenko S.Y., *vice-president*

Astafichev P.A., Borzenkov M.I.,

Ivanova T.N., Konstantinov I.S.,

Kolchunov V.I., Novikov A.N.,

Popova L.V., Stepanov Y.S.

Editor-in-chief:

Konstantinov I.S.

Editorial Committee:

Arhipov O.P., Averbchenkov V.I.,

Gaidrik K.G., Eremenko V.T.,

Ivanov B.R., Ivannikov A.D.,

Ipatov O.S., Kolokolov J.V.,

Korndorf S.F., Koskin A.V.,

Podmasteriev K.V., Polyakov A.A.,

Raspopov V.Ya., Sotnikov V.V.,

Shkatov P.N.

The address of the founder of magazine:

302020, Orel, Highway Naugorskoye, 29

(4862) 43-48-90; www.ostu.ru;

E-mail: nmu@ostu.ru

The address of the edition:

302020, Orel, Highway Naugorskoye, 40

(4862) 43-40-49; www.ostu.ru; E-mail: isit@ostu.ru

Journal is registered in State Committee
of Russian Federation on printing.

The certificate of registration

III № ФС77-35333 from 17.02.2009.

It is handed over in a set of 15.03.2010,

25.03.2010 are sent for the press

Format 70x108 1/16. A paper offset.

The press offset

Press conditions L. 7,5. Circulation 300 copies

The order № _____

It is printed from a ready dummy

on polygraphic base of OrelSTU

302030, Orel, street Moscow, 65

In this number:

1. Software of the computer facilities and the automated systems 5-13
2. Mathematical and computer simulation 14-68
3. An information technology in social and economic and organizational-technical systems 69-103
4. Automation and management of technological processes and manufactures 104-109
5. Telecommunication systems and computer networks 110-118
6. The informational safety 119-140

The edition:

Konstantinova G.A.

Motina A.I.

Mitin A.A.

Before the second half of the year 2009 the magazine was leave under the name «Izvestia Orel State Technical University. Information systems and technologies».

Index on the catalogue
of the «Pressa Rossii» 15998

© OrelSTU, 2010

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

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Гришаков В.Г., Логинов И.В. Автоматизация процессов сопровождения программного обеспечения	5
--	---

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Артемов А.В. Модель процесса организации сервисного обслуживания и ремонта распределенных стационарных объектов	14
Архипенко А.А., Иванов И.В., Субботенко А.В. Модель временных искажений радиосигнала в городском УКВ канале связи	19
Клюев С.В. Исследование сигналов от дефектов типа трещин при комбинированной вихретоко-магнитной дефектоскопии	26
Нечистяк М.М., Федоренко И.В. Моделирование канала передачи измерительной информации с использованием программного продукта Electronics Workbench....	34
Полищук Ю.М., Токарева О.С. Геоимитационное моделирование зон атмосферного загрязнения в результате сжигания газа на нефтяных месторождениях	39
Преснецова В.Ю. Моделирование бизнес-процессов деятельности профессорско-преподавательского состава в ВУЗе	47
Ромасевич П.В. Исследование сети MetroEthernet на основе ее имитационной модели	57
Самарина О.В., Славский В.В. Инварианты изображения относительно специальной линейной группы преобразований.....	64

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Давыдов Д.А., Зубарев А.И., Сивенцев А.А. Технологии создания бизнес-приложений, предоставляемых через Интернет как сервисы	69
Иванников А.Д., Храмов В.И. Информационный морфизм многоуровневого консорциума образовательных порталов с использованием фрактальной теории ..	75
Комолов Д.В. Патентное исследование состояния диагностирования телекоммуникационных средств	81
Тарасова М.А., Шадрин И.Ф., Грядунов И.М. Применение информационных технологий при обеспечении лабораторной базы естественно-научного цикла инженерного образования	90
Шельмагин А.С. Распознавание атрибутов делового текста на основе онтологического подхода к представлению жанрового уровня формальной структуры документа ..	98

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Суздальцев А.И., Загородних Н.А., Петров С.П., Сафронова Н.А. Нечеткая модель в алгоритмах управления пиковыми подогревателями в подсистемах теплоснабжения (Часть II)	104
--	-----

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Иванов М.И., Воробьев А.А. Метод оценки напряженности электрического поля, излучаемого волоконнооптическим кабелем	110
Усовик С.В. Модель трафика вычислительной сети с пакетной коммутацией при априорно неизвестной интенсивности поступления нагрузки	115

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Макаров В.Ф., Афонин В.Н. Ортогональные функции Уолша в системах защиты информации	119
Остриков А.Ю., Крюков О.В. Методика распределения потоков транспортной сети с учетом защищенности направлений связи	130

CONTENT

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

Grishakov V.G., Loginov I.V. Automation of processes of support of the software 5

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

Artemov A.V. Process model of the organization of service and repair
of distributed stationary objects 14

Archipenko A.A., Ivanov I.V., Subbotenko A.V. The model of temporal radio signal
time distortions in the urban ultra-short wave communication channel 19

Kluev S.V. Research of signals from crack defects at combined eddy-current
and magnetic inspection 26

Nechistyak M.M., Fedorenko I.V. Modelling of the channel of transfer of the measuring
information with use of software product Electronics Workbench 34

Polishchuk Y.M., Tokareva O.S. Geosimulation modeling zones of atmosphere pollution
as a result of gas burning at oil fields 39

Presnetsova V.Yu. Business process modeling of the teaching staff activity 47

Romasevich P.V. Research of network MetroEthernet
on the basis of its imitating model 57

Samarina O.V., Slavsky V.V. Image invariants concerning special linear group
of transformations 64

AN INFORMATION TECHNOLOGY IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

Davydov D.A., Zubarev A.I., Siventsev A.A. Technologies of creation of the business appendices
given through the Internet as services 69

Ivannikov A.D., Khramov V.I. Information morphism the multilevel consortium
of educational portals with use of the fractal theory 75

Komolov D.V. The patent analysis of industry
telecommunications equipment diagnostics 81

Tarasova M.A., Shadrin I.F., Gryadunov I.M. Application of an information technology
at maintenance of laboratory base of a natural-science cycle
of an engineering education 90

Shelmagin A.S. Recognition of attributes of the business text, on the basis of the ontologic
approach, to representation of centre level of formal structure of the document 98

AUTOMATION AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

Suzdaltsev A.I., Zagorodnikh N.A., Petrov S.P., Safronova N.A. Fuzzy model in algorithms
for peaking heaters control in heat supply subsystems (Part II) 104

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

Ivanov M.I., Vorobiev A.A. Method of an estimation of intensity of the electric field
radiated by a fiber cable 110

Usovik S.V. The model of packet-switched computing network
with priori unknown input payload intensity 115

THE INFORMATION SAFETY

Makarov V.F., Afonin V.N. Orthogonal Walsh functions in systems of protection
of the information 119

Ostrikov A.Yu., Krukov O.V. Technique of distribution of streams of a transport network
taking into account security of directions of communication 130

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

УДК 004.75

В.Г. ГРИШАКОВ, И.В. ЛОГИНОВ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

В работе предлагается использовать информационную поддержку жизненного цикла для автоматизации сопровождения программного обеспечения в высшем учебном заведении. Основу подхода составляет использование информационной модели программного средства на основе стандартов ISO/IEC серии 15288:2008. Поддержку информационной модели предлагается осуществлять на основе автоматизированной системы сопровождения. Использование информационных моделей программных средств позволяет повысить эффективность сопровождения и снижает затраты временных, организационных и технологических ресурсов.

Ключевые слова: ИПИ; программное обеспечение; сопровождение; АСУ; информационная модель; процессы жизненного цикла.

In the article suggested using information support CALS in all stages of life cycle in institution of higher education for software maintenance. The main idea of suggested method is to use information model of software components in order to standards ISO/IEC 15288:2008. Information model will maintenance by CAM system. Using informational models helps to increase production efficiency of maintenance and decrease time, administrative and technology requirements.

Keywords: CALS; software; maintenance; CAM system; information model; life cycles processes.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная система управления (АСУ) высшего учебного заведения (вуза) включает в свой состав автоматизированная система управления вузом, как крупным предприятием (финансы, кадры, делопроизводство), автоматизированная система управления учебным и вспомогательным процессами, информационную систему поддержки образовательного процесса. Комплекс программного обеспечения АСУ вуза отличается наличием множества программных средств (ПС) системного и прикладного назначения, количество которых может варьироваться от сотен до нескольких тысяч типов в зависимости от размера и профиля учебного заведения. Быстрое изменение версий, необходимость постоянного обновления и учета, обеспечения лицензионной чистоты используемых ПС, внедрение в учебный процесс новых программных средств требует осуществления непрерывного контроля за их использованием в автоматизированной системе.

При наличии нескольких сотен ПС, входящих в состав АСУ вуза, автоматизируются только некоторые процессы жизненного цикла (ЖЦ) программных средств отдельных классов. В первую очередь это касается ПС строгой отчетности (процессы закупки, учета, внедрения). При этом эффективность взаимодействия различных подразделений учебного заведения является незначительной, поскольку отсутствует ориентация на единую систему автоматизации процессов ЖЦ программного обеспечения. АСУ вуза характеризуется отсутствием единых маршрутов прохождения ПС по структурным подразделениям организации. Например, существует несколько

источников получения программных средств: путем централизованной закупки; на основе прямых договоренностей на использование ПС в учебных целях; поставка по грантам и в рамках заказных НИР; использование открытого свободно распространяемого ПО; использование ресурсов учебного заведения для пробного тестирования. Это приводит к учету только части ПС, при этом оценка эффективности внедрения остальных и распространение опыта по их использованию остается вне рамок системы автоматизации. Важнейшей особенностью АСУ вуза является то, что введение в эксплуатацию новых ПС может осуществлять практически каждый сотрудник.

Структурная сложность программного обеспечения АСУ вуза; необходимость непрерывного управления ПС, входящими в его состав; децентрализованный характер внедрения и управления ПС с одной стороны, и отсутствие комплексной системы управления программным обеспечением с другой стороны, определяет научную проблему комплексной автоматизации процессов ЖЦ ПС. Наличие данной проблемы при наличии требований к эффективности внедрения, учета и контроля использования ПС определяет актуальность снижения ресурсоемкости и повышения управляемости процессов ЖЦ ПС в крупных автоматизированных системах управления образовательных учреждений. Для достижения поставленной цели требуется решить следующие частные задачи:

- разработать информационную модель ЖЦ ПС в составе системы автоматизации;
- разработать модель организации комплексной системы автоматизации процессов ЖЦ программных средств АСУ вуза;
- на основе информационных моделей ПС и модели организации системы автоматизации реализовать натурный прототип и внедрить его в АСУ вуза.

Задаются следующие ограничения на систему автоматизации:

- минимизация затрат ресурсов (в первую очередь временных) конечных пользователей на поддержку используемых программных средств;
- минимизация затрат ресурсов отдела АСУ на поддержку всего установленного программного обеспечения.

АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ И ПОДХОДОВ К ОПИСАНИЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Автоматизированная система управления вуза обладает длительным жизненным циклом сопоставимым по длительности с жизненным циклом учебного заведения. В процессе ЖЦ происходит непрерывное эволюционное развитие возможностей системы. Программные средства, входящие в состав АСУ вуза, обладают значительно меньшим жизненным циклом. Вследствие частой смены поколений ПС, их модификации требуется затрачивать огромные ресурсы на сопровождение, а также ввод в эксплуатацию, выбор программного обеспечения.

Для решения указанной проблемы предлагается автоматизировать процессы ЖЦ программных средств путем использования единой информационной модели [1]. Информационная модель ПС описывает все информационные потоки, возникающие в процессе жизненного цикла; содержит сведения о связанных с экземпляром программного средства нормативных, договорных и руководящих документах, отчетов, руководств пользователей и администраторов.

В настоящее время ведется активная работа по исследованию процессов жизненного цикла программных средств. В литературе предложено несколько подходов к описанию жизненного цикла ПС и его использованию для автоматизации. Часть работ направлено на выработку общих концепций и методик использования ЖЦ для

различных типов ПС [2,3,4,5]. Решаются частные задачи обеспечения процессов контроля [6], использования для конкретных классов ПС, например приложений web 2.0 [7], организации информационной защиты на всех этапах [8,9].

Существует несколько стандартизованных подходов к описанию жизненного цикла программных средств: на основе стандартов ISO/IEC серии 15288:2008 [10], определяющих жизненный цикл сложных технических систем; на базе стандартов ISO/IEC 12207:2008 рассматривающих жизненный цикл программных продуктов [11]; на основе типового жизненного цикла по ГОСТ Р ИСО 10303 [12]; на основе этапов разработки автоматизированных систем по ГОСТ 34.601-90 [13]. Развитие подходов к использованию ЖЦ ПС представлено в работе [14] на основе интеграции ряда международных и российских стандартов.

Указанные стандарты и анализ публикаций показывает, что существующие модели ориентированы на сопровождение ПС со стороны разработчика, что требует их определенной доработки для использования со стороны потребителя – учебного заведения в целях обеспечения непрерывного контроля.

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

В целях обеспечения единого технологического подхода при проектировании и функционировании автоматизированной системы учебного заведения в качестве базового стандарта предлагается использовать серию стандартов ISO/IEC серии 15288:2008. Информационная модель ПС (рисунок 1), предлагаемая в работе, базируется на использовании стандарта ISO/IEC серии 15288:2008, который определяет следующие стадии жизненного цикла:

1. Формирование концепции.
2. Разработка.
3. Реализация.
4. Эксплуатация.
5. Поддержка.
6. Снятие с эксплуатации.

Информационная модель ПС представляется в виде информации, описывающей существенные для управления параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы объекта, позволяющие моделировать возможные состояния ПС. Информационная модель – совокупность информации, характеризующая существенные свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром [15,16]. Включает в свой состав следующие основные элементы: описание ПС (цель, назначение, область применения и т.д.); информационные модели процессов жизненного цикла; описания технологических процессов автоматизации ПС.

Первичным элементом информационной модели ПС является базовая информационная модель процесса жизненного цикла. Она определяет общую структуру процесса (обязательные элементы для всех процессов): описание целей, назначения, области применения, наборов входных и выходных данных, взаимосвязей между ними, представляемых в виде документов [13,17]. На основе базовой информационной модели процесса создаются частные информационные модели процессов жизненного цикла путем доопределения дополнительных свойств и взаимосвязей. Частная информационная модель (ИМ) процесса жизненного цикла является основой для автоматизации соответствующего процесса. Отличие одних и тех же процессов для ПС различных классов образует иерархию информационных моделей (рисунок 2).

Этапы жизненного цикла ПС по ISO/IEC серии 15288:2008



Процессы жизненного цикла ПС по ISO/IEC серии 15288:2008

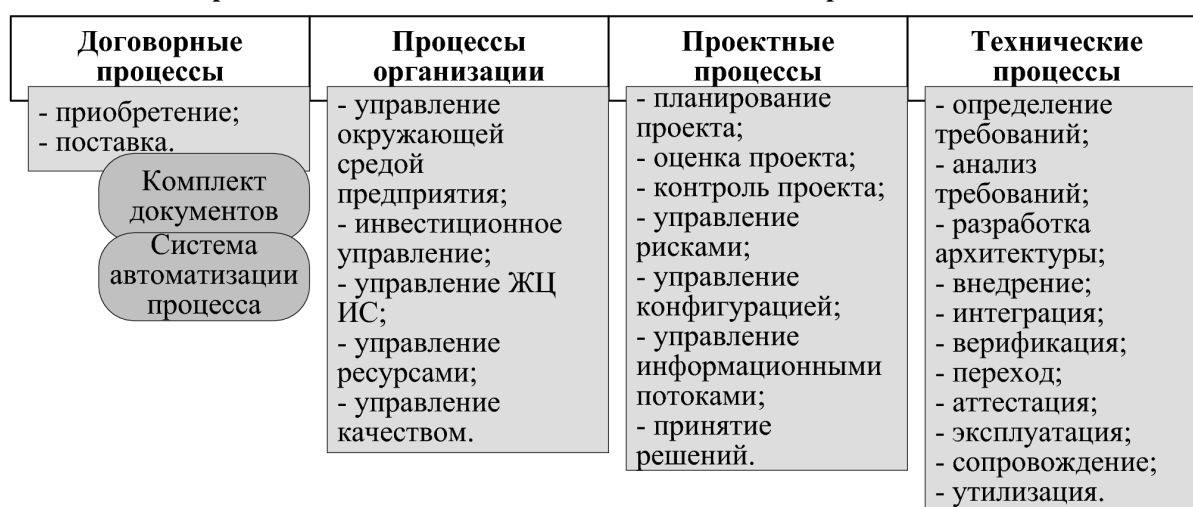


Рисунок 1 – Информационная модель программного средства

Информационная модель ПС в соответствии с ИПИ подходом строится на основе базовой ИМ программного средства. Базовая информационная модель программного средства представляет собой совокупность: описания назначения ПС (целей, функциональных возможностей, областей применения), информационных моделей процессов ЖЦ, набора дополнительных документов (нормативных, руководящих, учетных, учебных), и описание взаимосвязей между процессами. Для каждого элемента ИМ определен минимум информации, требуемый для наполнения модели. Наряду с требованием к качеству наполнения базовой информационной модели осуществляется определение порядка заполнения указанной информации.

Информационная модель ПС строится на основе объектно-ориентированного подхода, предполагающего использование механизмов наследования и инкапсуляции. На основе базовой информационной модели определяется набор базовых классов ПС (коммерческие ПС, свободно распространяемые, собственной разработки). В результате дальнейшего уточнения классов информационных моделей образуется их иерархия (рисунок 3). Модели классов и подклассов ПС отличаются используемыми информационными моделями процессов жизненного цикла. На рисунке 3 выделены подклассы коммерческих ПС, как требующих наиболее строго учета по сравнению с остальными, и соответственно подлежащих описанию и автоматизации в первоочередном порядке.

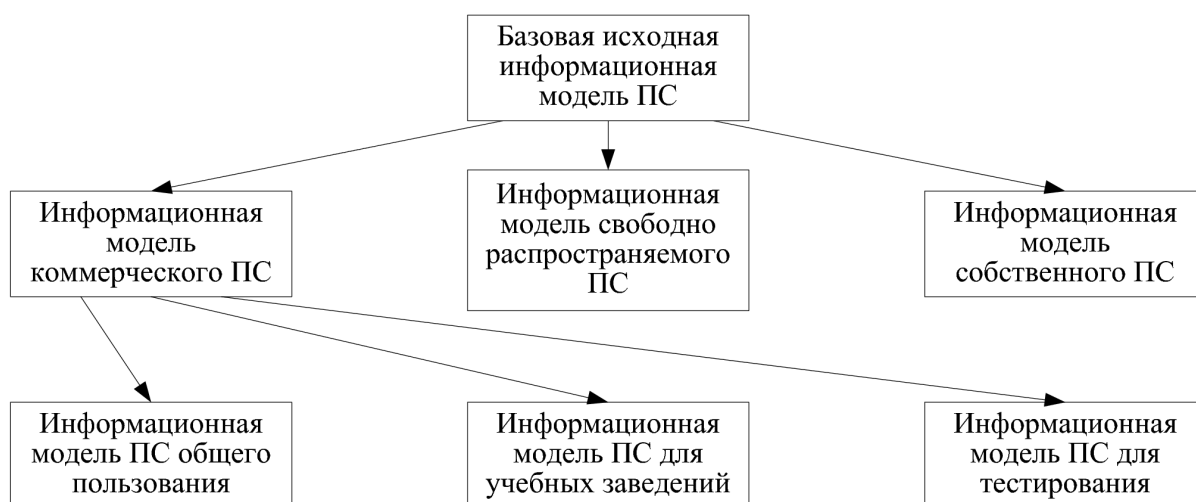


Рисунок 2 – Иерархия информационных моделей программных средств

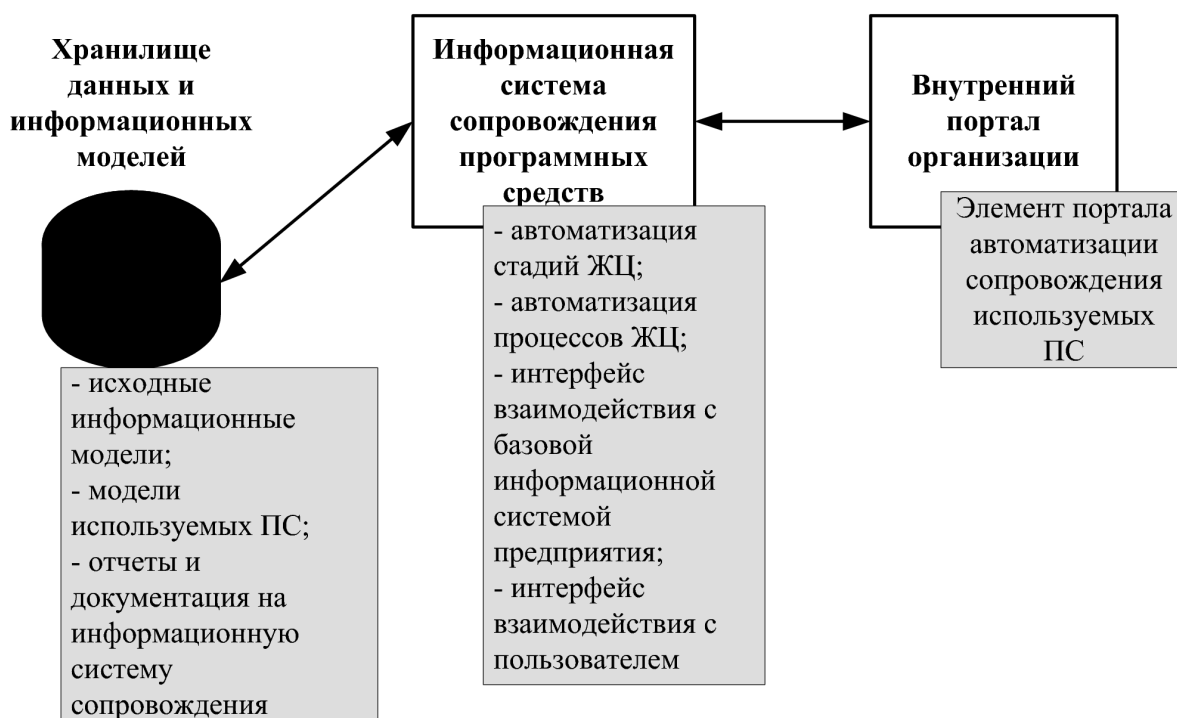


Рисунок 3 – Автоматизированная система сопровождения программного обеспечения

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для снижения ресурсоемкости поддержки программного обеспечения и повышения его управляемости требуется разработка комплексной системы автоматизации. Предлагается новая модель организации системы автоматизации процессов жизненного цикла ПС, опирающаяся на использование иерархии информационных моделей процессов ЖЦ и ПС.

В соответствии с процессным подходом к обработке данных, каждый процесс ЖЦ программных средств автоматизируется с использованием соответствующего компонента системы автоматизации на основе базового компонента. Базовый компонент реализует набор функций по автоматизации базового процесса (работа с хранилищем данных, интерфейс пользователя и взаимодействия с другими компонентами). Частные компоненты реализуют дополнительные функции, в зависимости от особенностей процессов ЖЦ. Вариантом реализации компонентов для автоматизации процессов является их представление в виде слабосвязанных сервисов. Все компоненты автоматизации жизненных циклов ПС интегрируются в единую автоматизированную систему вуза. Компоненты управления и учета реализуются в виде дополнительных модулей, наделенных соответствующей функциональностью.

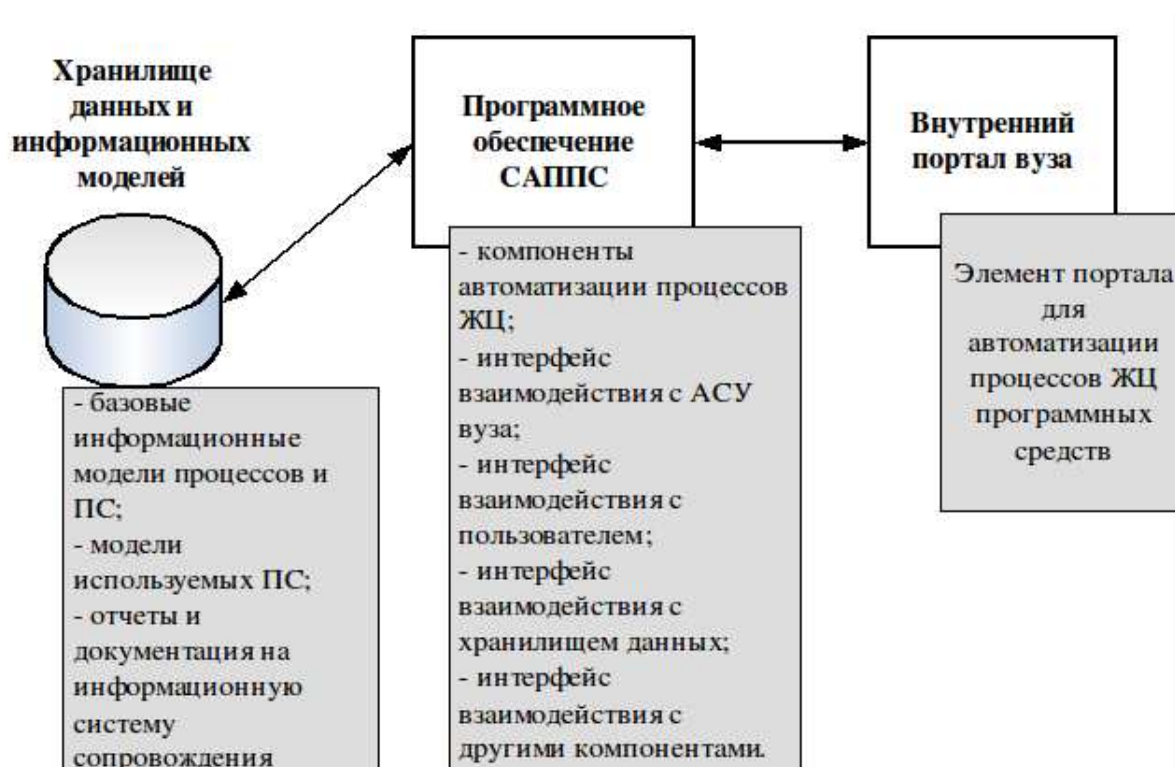


Рисунок 4 – Архитектура системы автоматизации процессов жизненного цикла ПО

Предлагаемый подход к управлению программными средствами вуза реализуется выполнением комплекса организационных, технических и технологических мер, выполняемых персоналом АСУ с использованием системы автоматизации процессов жизненного цикла программных средств (САПС). Ведущая роль по координации усилий и ресурсов поддержки ЖЦ ПС принадлежит центральному органу, обычно входящему в состав отдела АСУ вуза.

Функционирование системы автоматизации процессов ЖЦ ПС организации осуществляется на основе САПС, которая должна быть доступна всем пользователям АСУ вуза в соответствии с их правами доступа. Рассматриваемая система состоит из трех основных элементов: многомерного хранилища данных и информационных моделей, программного обеспечения САПС, элемента портала вуза, как точки входа в САПС (Рисунок 4).

САППС функционирует на основе базы данных с использованием технологий многомерного хранения данных. В нее включены хранилище данных, система защиты данных, средства аналитической обработки, системные средства резервирования, архивирования и копирования. Реализация данной системы возможно различными способами: как составной части единой АСУ вуза; в виде отдельной автоматизированной системы; промежуточный вариант. Для заполнения содержания модели предлагается использовать процессный подход к заполнению данных. При этом порядок наполнения информационной модели по организации определяется в зависимости от точки поступления ПС в высшее учебное заведение.

Средства взаимодействия с пользователем должны обеспечивать минимизацию расхода ресурсов конечных пользователей на основе концепции единого ввода информации. При наличии внутрикорпоративного портала пользовательский интерфейс должен быть реализован на основе единого технологического стандарта и включен в качестве составной части в портал организации. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать взаимодействие, ввод, исправление данных, подготовку и формирование отчетов и комплектов документов согласно принятым стандартам, выдачу напоминаний и экспертных подсказок, проводить опрос состояния и эффективности использования ПС.

ПРОЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЖЦ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Для автоматизации процессов ЖЦ программного обеспечения на основе иерархии информационных моделей разрабатывается проект САППС, входящей в состав единой АСУ вуза. Основными целями при разработке данной системы являются: надежный учет ПС, оперативный контроль за их использованием, предоставление пользователям доступа к базе данных ПС на основе механизма порталов, минимизация затрат ресурсов на функционирование системы автоматизации. Развитие прототипа автоматизированной системы осуществляется в три этапа: построение концептуальной модели САППС, включающей хранилище данных и информационные модели; отладка проектных решений и уточнение концепций и моделей; эволюционное развитие, автоматизация процессов жизненного цикла. Развитие САППС осуществляется на основе стандартов ISO/IEC серии 15288:2008. В настоящее время реализуется первый этап развертывания САППС организации. Разработка данной системы осуществляется по четырем основным направлениям: разработка базовой концепции информационной модели ПС; разработка концепции интеграции САППС в единую АСУ вуза; разработка проектных решения по хранилищу данных и автоматизированной системе; анализ требований пользователей и разработка концепции построения пользовательского интерфейса.

В рамках разработки базовой концепции информационной модели ПС требуется:

1. прототип информационной модели базового процесса ЖЦ;
2. прототип базовой информационной модели ПС в нотации IDEF1;
3. прототип базовой информационной модели коммерческого ПО;
4. детальное описание наиболее важных процессов ЖЦ: приобретения, принятия решения, анализа требований, внедрения, эксплуатации.

Разработка концепции интеграции САППС в единую АСУ ВУЗа предполагает следующие результаты:

1. концепция внедрения;

2. концепция интеграции.

Проектные решения по хранилищу данных и созданию САППС выражаются в:

1. разработке прототипа архитектуры автоматизированной системы;
2. разработке структуры базы данных с возможностью оперативного изменения;
3. проектировании и выборе технологий и компонентов автоматизированной системы;
4. реализации основных технологических процессов.

Концепция пользовательского интерфейса включает следующие положения:

1. анализ требований пользователей по работе с процессами ЖЦ;
2. проектирование прототипа пользовательского интерфейса, витрин данных и процессов;
3. выбор технологий отображения данных пользователям;
4. проектирование прототипа системы взаимодействия и его опытная эксплуатация;
5. разработка прототипа системы управления отображением результатов.

В процессе реализации первого этапа развертывания САППС решена часть поставленных задач. Разработаны базовая информационная модель процесса жизненного цикла, базовая ИМ программного средства и ее расширение для класса коммерческих ПС, как требующего строгой отчетности по использованию средств. Разработан прототип САППС, позволяющий проводить учет коммерческих ПС, закупленных организацией, проводить анализ использования и степень их внедрения в учебный, научный, управленческий и вспомогательный процессы вуза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведен анализ стандартов и подходов к автоматизации процессов жизненного цикла программного обеспечения, результаты которого показали что, существующие подходы ориентированы в большей степени на разработчиков, в связи с чем они требуют доработки для использования потребителем – вузом. В работе предложена иерархия информационных моделей программных средств и их составляющих – процессов жизненного цикла, сформированная с использованием объектно-ориентированного подхода. Основой информационной модели является использование стандарта ISO/IEC серии 15288:2008. Автоматизировать процессы жизненного цикла предложено на основе разработанного набора информационных моделей с использованием процессного подхода. Для каждого процесса жизненного цикла создается соответствующая информационная модель и компонент автоматизации, являющийся развитием базового путем внесения дополнительных функций. Отдельные компоненты автоматизации объединяются в комплексную систему автоматизации процессов жизненного цикла, интегрируемую в единую АСУ вуза и построенную на основе хранилища данных.

Использование предлагаемого подхода к управлению и поддержке ПС на всех этапах жизненного цикла позволяет: упорядочить комплекс ПС разных классов, проводить мониторинг использования в реальном масштабе времени, осуществлять поддержку процессов принятия решений на закупку и использование ПС, оптимизировать расходы ресурсов поддержки и использование программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция интегрированной логистической поддержки наукоемких изделий, НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – М.: 2002 г. – 103 с.
2. Barbacci M.R. Integrating Analysis and Design Methods for the Software Life Cycle // The Architect. Volume 7, Number 4, 4 Quarter 2003. – 6 p.
3. Kazman R., Nord R.L., Klein M. Rethinking the Software Life Cycle // The Architect. Volume 6, Number 3, 3 Quarter 2003. – 7 p.
4. Costabile M.F. Usability in the software life cycle // Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering. World Scientific Publishing Company. 2000. – 17 p.
5. Ghoneim A., Apel S., Saake G. Evolutionary Software Lifecycle for Self-Adapting Software Systems // International Conference on Enterprise Information Systems 2005. – 6 p.
6. Sassenburg H. SLCM: A Software Lifecycle Model to support SPI and Software Metrics // Concept paper, dd. 25 Sept. 2003. – 17 p.
7. Mittal K. The software development life cycle for Web 2.0. Realize the benefits of agile development. IBM. 27 May 2008. - 5 p.
8. Gilliam D.P., Wolfe T.L., Sherif J.S., Bishop M. Software security checklist for the software life cycle // Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2003. WET ICE 2003. Proceedings. Twelfth IEEE International Workshops on Volume , Issue , 9-11 June 2003 Page(s): 243 – 248.
9. Creel R. Assuring Software Systems Security: Life Cycle Considerations for Government Acquisitions // Carnegie Mellon University. 2007-06-04. – 7 p.
10. ISO/IEC 15288:2008. Systems and software engineering – System life cycle processes. – 72 p.
11. ISO/IEC 12207:2008. Systems and software engineering – Software life cycle processes. – 124 p.
12. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы.
13. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Автоматизированные системы. Стадии создания.
14. Двоеглазов Д.В., Иванников А.Д., Матчин В.Т., Мордвинов В.А., Трифонов Н.И., Шленов А.Ю. Информационные системы в управлении информсредой образования: Ч.4: Корпоративные информационные системы в образовании: моделирование, проектирование, внедрение, сопровождение, защита, ликвидация. Под общей редакцией А.С. Сигова и А.Н. Тихонова. – М.: МГДД(Ю)Т, МИРЭА, ГНИИ ИТТ «Информика», 2002. – 173 с.
15. Kobayashi T.; Horikawa K.; Ushida F. An information model for software operation systems // Communications, 1993. ICC 93. Geneva. Technical Program, Conference Record, IEEE International Conference on Volume 2, Issue , 23-26 May 1993 Page(s):1205 - 1209 vol.2.
16. Ramanna S. Approximate reasoning about software models // Fuzzy Information, 2004. Processing NAFIPS apos;04. IEEE Annual Meeting of the Volume 2, Issue , 27-30 June 2004 Page(s): 791 – 795 Vol.2.
17. Липаев В.В. Процессы и стандарты жизненного цикла сложных программных средств. Справочник. Серия «Управление качеством». – М.: Синтег, 2006. – 260 с.

Гришаков Вадим Геннадьевич

Академия ФСО России, г. Орел
 Кандидат технических наук, начальник отделения
 Тел.: (4862) 40-81-68
 E-mail: vg@academ.msk.rsnet.ru

Логинов Илья Валентинович

Академия ФСО России, г. Орел
 Аспирант
 Тел.: (4862) 40-83-15
 E-mail: liv__@list.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004

А.В. АРТЕМОВ

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОРГАНИЗАЦИИ
СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ

В данной статье на основе теории массового обслуживания и аппарата теории множеств строится формальная модель процесса организации сервисного обслуживания и ремонта распределенного стационарного оборудования. В построенной модели выделяются основные элементы и взаимосвязи между ними.

Ключевые слова: сервисное обслуживание; формальная модель; теория множеств; динамический маркированный граф.

In given article on the basis of the theory of mass service and the device of the theory of sets the formal model of the organisation of process of service and repair of the distributed stationary equipment is under construction. In the constructed model basic elements and interrelations between them are allocated.

Keywords: service; formal model; the theory of sets; the dynamic marked count.

Процесс организации сервисного обслуживания и ремонта распределенного стационарного оборудования можно представить как систему массового обслуживания и для описания такой системы рационально использовать теорию массового обслуживания, которая позволяет описать поступление, ожидание и выполнение заявок на обслуживание для различных систем.

Исходя из анализа принципа работы системы сервисного обслуживания и ремонта ее составляющих, можно сделать вывод о том, что ее можно представить в виде закрытой многоканальной системы массового обслуживания с несколькими источниками заявок, что представлено на рисунке 1. В обозначениях теории массового обслуживания такую систему можно представить в следующем виде: $G/G/m/\infty/M$, где первые два символа G указывают на то, что входные и выходные потоки заявок распределены по общему закону распределения, m указывает на количество обслуживающих устройств (в общем случае может быть несколько ремонтных бригад), ∞ указывает на неограниченную длину очереди заявок, M указывает на количество источников заявок. Так как система является закрытой, то это означает, что если в систему поступает заявка на обслуживание от конкретного источника заявок, то до момента окончания ее обслуживания вероятность появления новой заявки от того же устройства равна 0. Таким образом, в каждый момент времени в систему на обслуживании или в ожидании обслуживания может находиться только одна заявка от конкретного источника заявок.

Исходя из семантики самого процесса сервисного обслуживания и ремонта, схему сервисного обслуживания и ремонта можно представить в виде совокупности схем, которые представляют собой системы по обслуживанию поступающих заявок для каждого сервисного центра в отдельности. Это связано с допущением, что каждый клиент для осуществления процессов сервисного обслуживания и ремонта закрепляется за конкретным сервисным центром и обслуживается только его ремонтными бригадами. Однако такое допущение адекватно отражает реальные процессы предметной области.

В предлагаемой модели подсистемы сервисного обслуживания и ремонта введены следующие условные обозначения:

1. Источник заявок. В семантике рассматриваемой системы под источником заявок понимается каждый обслуживаемый клиент.
2. Очередь ожидающих обслуживания заявок для каждого сервисного центра.
3. Обслуживающее устройство. В семантике рассматриваемой системы под обслуживающим устройством понимается ремонтная бригада.

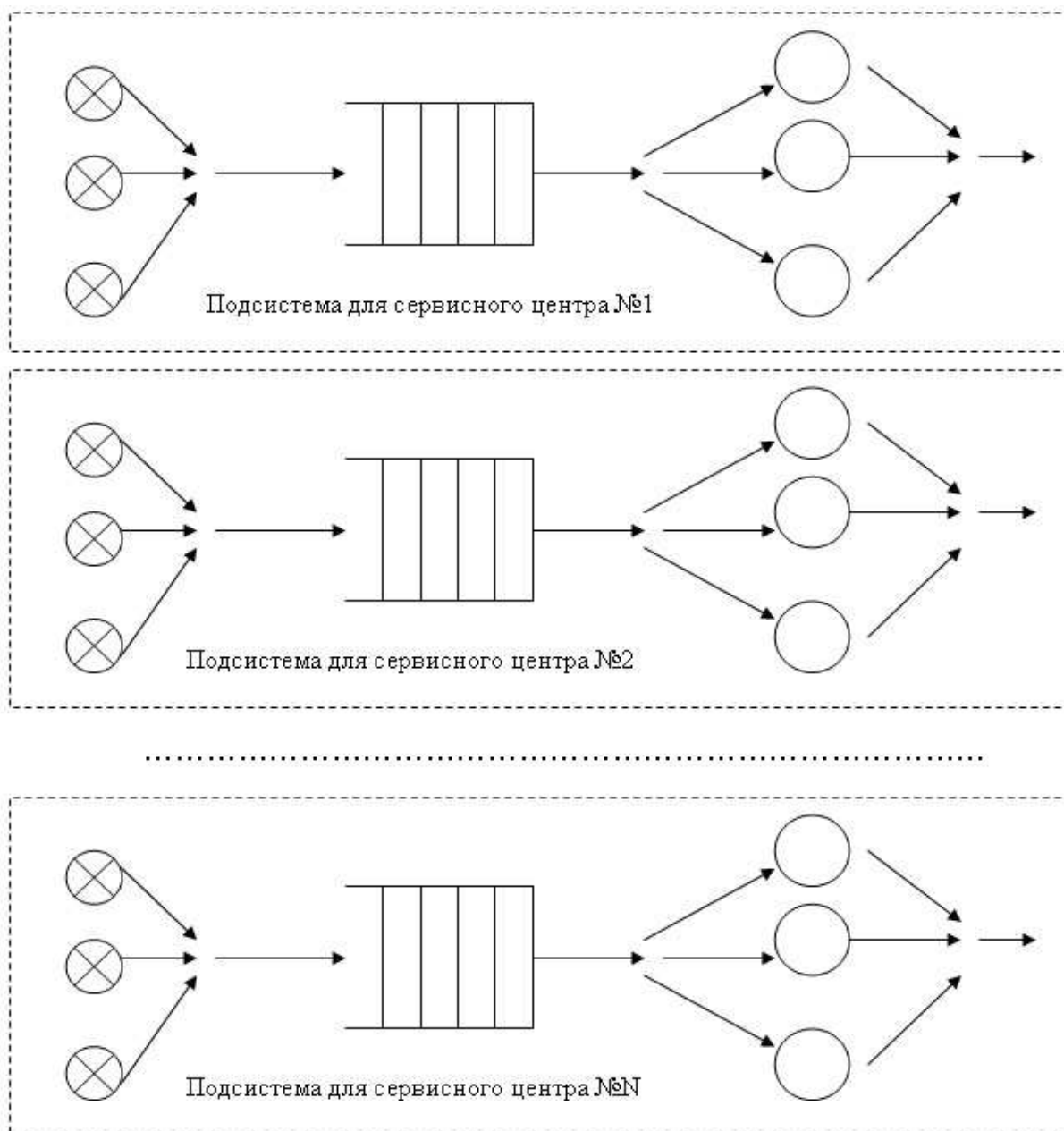


Рисунок 1 – Схема организации процесса сервисного обслуживания и ремонта как системы массового обслуживания

При поступлении новой заявки она поступает в очередь заявок для соответствующего сервисного центра и для нее необходимо определить ее место в очереди, т.е. необходимо произвести перераспределение всех заявок, находящихся в очереди с учетом новых значений ограничений. Таким образом, механизм выбора

следующей заявки из очереди не будет являться простейшим принципом FIFO, т.е. принципом, по которому заявки будут обрабатываться по мере их поступления в очередь заявок. Для реальной системы сервисного обслуживания и ремонта с поддержкой оптимизации затрат при обслуживании ограничение на простое формирование очереди по принципу FIFO является неприемлемым.

Механизм выбора следующей для исполнения заявки конкретной бригадой будет зависеть от текущих ограничений соответствующей подсистемы, на основании которых будет рассчитываться значение некоторого критерия эффективности, значение которого необходимо минимизировать.

В данной модели обслуживающим устройством являются ремонтные бригады, работу которых необходимо распределить с учетом минимизации некоторого критерия. Для ремонтных бригад вводятся ограничения, учитывающие график работы каждой бригады, т.е. после периода работы должен наступить период отдыха, в течение которого бригада не должна использоваться в системе для выполнения заявок.

Для проведения дальнейших исследований модель организации процесса сервисного обслуживания и ремонта стационарного оборудования можно представить в виде «семерки»:

$$M = \langle C, K, W, f_c, R, Z, H \rangle, \tag{1}$$

где $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ – это множество сервисных центров, m – число сервисных центров,

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_o\}$ – это множество клиентов, o – число клиентов.

$W \subseteq K \otimes K \cup C \otimes K = \{ \langle k_i k_j t_{i,j} \rangle, \langle c_i k_j t_{i,j} \rangle, \dots \}$ есть множество взаимосвязей между клиентами и между клиентами и городами, т.е. множество R указывает на наличие пути между данными пунктами, параметр $t_{i,j}$ в каждой тройке указывает на время пути между данными пунктами.

Для описания отношения принадлежности клиента некоторому сервисному центру опишем функцию $f_c = C \otimes K \rightarrow \{0, 1\}$, где значение 1 будет указывать на принадлежность клиента указанному сервисному центру, а 0, соответственно, на непринадлежность. Так как клиент по допущениям, принятым выше, может обслуживаться ремонтными бригадами только одного сервисного центра, то функция f_c будет представлять собой биекцию. Ввиду ограниченности как множества клиентов, так и множества сервисных центров функцию f_c удобно представлять в виде матрицы, строки которой будут соответствовать сервисным центрам, а столбцы – клиентам. Общий вид такой матрицы приведен на рисунке 2.

	k_1	k_2	\dots	k_o
c_1	0	1	0	1
c_2	1	0	0	0
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
c_m	0	0	0	0

Рисунок 2 – Общий вид матрицы для функции f_c

$R_i = \{r_1, r_2, \dots, r_{p_i}\}$ – множество ремонтных бригад, относящихся к i -ому сервисному центру, где p_i – количество ремонтных бригад i -ого сервисного центра, тогда множеством $R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ будет являться множеством всех ремонтных бригад всех сервисных центров.

$Z_i = \{z_1, z_2, \dots, z_{ni}\}$ – множество заявок, находящихся в очереди i -ого сервисного центра, где ni – количество таких заявок.

Каждая заявка обладает набором параметров, которые влияют на порядок исполнения такой заявки и на всю модель в целом, и представляет собой совокупность параметров:

$$z = \langle \text{type}, \text{input_time}, \text{time_limit}, \text{client} \rangle,$$

где type – вид заявки: заявка на ремонт или заявка на сервисное обслуживание,

input_time – время постановки заявки в очередь на обслуживание,

time_limit – максимальный срок исполнения заявки, после истечения которого на сервисный центр будут накладываться штрафные санкции,

client – задает номер клиента, оставившего данную заявку.

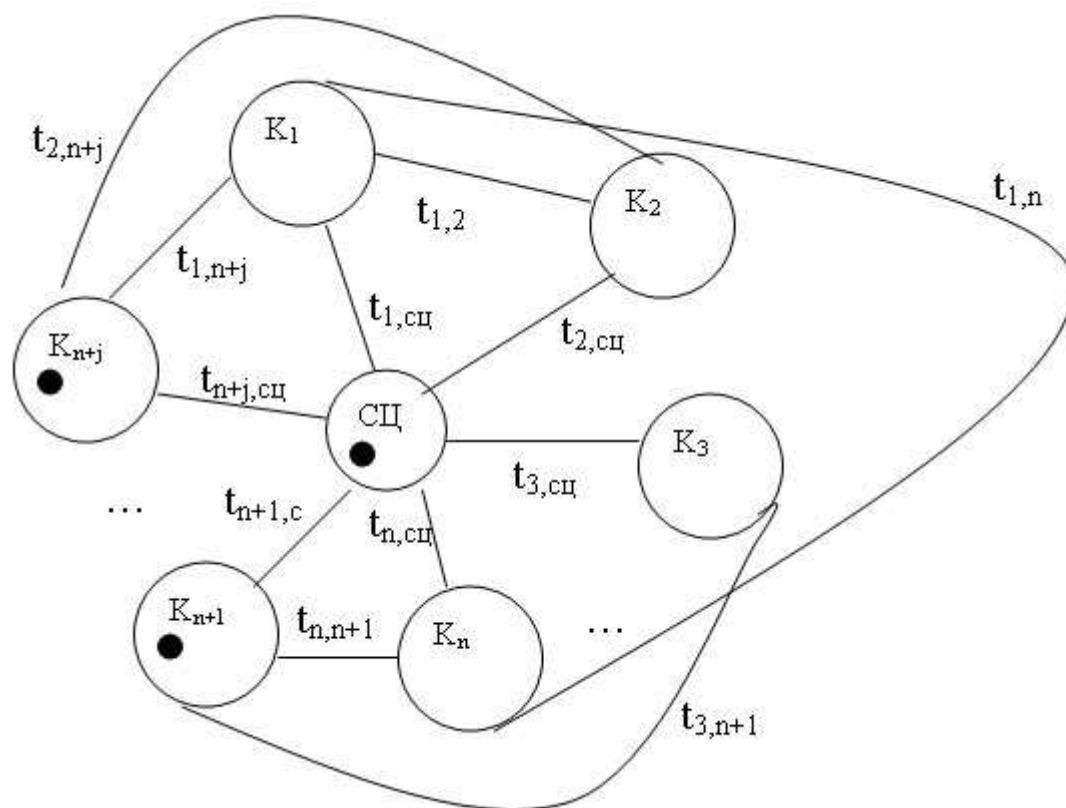


Рисунок 3 – Графовая модель организации процесса сервисного обслуживания и ремонта стационарного оборудования

Построенную модель для более наглядного представления можно сформулировать, используя аппарат теории графов. Если сервисный центр и клиентов рассматривать как узлы графа, а взаимосвязи между ними как ребра данного графа, имеющие веса, соответствующие времени нахождения в пути при переезде от одного пункта к другому, то решением поставленной задачи будет являться такой порядок обхода графа несколькими ремонтными бригадами, который оптимизировал бы некий критерий. В такой интерпретации модели необходимо выяснить, как в графовой модели отобразить текущее положение ремонтных бригад. Удобнее всего это сделать, представив каждую бригаду в виде маркера, имеющего определенное положение в каком-либо узле. В таком случае полученный граф можно назвать динамическим маркированным графом.

Тогда модель организации сервисного обслуживания и ремонта можно представить в виде, представленном на рисунке 3.

В данной графовой модели вершины $1, 2, \dots, n$ представляют собой клиентов, оставивших заявку на сервисное обслуживание, СЦ представляет собой вершину, обозначающую сервисный центр. Вершины $n+1, \dots, n+j$ являются клиентами, которые были обслужены последними некоторой ремонтной бригадой или которые в данный момент обслуживаются ремонтной бригадой, т.е. данные клиенты показывают текущее расположение всех ремонтных бригад, показанных на рисунке черными точками. Одна или несколько ремонтных бригад могут находиться в сервисном центре на отдыхе.

Задача сервисного обслуживания и ремонта распределенного стационарного оборудования будет сводиться к определению пути обхода помеченных вершин графа (т.е. клиентов, которые нуждаются в обслуживании) несколькими маркерами с заданным начальным положением самих маркеров.

Таким образом, используя аппарат теории множеств удалось формализовать процесс организации сервисного обслуживания и ремонта стационарного распределенного оборудования с использованием теории множеств, а также наглядно представить построенную формальную модель в виде динамического маркированного графа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клейнрок Леонард. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. Грушко И.И. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
2. Хаусдорф Феликс. Теория множеств. – М.: ЛКИ, 2007. – 304 с.
3. Бурков В.Н. Теория графов в управлении организационными системами / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2001.– 124 с.
4. Оре О. Теория графов / 2-изд. – М.: Наука, 1980. – 336 с.

Артемов Андрей Владимирович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Ассистент кафедры «Информационные системы»

Тел.: (4862) 43-68-14

E-mail: avladar@yandex.ru

УДК 621.396.9

А.А. АРХИПЕНКО, И.В. ИВАНОВ, А.В. СУББОТЕНКО

МОДЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИСКАЖЕНИЙ РАДИОСИГНАЛА В ГОРОДСКОМ УКВ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Применительно к сотовым и транкинговым системам подвижной радиосвязи предлагается модель временных искажений сигнала в городском УКВ канале, представляющая собой выражение для вероятности задержек наблюдаемого сигнала на определенную величину в зависимости от параметров городской застройки. С учетом влияния на временные искажения наблюдаемого сигнала аддитивного шума и мультипликативной помехи, вызванной многолучевым распространением радиоволн, сделан вывод о том, что распределение величин задержек сигнала в городском УКВ канале можно аппроксимировать нормальным законом с параметрами, зависящими от плотности городской застройки, размеров зданий и удаления пункта приема от источника радиоизлучения.

Ключевые слова: сигнал; временные искажения; многолучевость; аддитивный шум; переотраженный сигнал.

The model of radio signal time distortions in the urban ultra-short waves channel is offered for application in cellular and trunking systems of mobile radio communication. The model represents the expression for the delay probability on certain value of the observed signal depending on urban saturation parameters. Taking into account the influence of the multiplicative interference on the temporal distortions of the observed signal, caused by multibeam radio wave propagation and additive noise, we concluded that the distribution of signal delay values in the urban ultra-short waves channel can be approximated by the normal law with parameters depending on urban situation, building dimensions and distance of receiving station from radio-frequency source.

Keywords: signal; temporal distortions; multibeam; additive noise; re-reflected signal.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблеме распространения радиоволн в городе посвящено большое количество работ, в которых приводятся результаты исследований ослабления уровней сигналов в результате влияния многолучевости. Однако при решении задач синхронизации часто приходится оперировать не энергетическими параметрами, а временными искажениями сигнала, приводящими к «джиттеру» синхронизации. В работах [1, 2, 3] приведены результаты экспериментов по измерению временных искажений радиосигнала в различных условиях городской застройки, тем не менее существует необходимость вывода выражения, учитывающего влияние плотности застройки, удаленности пункта приема от источника радиоизлучения (ИРИ) на флуктуации времени задержки принимаемого сигнала.

МОДЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИСКАЖЕНИЙ РАДИОСИГНАЛА В ГОРОДСКОМ УКВ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Согласно [4], многолучевой сигнал представляет собой смесь основного сигнала $S_0(t)$ и задержанных на время $t_{зад.i}$ N его копий, что можно записать в виде:

$$S_{мл}(t) = S_0(t) + \sum_{i=1}^N k_i S_i(t + t_{зад.i}). \quad (1)$$

В результате имитационного моделирования сделан вывод о том, что существенные временные искажения наблюдаемого сигнала будут иметь место в случае когерентного сложения двух или более запаздывающих лучей при условии, что их суммарный уровень превысит уровень основного луча. С учетом того, что распределение фаз в лучах принято считать равномерным [4], вероятность когерентного сложения n запаздывающих лучей можно описать с помощью теории случайных импульсных потоков [5], выражение для которой примет вид:

$$P_{\text{ког.сл.}}(n) = T_{\text{сигн.}} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{2}{\Delta\varphi_{\text{ког.}}} \cdot \prod_{i=1}^n \frac{\Delta\varphi_{\text{ког.}}}{2T_{\text{сигн.}}} = n \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_{\text{ког.}}}{2T_{\text{сигн.}}} \right)^{n-1}, \quad (2)$$

где $T_{\text{сигн.}}$ – период несущей,

n – количество лучей,

$\Delta\varphi_{\text{ког.}}$ – величина фазового сдвига, при котором сложение лучей можно считать когерентным.

В [4] представлено выражение для энергетического спектра задержек, представляющего собой зависимость уровня сигнала задержанного луча от времени задержки, относительно максимального уровня принимаемого сигнала при условии отсутствия прямой видимости между пунктами передачи и приема для тех случаев, когда высотный параметр $\xi > 2$. Высотный параметр ξ определяется как отношение [6]:

$$\xi = \frac{h_2 - h_{\text{кр.}}}{h_2 - h_1}, \quad (3)$$

где $h_{\text{кр.}}$ – средний уровень крыш зданий на участке городской застройки,

h_2, h_1 – высоты подвеса антенн передающего и приемного пункта.

Так как антенны базовых станций, как правило, располагаются на крышах высотных зданий и, следовательно, $h_{\text{кр.}} < h_2$ при допущении, что высоты зданий на участке городской застройки одинаковы, можно принять справедливым для условий ведения мониторинга БС выражение для энергетического спектра задержек, которое записывается в виде:

$$W(t_{\text{зад.}}) = \left(\frac{c \cdot t_{\text{зад.}}}{\rho} \right)^{1/2} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{c \cdot t_{\text{зад.}}}{\rho} - 1 \right) \right], \quad (4)$$

где c – скорость света,

$t_{\text{зад.}}$ – величина задержки прихода луча в точку приема,

ρ – средняя дальность прямой видимости, определяющая расстояние в слое городской застройки, на котором трасса распространения радиоволн не пересекается элементами городской инфраструктуры.

Средняя дальность прямой видимости зависит от параметра городской застройки и определяется как:

$$\rho = \frac{1}{\gamma}, \quad (5)$$

где параметр застройки γ – плотность потока пересечения зданиями (плотность городской застройки), который определяется как:

$$\gamma = 2 \frac{\vartheta \cdot L}{\pi}, \quad (6)$$

где ϑ – количество зданий на единицу площади,

L – периметр здания.

На рисунке 1 представлен график энергетического спектра задержек.

Смещение максимума энергетического спектра задержек от «0» на величину $t_{\text{зад.а}}$

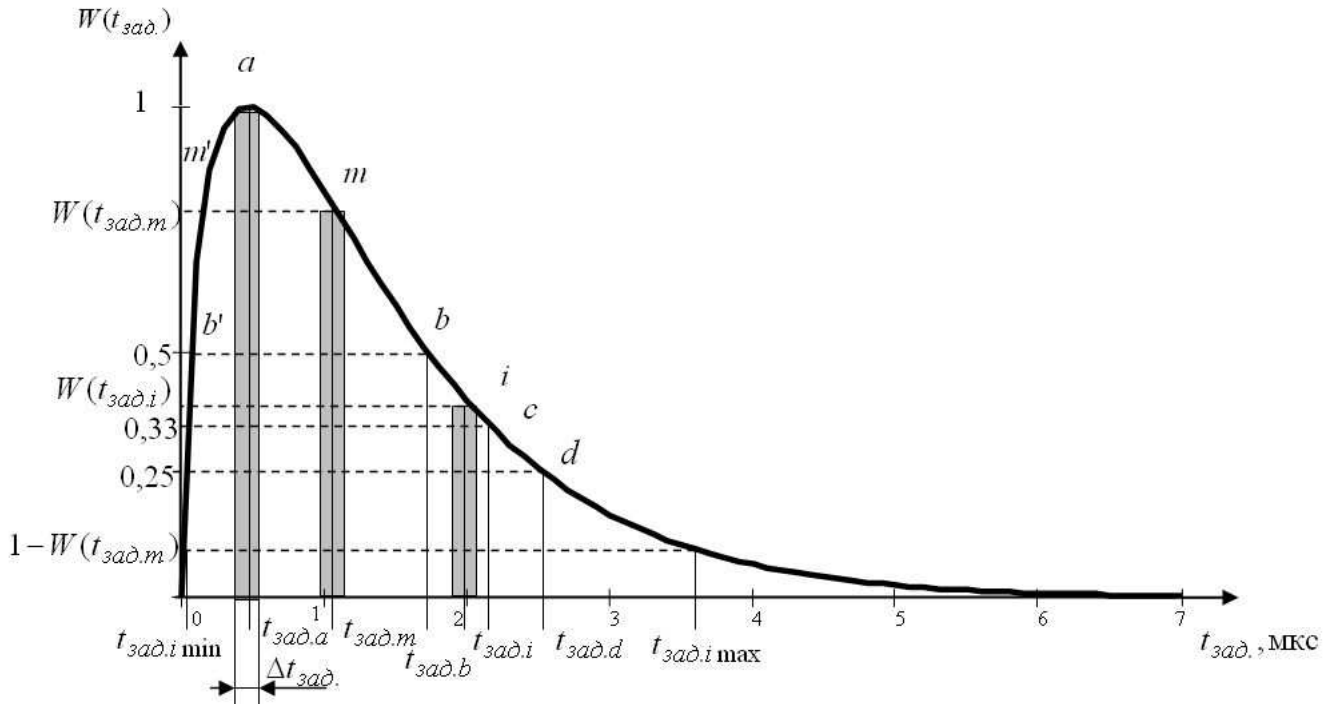


Рисунок 1 – График энергетического спектра задержек при распространении радиоволн в участке городской застройки с параметрами: $\vartheta = 80$ зданий/км²; $L = 0,14$ км

объясняется тем, что первый луч, пройдя кратчайшее расстояние от пункта передачи до пункта точки приема, может претерпевать несколько переотражений и, следовательно, будет более ослаблен, чем луч, прошедший большее расстояние, но претерпевающий одно переотражение. Таким образом, исходя из того, что прием осуществляется по наиболее мощному лучу, можно предположить, что луч с задержкой $t_{зад.a}$, является основным.

В [7] приведено выражение для интенсивности потока длин траекторий лучей $\mu(r)$, которая определяется как:

$$\mu(r) = \frac{\pi}{S_{cp.}} \cdot \sqrt{r^2 - R_0^2} \cdot e^{-\frac{r}{l}}, \quad (7)$$

где $S_{cp.}$ – средняя площадь, занимаемая одним зданием,

l – среднее расстояние между зданиями,

R_0 – расстояние между пунктами передачи и приема.

Однако выражение (7) выведено из расчета, что антенны на передающем и приемном пунктах расположены ниже уровня крыш. При поднятии одной из антенн на величину $h > h_{кр.}$ на интенсивность потока длин траекторий лучей будет оказывать влияние высотный параметр ξ . В [6] отмечено, что увеличение величины параметра ξ соответствует уменьшению расчетного значения величины расстояния между передающим и приемным пунктами. Таким образом, выражение (7) с учетом высоты поднятия антенн можно записать в виде:

$$\mu(r) = \frac{\pi}{S_{cp.}} \cdot \sqrt{(\nu \cdot r)^2 - (\nu \cdot R_0)^2} \cdot e^{-\frac{\nu \cdot r}{l}}, \quad (8)$$

где $\nu = 1 - \xi$.

Из выражения (8) легко получить распределение интенсивности прихода в точку приема отраженных лучей в зависимости от времени задержки $t_{зад.}$.

$$\mu(t_{зад.}) = \frac{\pi}{S_{ср.}} \cdot \sqrt{(\nu \cdot c \cdot (t_0 + t_{зад.}))^2 - (\nu \cdot R_0)^2} \cdot e^{\frac{\nu \cdot c \cdot (t_0 + t_{зад.})}{l}}, \quad (9)$$

где t_0 – время распространения первого луча.

Среднее число приходящих в точку приема лучей будет определяться как:

$$N = \int_0^{\infty} \mu(t_{зад.}) dt_{зад.} \quad (10)$$

Разобьем область возможных задержек сигнала на элементарные интервалы $\Delta t_{зад.}$. Допустим, что в точке a (рис.1) присутствует основной луч с задержкой $t_{зад.a}$, по которому ведется радиоприем. Временные искажения принимаемого сигнала на величину $t_{зад.m}$ будут наблюдаться в случае наличия луча в элементарном интервале и его когерентном суммировании с каким-либо лучом с задержкой $t_{зад.i}$ из интервала $[t_{зад.m}; t_{зад.i \max}]$ при условии, что уровень суммарного сигнала $W(t_{зад.m})$ превысит уровень сигнала в основном луче $t_{зад.a}$. Следовательно, уровень луча с задержкой $t_{зад.i}$ должен удовлетворять условию: $W(t_{зад.i}) \geq 1 - W(t_{зад.m})$. Однако данное условие выполнимо только в том случае, если $t_{зад.m} \in [t_{зад.b}; t_{зад.a} \cup t_{зад.a}; t_{зад.b}]$. Временные искажения на величину $t_{зад.m} > t_{зад.b}$ будут возможны только при наличии когерентного сложения нескольких лучей.

Таким образом, можно записать следующие условия возникновения временных искажений наблюдаемого сигнала вследствие многолучевого распространения радиоволн.

Если $\exists S(t_{зад.m}) \forall t_{зад.m} \in [t_{зад.b}; t_{зад.a} \cup t_{зад.a}; t_{зад.b}]$, и $\exists R\varphi(S(t_{зад.m})) \cap$

$\cap \varphi(S(t_{зад.i})) \leq \Delta\varphi_{ког.}$,

при условии, что $W(t_{зад.i}) \geq 1 - W(t_{зад.m})$, ($t_{зад.i} \in$

$\in [t_{зад.i \min}; t_{зад.m'} \cup t_{зад.m}; t_{зад.i \max}]$),

то $W(t_{зад.m}) \rightarrow \max \Rightarrow S_0(t) \equiv S(t + t_{зад.m})$.

Если $\exists S(t_{зад.m}) \forall t_{зад.m} \in]t_{зад.b}; t_{зад.c}]$, и $\exists R\varphi(S(t_{зад.m})) \cap \varphi(S(t_{зад.i})) \cap$

$\cap \varphi(S(t_{зад.j})) \leq \Delta\varphi_{ког.}$,

при условии, что $W(t_{зад.i}) + W(t_{зад.j}) \geq 1 - W(t_{зад.m})$,

то $W(t_{зад.m}) \rightarrow \max \Rightarrow S_o(t) \equiv S(t + t_{зад.m})$.

Если $\exists S(t_{зад.m}) \forall t_{зад.m} \in]t_{зад.c}; t_{зад.d}]$, и $\exists R\varphi(S(t_{зад.m})) \cap \varphi(S(t_{зад.i})) \cap \varphi(S(t_{зад.j})) \cap$

$\cap \varphi(S(t_{зад.k})) \leq \Delta\varphi_{ког.}$,

при условии, что $W(t_{зад.i}) + W(t_{зад.j}) + W(t_{зад.k}) \geq 1 - W(t_{зад.m})$,

то $W(t_{зад.m}) \rightarrow \max \Rightarrow S_o(t) \equiv S(t + t_{зад.m})$.

Временные искажения на величину $t_{зад.m} > t_{зад.d}$ маловероятны из-за отсутствия в данном интервале требуемого числа лучей. Таким образом, вероятность задержки принимаемого сигнала на величину t_m будет зависеть от вероятности наличия луча в элементарном интервале Δt_m и вероятности когерентного сложения n лучей из N , приходящих в точку приема, что в неявном виде можно записать как:

$$P_{зад.}(t_m) = f(P_{нал.}(S(\Delta t_m)), P_{ког.сл.}(n, N)), \quad (11)$$

В [4] доказано, что моменты появления лучей распределены по закону Пуассона, а вероятность наличия луча в элементарном временном интервале Δt_m определится, согласно выражению:

$$P_{нал.}(S(\Delta t_m)), 1 - e^{-N(\Delta t_m)}, \quad 12$$

где $N(\Delta t_m)$ – среднее число лучей в элементарном временном интервале.

Таким образом, можно записать выражение для вероятности временных искажений принимаемого сигнала на величину t_m вследствие влияния многолучевости, которое примет вид.

$$P_{зад.}(t_{зад.m}) = \begin{cases} (1 - e^{-N(\Delta t_m)}) \cdot \frac{\Delta\varphi_{коз.}}{T_{сигн.}} \cdot N_1, \\ (1 - e^{-N(\Delta t_m)}) \cdot \frac{\Delta\varphi_{коз.}^2}{T_{сигн.}} \cdot C_{N_2}^2, \\ (1 - e^{-N(\Delta t_m)}) \cdot \frac{3\Delta\varphi_{коз.}^3}{4T_{сигн.}^3} \cdot C_{N_3}^3, \\ 0 \text{ для } t_{зад.m} > t_{зад.d}. \end{cases} \quad (13)$$

где

$$N_1 = \int_{t_{зад.m}}^{t_{зад.(1-W(t_{зад.m}))}, \text{ для } (t_{зад.i} > t_{зад.a})} \mu(t_{зад.}) dt_{зад.} + \int_{t_{зад.(1-W(t_{зад.m}))}, \text{ для } (t_{зад.i} < t_{зад.a})}^{t_{зад.m'}} \mu(t_{зад.}) dt_{зад.},$$

для $t_{зад.m} \in [t_{зад.b}; t_{зад.a} \cup t_{зад.a}; t_{зад.b}]$;

$$N_2 = \int_{t_{зад.m}}^{t_{зад.(1-W(t_{зад.m}))/2}} \mu(t_{зад.}) dt_{зад.}, \text{ для } t_{зад.m} \in]t_{зад.b}; t_{зад.c}];$$

$$N_3 = \int_{t_{зад.m}}^{t_{зад.(1-W(t_{зад.m}))/3}} \mu(t_{зад.}) dt_{зад.}, \text{ для } t_{зад.m} \in]t_{зад.c}; t_{зад.d}].$$

Полученные в результате расчетов по формулам (13) данные хорошо аппроксимируются логнормальным законом, выражение которого имеет вид:

$$P(t_{зад.})_{мл} = \frac{1}{t_{зад.} \cdot \sigma_{мл} \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\lg(t_{зад.}) - a_{мл})^2}{2\sigma_{мл}^2}}, \quad (14)$$

где среднее значение временных искажений –

$$a_{мл} = \sum_{m=1}^n \lg(t_m) \cdot P_{зад.}(t_m), \quad (15)$$

среднеквадратическое отклонение (размах задержек) –

$$\sigma_{мл} = \sum_{m=1}^n (\lg(t_m) - a)^2 \cdot P_{зад.}(t_m). \quad (16)$$

Наряду с мультипликативной помехой, вызванной многолучевым распространением радиоволн, в городском УКВ канале имеет место аддитивный шум. В [8] показано, что временные искажения радиосигнала вследствие влияния аддитивного шума распределены по нормальному закону с нулевым средним и дисперсией, зависящей от соотношения сигнал/шум, выражение которой имеет вид:

$$\sigma_{ш}^2 = (U_n \cdot B \cdot \tau / \Delta F \cdot U_c)^2, \quad (17)$$

где U_n – уровень помехи,

B – скорость передачи (Бод),

τ – длительность элемента сигнала,

ΔF – полоса канала,

U_c – уровень сигнала.

В результате композиции законов распределения временных искажений радиосиг-

нала вследствие влияния многолучевости и аддитивного шума получено выражение для плотности распределения вероятностей временных искажений наблюдаемого сигнала в городском УКВ канале:

$$P(t_{зад. \Sigma}) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_{мл} \cdot \sigma_{ш}} \int_0^{\infty} \frac{1}{t_{зад.мл}} \cdot \exp \left[-\frac{(t_{зад. \Sigma} - t_{зад.мл})^2}{2 \cdot \sigma_{ш}^2} - \frac{(1gt_{зад.мл} - a_{мл})^2}{2 \cdot \sigma_{мл}^2} \right] dt_{зад.мл} \cdot \quad (18)$$

В результате вычислений полученное распределение оказывается близким к нормальному и, следовательно, для простоты расчетов можно пользоваться выражением:

$$P(t_{зад. \Sigma}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sqrt{\sigma_{ш}^2 + \sigma_{мл.n}^2}} \exp \left[-\frac{(t_{зад. \Sigma} - a_{мл.n})^2}{2(\sigma_{ш}^2 + \sigma_{мл.n}^2)} \right]. \quad (19)$$

Таким образом, используя результаты моделирования на ЭВМ для различных условий ведения радиоприема, можно сделать вывод о том, что распределение величин задержек сигнала в городском УКВ канале можно аппроксимировать нормальным законом с параметрами, которые в зависимости от плотности городской застройки, размеров зданий и удаления пункта приема от ИРИ, при условии обеспечения гарантированной электромагнитной доступности (ЭМД) принимают следующие значения: среднеквадратическое отклонение 0.4 – 1.2 мкс., среднее значение величины временных искажений 0.3 – 0.6 мкс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчеты проводились для участков городской застройки с равномерно распределенными однотипными зданиями при плотностях застройки 80-120 зданий на квадратный километр и расстояниях от пункта приема до ИРИ 350-1500 метров. Отмечено, что с увеличением плотности застройки и удалением пункта приема от ИРИ вероятность появления временных искажений принимаемого сигнала на величину, приводящую к ошибкам в системе синхронизации, уменьшается вследствие значительного ослабления запаздывающих лучей в результате претерпевания ими большего числа переотражений. Уменьшение величины временных искажений наблюдаемого сигнала наблюдается также с уменьшением высоты подвеса приемной антенны при условии обеспечения гарантированной ЭМД к ИРИ.

Данные, полученные в результате расчетов по предлагаемой модели, полностью согласуются с данными экспериментов, приводимых в источниках [1, 2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Devasirvatham D. Radio propagation studies in a small city for universal portable communications // 38 IEEE Conf. VT. P. 100 – 104.
2. Kunaze A. Influence of terrain on amplitude of signal. НК Techn. monograph. 1969, N4.
3. Бабков В. Ю., Вознюк М. А., Дмитриев В. И. Системы мобильной связи.– СПб.: ВУС, 1998.- 330 с.
4. Распространение ультракоротких волн в городах / Под ред.Квартиркина Э.М.–М.:Связь,1991. –184 с.
5. Седякин Н.М. Элементы теории случайных импульсных потоков. – М.: Советское радио, 1965. – 263с.
6. Пономарев Г.А. Распространение УКВ в городе. –Томск:ТГУ, 1991. –224 с.
7. Скворонский А.Ю. и др. Механизм распротарнения радиоволн и характеристики многолучевости в условиях города // Электродинамика и распространение радиоволн.– Сб.ст. –Томск:ТГУ, 1980. –Вып.1. –С.100–112.

8. Емельянов Г. А., Шварцман В.О. Передача дискретной информации.-М.: Радио и связь, 1982.– 240с.

Архипенко Александр Алексеевич

Академия ФСО России, г. Орел
Кандидат технических наук, доцент

Иванов Иван Владимирович

Академия ФСО России, г. Орел

Субботенко Александр Владимирович

Академия ФСО России, г. Орел
E-mail: subbiki@yandex.ru

ИТНОП-2010

Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций «Информика», Санкт-Петербургский технологический институт (технический университет), РУДН (филиал, г. Белгород), Институт математики и информатики НАН Республики Молдова, университет г. Лидс (Англия), университет Реймс (Франция), Национальная высшая горная школа Сент-Этьен (Франция), Орловский государственный технический университет проводят **IV Международную научно-техническую конференцию «Информационные технологии в науке, образовании и производстве».**

К участию в конференции приглашаются руководители, профессорско-преподавательский состав, научные работники, аспиранты, магистранты и студенты высших учебных заведений, руководители, научные и инженерно-технические работники предприятий, представители общественности.

Открытие конференции: 22 апреля 2010 года.

Подробная информация на сайте **www.itnop.ostu.ru**.

УДК 620.179.14

С.В. КЛЮЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛОВ ОТ ДЕФЕКТОВ ТИПА ТРЕЩИН ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВИХРЕТОКО-МАГНИТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Работа посвящена исследованию основных закономерностей взаимодействия с дефектами типа трещин при комбинированном вихретоко-магнитном методе контроля. Его суть заключается в регистрации вихретоковым методом изменения магнитных свойств на поверхности контролируемого объекта, получаемых за счет перераспределения трещиной магнитного потока, создаваемого за счет намагничивания. Вихретоковые и магнитные процессы дефектоскопии моделируются методом конечных элементов. Показано наличие оптимальной величины напряженности намагничивающего поля и дана оценка степени влияния режима вихретокового контроля при вихретоко-магнитной дефектоскопии.

Ключевые слова: магнитный контроль; вихретоковый контроль; комбинированный вихретоко-магнитный контроль; дефектоскопия; трещина.

Work is devoted of the basic laws research of interaction with a crack defects at the combined eddy-current and magnetic inspection. Its essence consists in registration by eddy-current method of change of magnetic properties in a superficial layer of the controllable object, received for the account of redistribution of a magnetic stream by defects at magnetization of a controllable section. Eddy-current and magnetic processes of interaction are modeled by a finite element method. Presence of optimum size of intensity of a magnetizing field is shown and the estimation of degree of influence of an eddy-current inspection mode is given at eddy-current and magnetic inspection.

Keywords: magnetic inspection; eddy-current inspection; combined eddy-current and magnetic inspection; nondestructive testing; crack.

Для дефектоскопии ферромагнитных объектов широко применяются вихретоковый (ВК) и магнитный (МК) виды контроля. ВК обеспечивает высокую чувствительность к параметрам поверхностного слоя металла и достаточно прост в реализации. Однако чувствительность ВК резко падает по мере удаления контролируемого слоя от поверхности, что связано с проявлением скин-эффекта.

МК обеспечивает выявление как поверхностных, так и подповерхностных дефектов. Регистрация дефектов при МК проводится путем измерения градиентов магнитных потоков рассеяния в достаточно малых объемах над дефектным участком (метод MFL). С увеличением глубины залегания подповерхностного дефекта создаваемые им потоки рассеяния становится все труднее регистрировать на фоне изменений напряженности магнитного поля, связанных с влиянием мешающих факторов.

Вихретоковая дефектоскопия основана на регистрации изменения вторичного магнитного поля вихревых токов за счет деформации их контуров под влиянием дефектов. При вихретоковой дефектоскопии для уменьшения влияния вариации магнитной проницаемости и увеличения глубины проникновения вихревых токов применяют подмагничивание постоянным магнитным полем. При этом регистрация дефектов происходит за счет искажения контуров вихревых токов, обтекающих дефект. Наилучшие условия выявления дефекта достигаются в том случае, когда плотность вихревого тока имеет максимальную величину в дефектном слое. Напряженность H_p подмагничивающего поля должна обеспечивать как можно меньшую величину

магнитной проницаемости контролируемого участка. Обычно стремятся довести материал контролируемого участка до технического насыщения, наступающего при превышении H_H определенной величины, зависящей от состава контролируемого металла.

Таким образом, для наилучшего выявления дефектов вихретоковым методом с применением подмагничивания необходима оптимизация рабочей частоты f , определяющей функцию распределения вихревых токов в металле, а влияние намагничивающего магнитного поля на эффективность дефектоскопии носит монотонный характер.

Вместе с тем функции распределения напряженности H постоянного магнитного поля в металле при наличии и отсутствии дефекта существенно различаются. Это приводит к изменению магнитной проницаемости металла в окрестности дефекта, в том числе, и на его поверхности. Таким образом, создается возможность считывания информации о дефектах по изменению магнитных свойств металла, что реализуется ВК. Здесь используется комбинирование МК и ВК, так как с помощью МК формируется информация о дефекте, а с помощью ВК осуществляется ее считывание. Идея подобного комбинированного метода, получившего название SLOFEC (Saturation Low Frequency Eddy-Current), принадлежит фирме Kontroll Technik (Германия). При технологии SLOFEC стремятся использовать низкочастотные вихревые токи, обеспечивая максимально возможную глубину их проникновения [1].

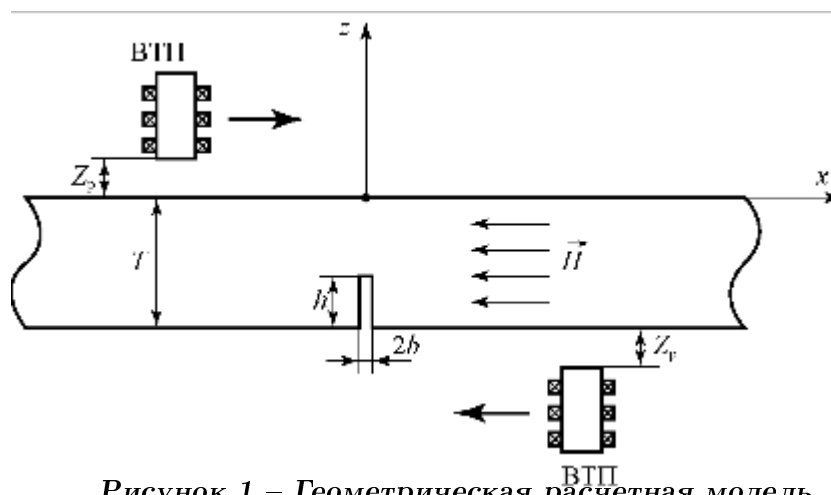


Рисунок 1 – Геометрическая расчетная модель

При комбинированной вихретоко-магнитной дефектоскопии эффективность выявления дефектов в большей степени определяется величиной H_H намагничивающего магнитного поля, так как здесь важен контраст, создаваемый за счет изменения магнитной проницаемости. При увеличении H_H выше оптимального значения будет происходить выравнивание магнитных проницаемостей по всему объему металла, что приведет к ухудшению выявляемости дефектов. Таким образом, при комбинированной дефектоскопии вихретоко-магнитным методом необходима оптимизация H_H .

Для получения количественных оценок влияния параметров H_H и f на выявляемость дефектов выполнялось математическое моделирование методом конечных элементов (МКЭ). Объект контроля имел вид прямоугольной пластины 200×200 мм из ферромагнитного материала толщиной $T = 12$ мм, содержащей дефект в виде трещины

глубиной h , длиной $\ell = 100$ мм и шириной $2b = 0,2$ мм на одной из поверхностей. Выбранная величина ℓ позволяет считать длину трещины бесконечной по воздействию на ВТП. Вместе с тем распределение H при значениях глубины трещины h более $0,5T$ зависит от ℓ и при величине 100 мм. В данной работе анализируются процессы в диапазоне изменения h до 5 мм, при этом влиянием длины трещины можно пренебречь.

Намагничивание пластины проводилось постоянным магнитным полем с напряженностью H , равномерно распределенным по ее толщине при отсутствии дефекта и ориентированным перпендикулярно к трещине. При использовании реально применяемых на практике П-образных систем намагничивания поле в контролируемом объекте распределено неравномерно. Таким образом, здесь рассматривается предельный и наиболее благоприятный вариант намагничивания.

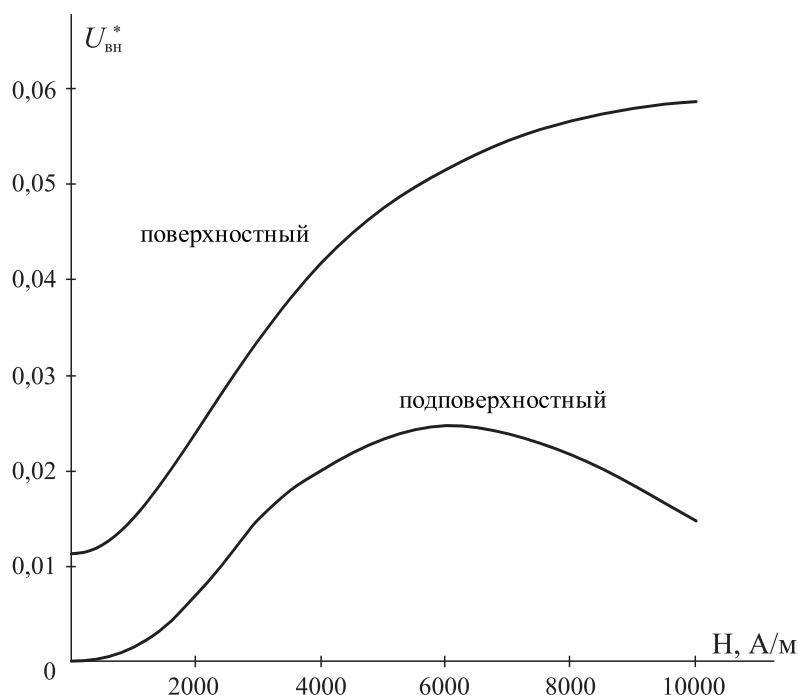


Рисунок 2 – Зависимость максимума $U_{ВН}^*$ от напряженности H намагничивающего поля, достигаемого при размещении ВТП над центром поверхностной и, соответственно, подповерхностной (с тыльной стороны) трещинами

Регистрация дефекта осуществлялась накладным ВТП, питаемым от источника синусоидального тока и перемещаемым над обеими поверхностями пластины. ВТП состоял из трех установленных с осевым зазором соосных обмоток: дифференциально включенных измерительной и компенсационной, а также размещенной между ними возбуждающей обмотки. ВТП содержал ферромагнитный сердечник диаметром 4,5 мм и длиной 10 мм. Данный ВТП применяется в качестве стандартного в вихретоковом дефектоскопе ВД-90НП, разработанном и выпускаемом МНПО «СПЕКТР» [2].

При перемещении ВТП над лицевой поверхностью пластины регистрировался поверхностный дефект, а при перемещении над тыльной стороной пластины – подповерхностный. Геометрическая расчетная модель решаемой задачи представлена на рисунке 1.

Принималось, что перед проведением контроля пластина была размагничена. Для примера, в качестве материала пластины была выбрана конструкционная сталь Сталь

45. По статической кривой намагничивания в зависимости от напряженности постоянного магнитного поля в соответствующей точке расчетной области вычислялась дифференциальная магнитная проницаемость [3], определяющая формирование вихретокового сигнала.

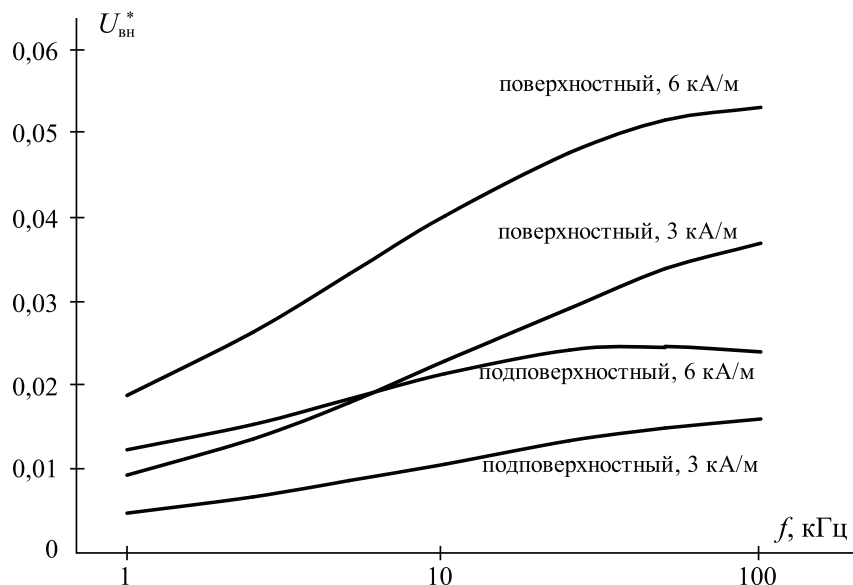


Рисунок 3 – Зависимость максимума $U_{вн}^*$ от частоты при перемещении ВТП над трещиной, глубиной $h=4$ мм при $Z_p = 1$ мм

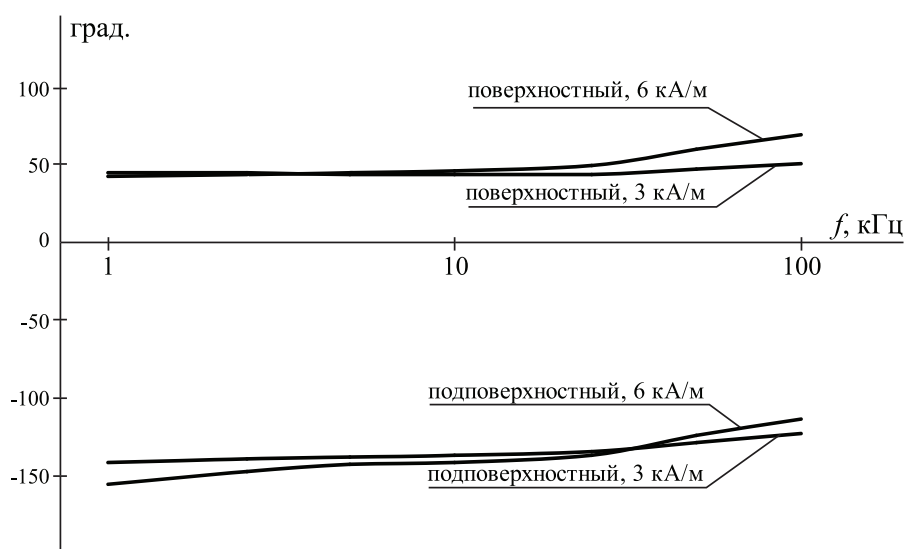


Рисунок 4 – Зависимость фазы максимума $U_{вн}^*$ от частоты при перемещении ВТП над трещиной, глубиной $h=4$ мм при $Z_p = 1$ мм

На рисунке 2 показано изменение максимумов нормированной амплитуды $U_{вн}^*$ от напряженности H намагничивающего поля, достигаемых при размещении ВТП с рабочей частотой $f = 50$ кГц над центром поверхностной и, соответственно, подповерхностной (с тыльной стороны) трещинами, глубиной $h = 4$ мм. Нормировка $U_{вн}$ осуществлялась по напряжению холостого хода U_0 , т.е. $U_{вн}^* = U_{вн}/U_0$, рабочий зазор Z_p составлял 1 мм. Из представленных зависимостей следует, что при увеличении величины H до 6 кА/м амплитуда $U_{вн}^*$ растет как от поверхностной, так и от подповерхностной трещин. С

дальнейшим увеличением H $U_{\text{вн}}^*$, обусловленная влиянием поверхностной трещины, продолжает расти, а связанное с влиянием подповерхностной трещины – падает. За счет намагничивания наблюдается рост сигнала от поверхностной трещины примерно в 5 раз. В то же время без подмагничивания подповерхностная трещина никак не проявляется. При оптимальной величине $H = 6$ кА/м сигнал от подповерхностной трещины превышает сигнал от поверхностной трещины такой же глубины более, чем в 2 раза.

На рисунках 3,4 показаны зависимости максимума нормированной амплитуды $U_{\text{вн}}^*$ и соответствующей фазы от частоты в диапазоне от 10 до 100 кГц для трещины, глубиной $h = 4$ мм при $Z_p = 1$ мм. Приведенные зависимости показывают, что фазы вносимого напряжения для поверхностной и подповерхностной трещин существенно отличаются, но слабо зависят от величины f . Вместе с тем амплитуда $U_{\text{вн}}^*$ с ростом f возрастает, однако при f более 50 кГц рост $U_{\text{вн}}^*$ незначителен.

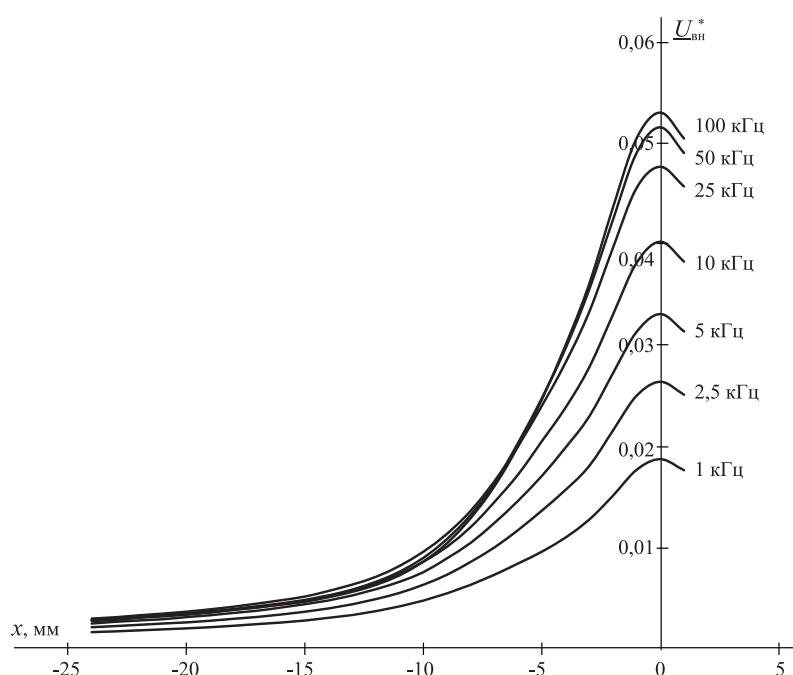


Рисунок 5 – Зависимость максимума $U_{\text{вн}}^* = U_{\text{вн}}^*(X)$ в диапазоне частот для $H=6$ кА/м при перемещении ВТП над поверхностной трещиной глубиной $h=4$ мм

ВТП перемещался через центр трещины по оси X , перпендикулярной к ее плоскости. Из приведенных графиков следует, что размеры зоны реакции от поверхностной и подповерхностной трещин сопоставимы и составляют около 10 мм от центра трещины. Размеры этой зоны практически не зависят от частоты f . Вместе с тем формы импульса огибающей амплитуды $U_{\text{вн}}^*$, получаемые при сканировании для поверхностной и подповерхностной трещин, различаются. В первом случае имеется монотонное изменение $U_{\text{вн}}^*$, а во втором – наличие двух экстремумов. При этом фаза $U_{\text{вн}}^*$, создаваемого подповерхностным дефектом, меняет знак. Это хорошо видно из годографов, приведенных на рисунке 7.

На рисунках 5,6 приведены зависимости $U_{\text{вн}}^* = U_{\text{вн}}^*(X)$ в диапазоне частот для $H = 6$ кА/м при перемещении ВТП над поверхностной и подповерхностной трещинами, соответственно, с одинаковой глубиной $h = 4$ мм.

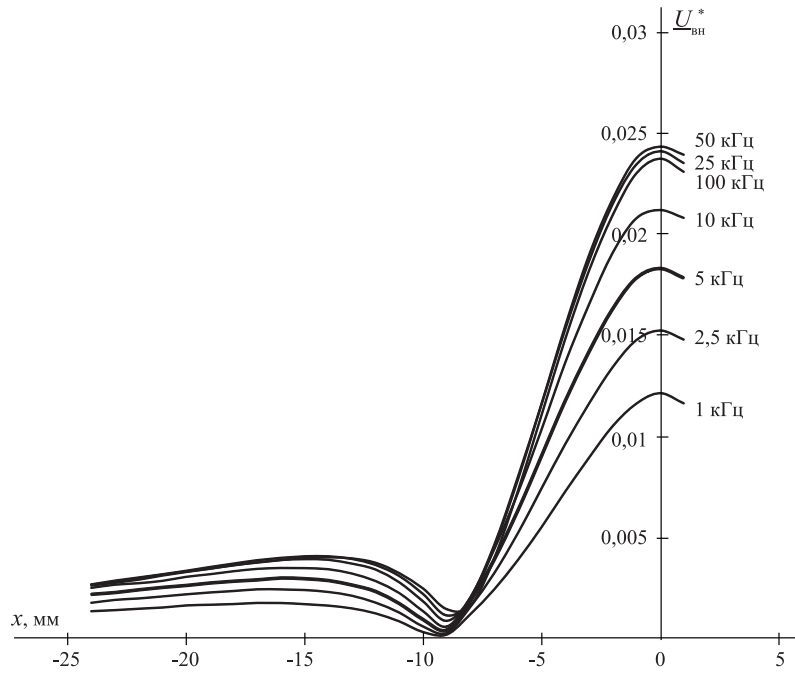
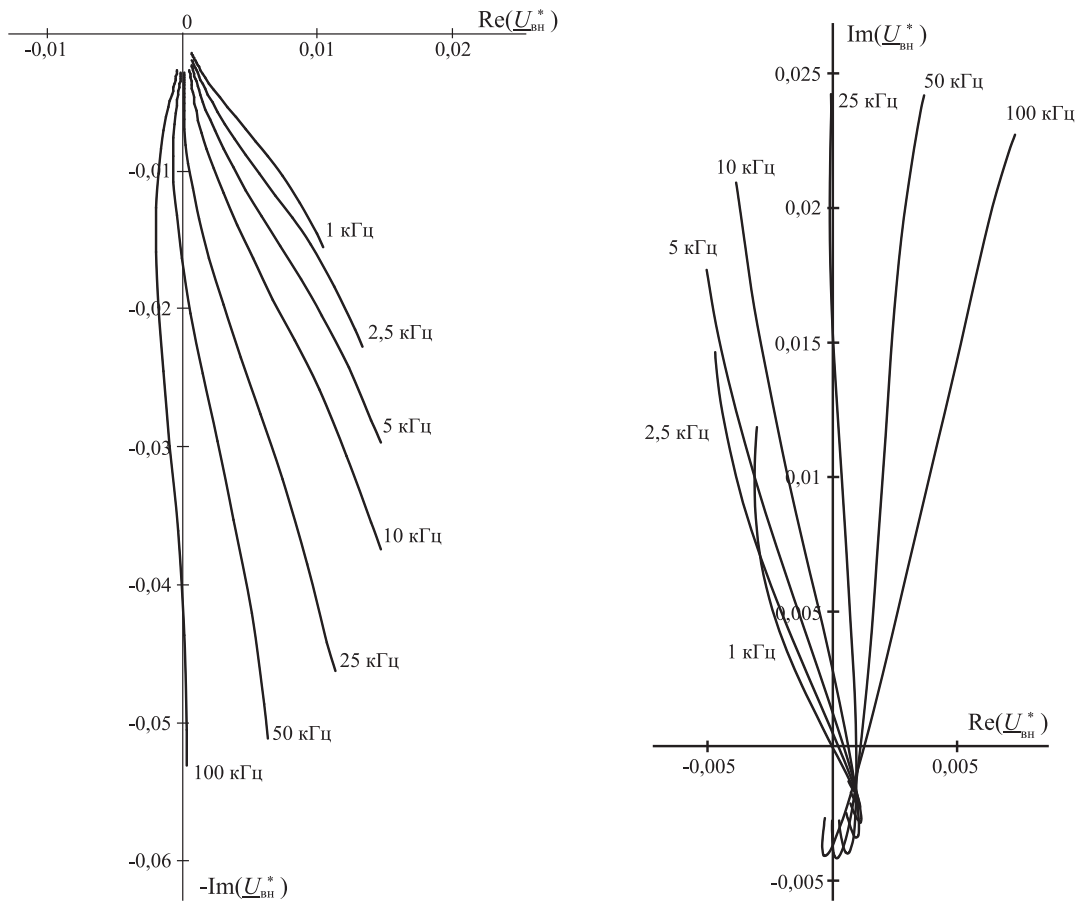


Рисунок 6 – Зависимость максимума $U_{\text{вн}}^* = U_{\text{вн}}^*(X)$ в диапазоне частот для $H=6$ кА/м при перемещении ВТП над трещиной с тыльной стороны глубиной $h=4$ мм, $Z_p = 1$ мм



а) поверхностная трещина

б) трещина с тыльной стороны

Рисунок 7 – Годографы $U_{\text{вн}}^* = U_{\text{вн}}^*(X, f)$ для $H = 6$ кА/м при перемещении ВТП над трещиной, глубиной $h = 4$ мм, $Z_p = 1$ мм

На рисунке 8 показаны зависимости $U_{вн}^*$ от глубины поверхностной и подповерхностной трещин длиной 100 мм при размещении ВТП над ее центром для $Z_p = 1$ мм и $H = 6$ кА/м.

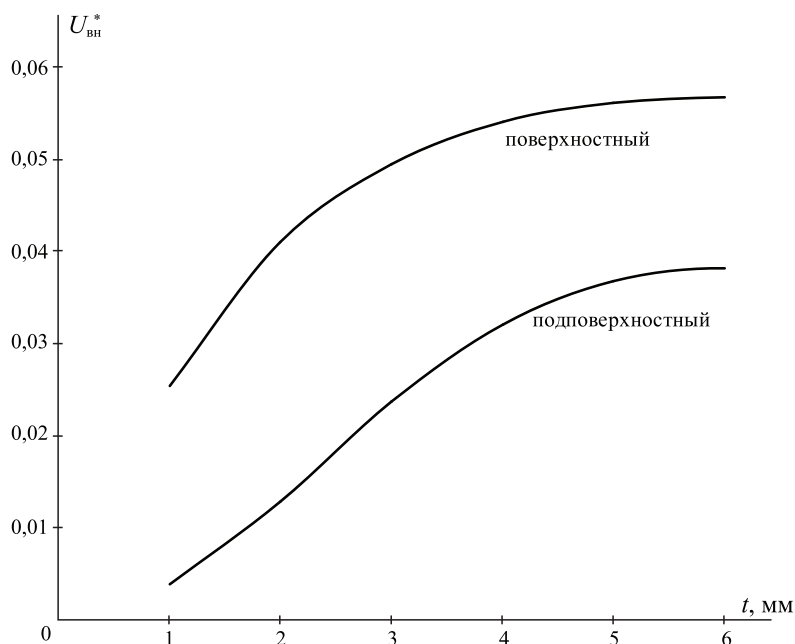


Рисунок 8 – Зависимость $U_{вн}^*$ от глубины трещины, длиной 100 мм при размещении ВТП над ее центром, $Z_p = 1$ мм, $H = 6$ кА/м

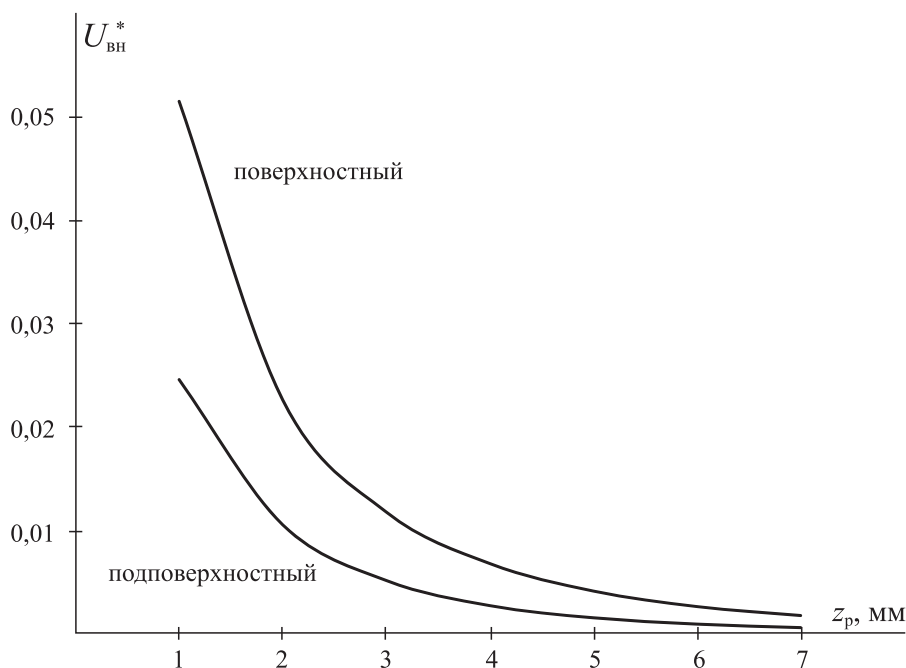


Рисунок 9 – Зависимость $U_{вн}^*$ от зазора при размещении ВТП над центром трещины, глубиной $h=4$ мм и длиной 100 мм в пластине $T = 12$ мм при $H = 6$ кА/м

Полученные зависимости показывают, что при изменении глубины поверхностной трещины $U_{вн}^*$ изменяется по закону, близкому к логарифмическому. При этом перегиб характеристики $U_{вн}^* = U_{вн}^*(h)$ происходит при $h \approx 3$ мм, а насыщение наступает при $h \geq 5$ мм.

При увеличении глубины длинной подповерхностной трещины до 4 мм наблюдается практически линейный закон изменения $U_{\text{вн}}^*$. Дальнейшее уменьшение чувствительности к подповерхностному дефекту происходит из-за перераспределения магнитного потока, обтекающего трещину с боковых сторон. Данный эффект зависит от соотношений между ℓ , h и T и заслуживает отдельного рассмотрения.

На рисунке 9 приведены зависимости $U_{\text{вн}}^*$ от зазора при размещении ВТП над центром поверхностной и подповерхностной трещин глубиной $h=4$ мм и длиной 100 мм в пластине $T = 12$ мм при $H = 6$ кА/м. Зависимости носят экспоненциальный характер. При этом степень ослабления сигнала с увеличением Z_p для поверхностной и подповерхностной трещин практически одинакова. Рассчитанные годографы $U_{\text{вн}}^* = U_{\text{вн}}^*(Z_p)$ показали незначительное изменение фазы $U_{\text{вн}}^*$ обоих типов дефектов при изменении зазора (рисунок 10).

Проведенное исследование позволило определить основные закономерности электромагнитного взаимодействия с поверхностными и подповерхностными дефектами при комбинированной вихретоко-магнитной дефектоскопии. Они нашли свое подтверждение при экспериментальной проверке.

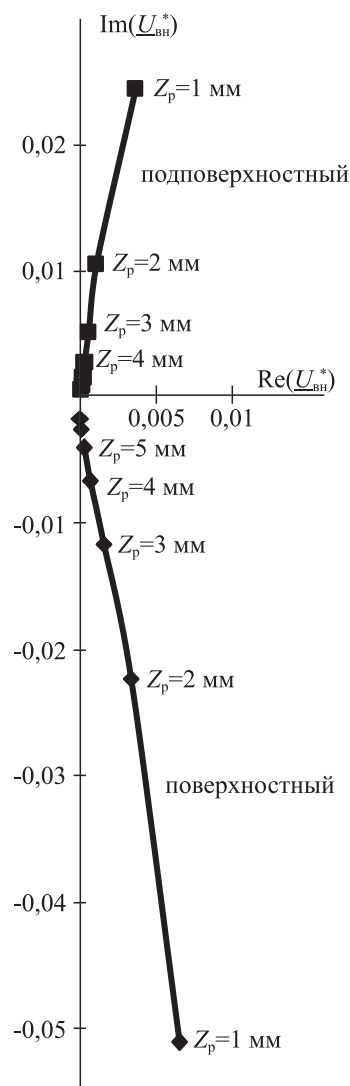


Рисунок 10 – Годограф $U_{\text{вн}}^*$ от зазора при размещении ВТП над центром трещины, глубиной $h = 4$ мм и длиной 100 мм в пластине $T = 12$ мм при $H = 6$ кА/м

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль: Справочник в 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. – Т. 6: В 3 кн. – Кн.1: Магнитные методы контроля / В.В. Клюев, В.Ф. Мужичкий, Э.С. Горкунов, В.Е. Щербинин. – М.: Машиностроение, 2004.– С. 96-98.
2. Ефимов А.Г. Экспериментальное исследование преимуществ применения мультимодального контроля с использованием вихретокового дефектоскопа ВД-90НП / Материалы XVIII всероссийской научно-технической конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике. – Нижний Новгород, 2008. – С. 16.
3. Кифер И.И. Испытания ферромагнитных материалов – М.: Энергия, 1969. – 360 с.

Клюев Сергей Владимирович

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва
Кандидат технических наук

Докторант кафедры «Метрология, сертификация и диагностика»

УДК 621.38

М.М. НЕЧИСТЯК, И.В. ФЕДОРЕНКО

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ELECTRONICS WORKBENCH

Представлена модель канала передачи измерительной информации в виде зависимости выходного сигнала от входного воздействия, аппроксимируемой степенным полиномом. Получены выражения для коэффициентов аппроксимации в случае передачи импульсного испытательного сигнала и приведен пример их расчета по результатам компьютерного моделирования канала программными средствами *Electronics Workbench*.

Ключевые слова: модель канала; степенной полином; коэффициенты аппроксимации; амплитуды гармоник; компьютерное моделирование.

The channel model of measuring information transfer is presented as a dependence of an output signal on entrance influence, which is approximated by a sedate polynomial. The expressions for the approximation coefficients are received in the case of an impulsive test transmission and the example of their calculation is resulted on the channel computer modeling results by the program facilities of Electronics Workbench.

Keywords: channel model; sedate polynomial; approximation coefficients; amplitudes of harmonics; computer modeling.

Информация о состоянии сложных технических и промышленных объектов появляется на основе измерения сотен, а то и тысяч технологических параметров. Для обеспечения их измерения, а также дистанционной передачи на пункты диспетчерского управления, используются системы контроля объектов, которые можно разбить на три группы: телеметрические системы, системы технологической сигнализации и информационно-измерительные системы.

В состав указанных систем входят каналы передачи измерительной информации, имеющие различные названия в зависимости от вида системы: каналы телеизмерений, каналы передачи извещений либо просто измерительные каналы. Обобщенным для различных систем контроля является канал передачи измерительной информации (КПИИ), представляющий собой функционально объединенную совокупность средств измерений (СИ) и линии связи, по которым проходит один последовательно преобразуемый информативный сигнал, выполняющий законченную функцию измерения.

Разработка любого радиоэлектронного устройства сопровождается физическим или математическим моделированием. Физическое моделирование связано с большими материальными затратами, поскольку требуется изготовление макетов и их трудоемкое исследование. Поэтому на этапах проведения поисково-исследовательских работ прибегают к математическому моделированию с использованием средств и методов вычислительной техники.

Согласно [1], «математическая модель средства измерения – описание математическими средствами особенностей и свойств СИ, влияющих на результат измерения». К числу метрологических характеристик, предназначенных для определения результата измерения, относится функция преобразования СИ, определяемая как «зависимость информативного параметра выходного сигнала

измерительного преобразователя от информативного параметра его входного сигнала» [2]. В [3] под математической моделью канала понимают указание характеристик его входных и выходных сигналов в их математической взаимосвязи. При этом должны быть заданы множество допустимых входных сигналов X , множество выходных сигналов Y и связывающее их отображение X .

Часто требуется решение задачи моделирования в общем виде, не связанном с конкретными численными значениями параметров КПИИ, т.е. в виде формул, отражающих связь воздействия X и реакции Y . В этом случае практикуется представление аналитической модели канала аппроксимирующей функцией в виде степенного полинома [1]:

$$Y = a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + \dots, \quad (1)$$

где a_1, a_2, a_3, \dots – коэффициенты аппроксимации, значения которых определяют вид характеристики $Y = f(X)$. Для определения указанных коэффициентов целесообразно использовать современные вычислительные средства.

Целью статьи является разработка методики оценки коэффициентов аппроксимации зависимости $Y = f(X)$ в виде степенного полинома на основе сочетания методов аналитического и компьютерного моделирования.

Известные методы оценки амплитудных характеристик различных каналов с помощью измерителей уровня предполагают передачу по ним испытательных гармонических сигналов с прекращением передачи по каналам информационных сигналов [4]. Предлагается методика косвенного измерения коэффициентов аппроксимации a_1, a_2, a_3, \dots модели (1) по результатам оценки параметров, передаваемых по каналу импульсных сигналов.

Сигнал, представляющий собой последовательность импульсов с высотой (размахом) E , длительностью t_u и периодом следования T , может быть разложен в ряд Фурье [1, 4]:

$$x(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k \exp(jk\Omega t), \quad (2)$$

где $A_k = \frac{2}{T} \int_{-t_u/2}^{t_u/2} E \exp(-jk\Omega t) dt = 2E \frac{t_u}{T} \operatorname{sinc} \left(\frac{k\Omega t_u}{2} \right)$ – комплексная амплитуда k -й гармоники;

$$\Omega = 2\pi/T; \operatorname{sinc} \alpha = \sin \alpha / \alpha.$$

При скважности двухполярных импульсов $T/t_u = 2$, что соответствует передаче по каналу так называемых «точек», используемых, например, при измерении краевых искажений дискретных сигналов, с учетом того, что комплексная амплитуда содержит только вещественную часть, ряд (2) приобретает вид [5]:

$$x(t) = E \sum_{k=1}^{\infty} \operatorname{sinc}(k\pi/2) \cdot \cos(k\Omega t), \quad (3)$$

а для амплитуд спектральных составляющих можно записать:

$$A_k = 2E |\operatorname{sinc}(k\pi/2)| / k\pi. \quad (4)$$

Таким образом, спектр рассматриваемого сигнала состоит лишь из нечетных гармоник. Взяв в формуле (4) отношение амплитуд гармоник с номерами k и l , находим, что $A_k/A_l = l/k$, т.е. имеет место пропорциональное уменьшение амплитуды с увеличением номера гармоники. Это означает, что первая гармоника характеризуется энергией в 9 раз

большой, чем третья гармоника, и в 25 раз большей, чем пятая гармоника и т.д. В итоге на долю первой и третьей гармоник приходится около 95% энергии колебания. При этом можно получить достаточно хорошее воспроизведение формы колебания при сохранении в спектре лишь определенного количества составляющих (например, трех). В этом случае ряд (3) для сигнала со скважностью $T/t_u = 2$, ограниченный третьей гармоникой, имеет вид:

$$x(t) = x_1(t) + x_3(t) = A_1 \cos(\Omega t) + A_3 \cos(3\Omega t). \quad (5)$$

При прохождении сигнала $x(t)$ через канал, модель которого аппроксимируется полиномом (1) третьей степени, его выходной сигнал можно рассматривать как результат воздействия двух гармонических колебаний на нелинейный элемент:

$$y(t) = a_1 [x_1(t) + x_3(t)] + a_2 [x_1(t) + x_3(t)]^2 + a_3 [x_1(t) + x_3(t)]^3. \quad (6)$$

С учетом (5) преобразуем выражение (3) и получим сумму гармонических составляющих:

$$y(t) = U_1 \cos(\Omega t) + U_2 \cos(2\Omega t) + U_3 \cos(3\Omega t) + \dots, \quad (7)$$

где амплитуды гармонических составляющих выходного сигнала КПИИ [6]:

$$U_1 = (a_1 + 14a_3 E^2 / 3\pi^2) \frac{2E}{\pi}; \quad U_2 = 10a_2 E^2 / 3\pi^2; \quad U_3 = (a_1 + 28a_3 E^2 / 3\pi^2) \frac{2E}{3\pi}. \quad (8)$$

Решая систему уравнений (8) относительно a_1, a_2, a_3 , находим коэффициенты аппроксимации для модели (1) канала:

$$a_1 = \frac{\pi(2U_1 - 3U_3)}{2E}; \quad a_2 = \frac{\pi^2 U_2}{10E^2}; \quad a_3 = \frac{3\pi^3(3U_3 - U_1)}{28E^3}. \quad (9)$$

На основе полученных аналитических выражений (9) предлагается методика моделирования КПИИ, суть которой сводится к следующему. Исходными данными для расчета коэффициентов аппроксимации, представленных выражениями (9), являются высота импульсов (амплитуда – для однополярных импульсов) E входного сигнала и амплитуды спектральных составляющих U_1, U_2, U_3 сигнала на выходе канала. Для получения результатов измерения указанных параметров используем компьютерную программу схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB) [7]. Особенностью программы является наличие в ней виртуальных контрольно-измерительных приборов, по внешнему виду, органам управления и характеристикам максимально приближенных к их промышленным аналогам. На рисунке 1 представлен пример компьютерного моделирования КПИИ средствами EWB.

В качестве источника испытательного сигнала используется функциональный генератор, формирующий двухполярный импульсный сигнал с амплитудой $\pm 10 [V]$ и размахом $E = 20 [V]$ (верхние эюры на экране осциллографа). Выходной сигнал исследуемого канала представляет собой последовательность искаженных импульсов (нижние эюры на экране осциллографа) с амплитудами спектральных составляющих $U_1 = 1,9 [V]$, $U_2 = 1,4 [V]$, $U_3 = 0,8 [V]$ отображенными на экране Analysis Graphs в режиме Фурье-анализа. Подставляя измеренные значения напряжений в выражение (9), рассчитываем коэффициенты аппроксимации a_1, a_2, a_3 .

Достоинством данной методики моделирования канала передачи измерительной информации является возможность оценки его характеристик непосредственно по значениям параметров выходного импульсного сигнала, отображаемых на виртуальных приборах программного продукта Electronics Workbench. Точность аппроксимации

модели КПИИ определяется выбором числа учитываемых гармонических составляющих в выражении (3) и степени аппроксимирующего полинома (1). Наличие наглядного отображения результатов моделирования канала с помощью программного продукта EWB (на экране Analysis Graphs) позволяет подобрать ограничения на количество учитываемых гармоник выходного сигнала.

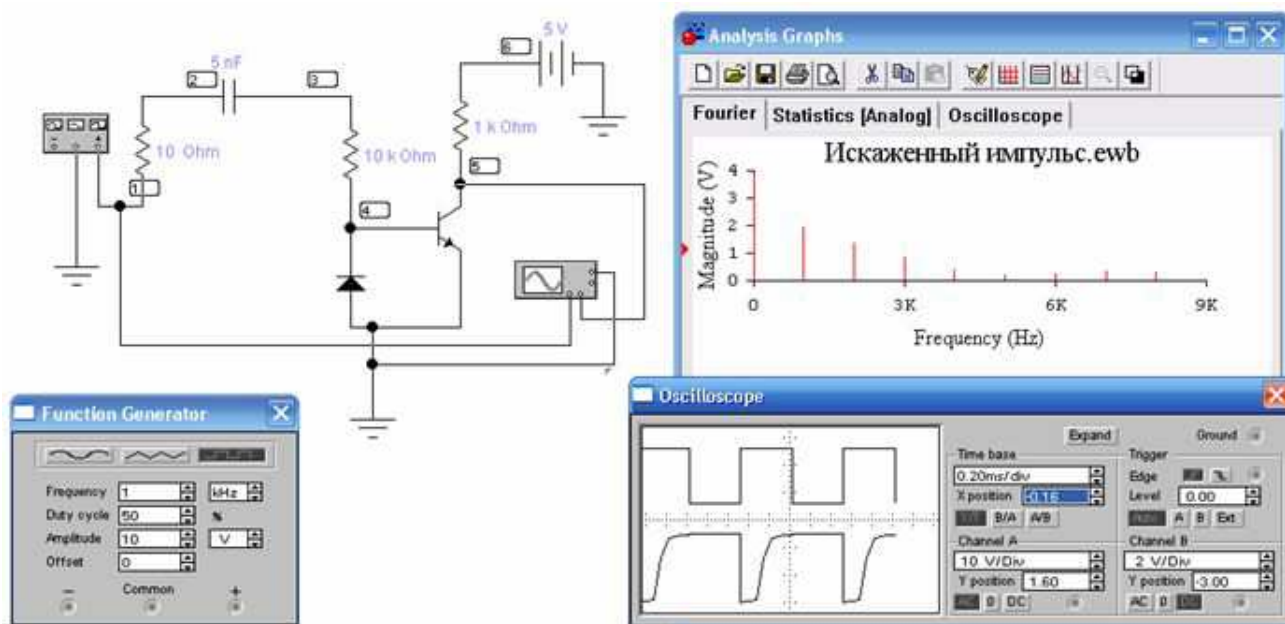


Рисунок 1 – Результат моделирования КПИИ средствами Electronics Workbench

Результаты, представленные в статье, получены при выполнении НИР в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров Н.Г. Метрология. Основные понятия и математические модели. – М.: Высшая школа, 2002. – 348 с.
2. ГОСТ 8.009-84. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Госстандарт СССР, 1984.
3. Галкин А.П., Лалин А.Н., Самойлов А.Г. Моделирование каналов систем связи. – М.: Связь, 1979. – 96 с.
4. Метрологическое обеспечение систем передачи / Под ред. Б.П. Хромого. – М.: Радио и связь, 1991. – 392 с.
5. Солодовников А.И., Спиваковский А.М. Основы теории и методы спектральной обработки информации. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. – 272 с.
6. Федоренко В.В., Боровлев И.И., Борисов С.Г. Аналитическая методика оценки амплитудной характеристики нелинейного канала передачи импульсных сигналов // Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. – 1994. – № 6. – С. 74-76.
7. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 800 с.

Нечистяк Максим Михайлович

Северо-Кавказский государственный технический университет, г. Ставрополь

Аспирант кафедры информационных систем и технологий

Тел.: 8-918-862-36-35

E-mail: berlin7@rambler.ru

Федоренко Ирина Владимировна

Северо-Кавказский государственный технический университет, г. Ставрополь

Аспирант кафедры защиты информации

Тел.: 8-906-479-05-79

E-mail: fovin_25@mail.ru

**Требования к предоставляемым
изображениям**

Все изображения к статьям должны быть предоставлены в формате *.eps (Encapsulated PostScript). Создать файлы подобного формата позволяет программа Adobe Photoshop. Изображения должны быть сделаны с разрешением не менее 300 dpi.

УДК 504.06(4)

Ю.М. ПОЛИЩУК, О.С. ТОКАРЕВА

ГЕОИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЖИГАНИЯ ГАЗА НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Рассмотрены методические вопросы построения геоимитационной модели зон загрязнения атмосферы с использованием средств геоинформационных технологий. Модель учитывает инерционные свойства процесса формирования биологических проявлений воздействия загрязнения на лесные растения, выявленные на основе анализа опубликованных данных о воздействии химических загрязнителей на хвойную растительность. При расчете границ моделируемых зон загрязнения используются стандартизованные модели рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере, принятые в отечественной природоохранной практике. Проведено исследование адекватности модели с использованием экспериментальных данных о пространственных аномалиях аэрозольного загрязнения на территории нефтедобычи в Западной Сибири.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы; моделирование; геоинформационная система; лесные экосистемы; оценка воздействия.

Methodical problems constructing geoimitation model of atmosphere pollution zone with using geoinformation technologies are considered. The model takes into account inertial properties of process of forming biological consequences of contamination impact on forest plants which were revealed on a base of analysis of published data on contaminants impact on coniferous vegetation. Calculation of modeling pollution zones borders has been carried out using standard models of contaminants dispersal in atmosphere used in national environmental practice. Research of model adequacy was performed using experimental data on spatial anomalies of aerosol pollution in oil production territory in Western Siberia.

Keywords: air pollution; modeling; geoinformation system; forest ecosystems; assessment of impact.

ВВЕДЕНИЕ

Наибольшая часть российской нефти в настоящее время добывается в центральной и южной частях Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которые находятся в зоне наиболее продуктивных лесных комплексов, что видно на карте продуктивности лесов Сибири (рис.1). Нефтяные месторождения перспективной Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, на территории которой в связи со строительством стратегического нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» в ближайшие годы предполагается значительное увеличение объемов нефтедобычи, также расположены в высокопродуктивных лесных зонах с запасами древесины более 100 м³/га. Учитывая, что в развитых странах с населением менее 1/5 мировой численности потребление древесины достигло 80% от мирового уровня, возможное снижение продуктивности лесов в результате воздействия нефтедобычи на лесные экосистемы, что может вызвать значительные экономические ущербы для предприятий лесной отрасли.

Современная практика оценки воздействий техногенного загрязнения атмосферы на природную среду опирается на санитарно-гигиенические нормативы, основанные на использовании предельно-допустимых концентраций (ПДК). Так, для оценки воздействий на окружающую природную среду при экспертизе проектов строительства

[2] в качестве пороговой концентрации загрязняющей примеси в атмосферном воздухе принимают значение 0.05 ПДК. Однако такой формальный подход к оценке воздействий на ландшафтную сферу с ее совокупным биоразнообразием не учитывает реакцию живых организмов на химическое загрязнение воздушной среды. Более обоснованным является комплексный геоинформационный подход к оценке изменений состояния природной среды в условиях техногенных воздействий, изложенный в наших работах [3,4].

Этот подход предполагает построение на картах территории нефтедобычи зон предельного уровня загрязнения атмосферы, вызванного сжиганием попутного газа в факельных установках на нефтяных месторождениях. При этом количественная экологическая оценка воздействия сжигания газа на лесные комплексы сводится к определению площадей лесов разного породного состава, находящихся в пределах контура зоны загрязнения. Такой комплексный подход требует использования больших объемов картографической и другой информации о состоянии компонент природной среды, что практически реализуется на основе применения геоинформационных систем (ГИС) и современных ГИС-технологий [5].

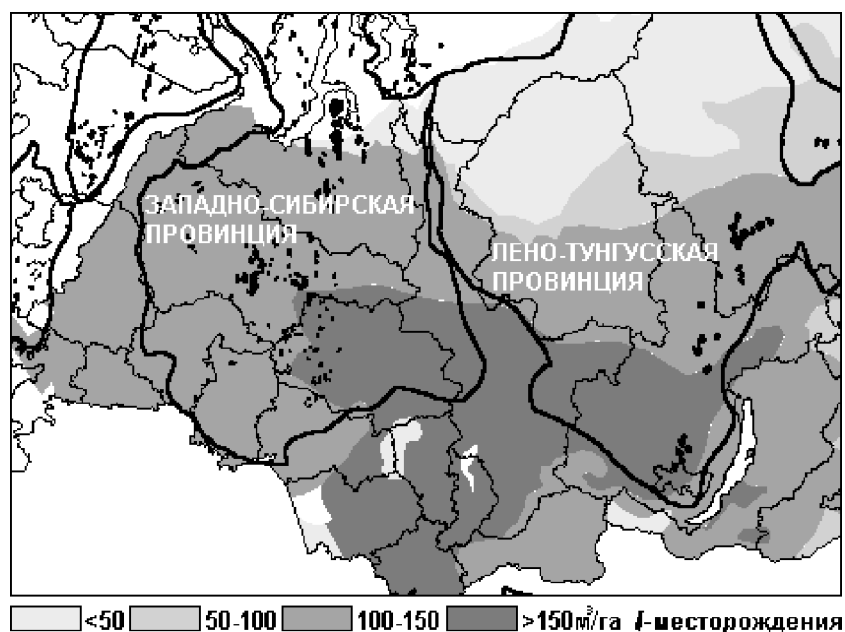


Рисунок 1 – Карта продуктивности лесов Сибири по данным [1]

Наиболее сложным и наименее разработанным методическим вопросом при реализации этого подхода в настоящее время является определение зон загрязнения. Из-за практического отсутствия систем экологического мониторинга атмосферного загрязнения на нефтедобывающих территориях непосредственные экспериментальные измерения при определении зон загрязнения трудны и требуют больших затрат времени. Единственно возможным в данном случае оказывается математическое моделирование зон загрязнения. В связи с этим основной целью настоящей работы является изложение методических вопросов разработки математической модели зон загрязнения атмосферы, вызванного факельным сжиганием попутного газа на территориях нефтедобывающих предприятий, на основе анализа факторов атмосферного загрязнения.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНАХ НЕФТЕДОБЫЧИ

Анализ состояния окружающей среды на территориях деятельности нефтегазового комплекса показывает, что наиболее существенным фактором, воздействие которого проявляется на больших расстояниях от источников выбросов загрязняющих веществ, следует рассматривать загрязнение атмосферы в результате сжигания попутного газа на факелах, вокруг которых формируются обширные шлейфы аэрозольного загрязнения. По данным [6], при сжигании 1т газа в факелах в атмосферу выбрасывается около 70 кг загрязняющих химических веществ, из которых наибольшую долю составляют сажа, углеводороды, окислы углерода и азота. Опасность указанных продуктов сжигания попутного нефтяного газа связана с кумулятивностью их воздействия и «отложенностью» во времени биологических последствий, проявляющихся, в частности, в усыхании лесов, которое может сказаться лишь через несколько лет, когда концентрация сажи и других токсических веществ достигнет критических значений.

По оценкам специалистов выбросы в атмосферу в результате деятельности отечественных предприятий нефтедобычи вносят ощутимый вклад в формирование парникового эффекта, вызывающего «нагрев» атмосферы за счет поглощения солнечной энергии газообразными химическими веществами. Парниковый эффект связывают с накоплением в атмосфере так называемых парниковых газов, в первую очередь, углекислого газа. По некоторым данным, потепление климата в наши дни проявляется в увеличении среднегодовой температуры на 0.5-1 градус. При потеплении на 2-3 градуса за счет таяния ледников возможно повышение уровня Мирового океана на 30-70 см, что по некоторым оценкам может привести к затоплению приморских территорий с населением до 10-20% от мировой численности и может вызвать климатические изменения, последствия которых для социально-экономического развития многих стран трудно предсказать. Главным источником выбросов углекислого газа в атмосферу, где его содержание за последнее столетие увеличилось примерно на 20%, принято считать предприятия теплоэнергетического комплекса и других отраслей промышленности, деятельность которых связана с использованием углеводородного сырья. И здесь немалый вклад дает отечественная нефтедобыча, ориентированная на применение наиболее дешевых технологий с факельным сжиганием попутного газа.

Общая характеристика вредных воздействий химических веществ в атмосфере на растения дана в [7-12]. Наибольший интерес для разработки модели зон атмосферного загрязнения представляет исследование особенностей воздействия химических загрязняющих веществ на древесные породы. Известно, что загрязнение воздушной среды сажей, которая в больших объемах выбрасывается в атмосферу при сжигании газа в факелах на нефтяных месторождениях, приводит к нарушению дыхательных систем растений. Особенно страдают хвойные леса, так как сажа забивает дыхательные устья хвоинок, что является одним из существенных факторов усыхания лесов.

Большинство хвойных пород более чувствительно по сравнению с лиственными деревьями к воздействию вредных газов, поскольку на многолетнюю хвою газы влияют дольше, чем на опадающую каждый год листву. Из хвойных наименее чувствительны ежегодно меняющая хвою лиственница и другие светлохвойные породы, цикл смены хвои у которых в обычных условиях составляет 3-4 года. Темнохвойные породы меняют хвою с периодом 5-7 лет и более, поэтому более чувствительны к воздействию фитотоксичных газов. Снижение продолжительности жизни хвои в условиях воздействия загрязнений отмечается многими авторами. Наиболее чувствительны к

действию атмосферного загрязнения ель и пихта [13]. По данным [14,15] допустимые средние суточные концентрации диоксида азота для хвойных растений составляют $0,02 - 0,03 \text{ мг/м}^3$, для лиственных – $0,05 \text{ мг/м}^3$, а для окиси углерода – 1.0 мг/м^3 .

Следовательно, «отложенность» во времени биологических последствий воздействия вредных химических веществ на растения, приводящего к деградации лесов в нефтедобывающих регионах, является существенным свойством воздействия атмосферного загрязнения при сжигании газа в факелах, подлежащим учету при математическом моделировании рассматриваемого явления. Для моделирования воздействия химического загрязнения в атмосфере с целью получения количественной оценки этого воздействия на лесную растительность используется геоимитационная модель зоны загрязнения атмосферы.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГЕОИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ

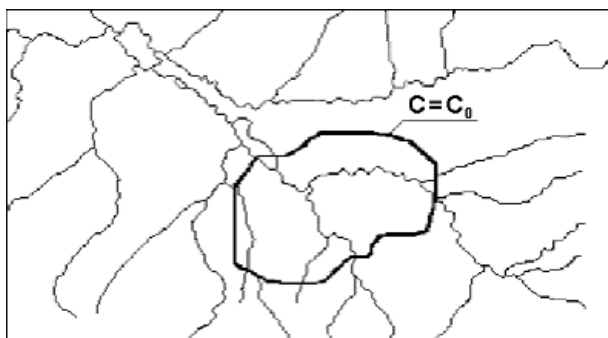


Рисунок 2 – Зона загрязнения атмосферы

Под геоимитационной моделью зоны загрязнения атмосферного воздуха понимается математическая модель, воспроизводящая процесс формирования областей повышенной концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в результате выбросов химических веществ при сжигании попутного газа на нефтяных месторождениях. Оценка воздействия загрязнения атмосферы на природную среду при геоимитационном подходе к моделированию производится путём имитационного эксперимента [16],

выполняемого по определённым сценариям на компьютере с моделью и позволяющего исследовать изменения состояния лесных комплексов региона. Результаты моделирования представляются в виде зон (рис.2), внутри которых уровень загрязнения атмосферы Q превышает некоторое пороговое (предельное) значение Q_0 , с которого начинается вредное воздействие химического загрязнения атмосферы на древесные растения.

Необходимо учитывать, что вследствие инерционности формирования биологических проявлений воздействия загрязнения на растения необходимо определять среднесуточные зоны загрязнения. Граница зоны загрязнения определяется из условия:

$$Q = Q_0$$

Для отдельных веществ значение Q рассчитывается по формуле [5]:

$$Q = C / \text{ПДК}_{c/c}$$

где C – концентрация загрязняющего вещества в воздухе;

$\text{ПДК}_{c/c}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества.

Для нескольких загрязняющих веществ значение Q вычисляется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^N C_i / \text{ПДК}_{c/c_i}$$

где N – количество загрязняющих веществ,

C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества в воздухе,

ПДК $_{с/c_i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества.

Модель рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере позволяет получить значение концентрации загрязняющего вещества для приёмника загрязнения в зависимости от параметров источника загрязнения и расположения приёмника относительно источника. Для построения зон опасного загрязнения атмосферного воздуха необходимо определить концентрации выбрасываемых в атмосферу химических веществ на множестве точек исследуемой территории. Для этого территория разбивается сеткой, ячейки которой представляют собой небольшие прямоугольные участки территории, размер которых зависит от выбранного масштаба цифровой карты. Моделирование рассеяния загрязняющих веществ в атмосферном воздухе необходимо провести для каждого вещества, для каждого источника выбросов, для каждого узла сетки.

При подготовке данных для определения концентраций загрязняющих веществ в узлах сетки необходимо вычислить расстояние от источника загрязнения до приёмника, а также долю выбросов, приходящихся в соответствии с «розой ветров» на каждое направление от источника выбросов загрязняющих веществ. Затем с использованием модели рассеяния вычисляются концентрации загрязняющих веществ для каждого узла сетки и показатель Q . Узлы сетки, в которых значение показателя Q превышает допустимое значение Q_0 , формируют «пятно», границы которого определяют зону загрязнения атмосферы. Как показал опыт [4] компьютерной реализации рассматриваемого подхода к построению зон загрязнения с применением средств ГИС-технологий, путем оверлейного наложения контуров зон загрязнения на ландшафтную карту средствами ГИС можно определять относительные площади ландшафтных выделов, подверженных воздействию загрязнения.

Известно [16], что для сложных объектов исследования проверка адекватности имитационных моделей заменяется исследованием их адекватности. Для исследования адекватности разработанной модели зон загрязнения проведем сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными о загрязнении атмосферы на обширной территории нефтедобычи в Западной Сибири. Результаты многолетних самолетных исследований аэрозольного загрязнения атмосферы, проведенных Институтом оптики атмосферы СО РАН в 1980-х годах [6], на основании которых на рис. 3 построена карта пространственного распределения уровня аэрозольного загрязнения атмосферы на территории Западной Сибири, показали, что пространственная неоднородность распределения концентрации аэрозоля на территории Западной Сибири характеризуется двумя зонами аномального загрязнения.

Как видно на рисунке 3, на территории Западной Сибири выделяются две зоны аномального атмосферного загрязнения. Формирование аномальной зоны загрязнения, находящейся в районе Новосибирска, можно связывать с деятельностью промышленных центров юга Западной Сибири. Как показал анализ химического состава аэрозолей [6], для этой зоны, как и для аномалии в районе Екатеринбурга, характерна связь состава аэрозолей с выбросами предприятий металлообрабатывающей, электротехнической, металлургической отраслей промышленности. Однако в химическом составе аэрозоля из аномалии, сформировавшейся в районе Нижневартовска, по данным [6] преобладают углеводороды, что позволяет связывать возникновение этой аномалии с многолетней

деятельностью нефтедобывающих предприятий. Действительно, на территории Сургута – Нижневартовска – Стрежевого, как видно на рисунке 3, сосредоточено большое число нефтяных месторождений (показаны на рисунке 3 черными пятнами), включая и наиболее крупное из них Самотлорское в районе Нижневартовска, на котором в 80-х годах добывалось до 100 и более млн т нефти в год [17]. Эти данные можно использовать как экспериментальные материалы для сравнения с результатами имитационного моделирования.

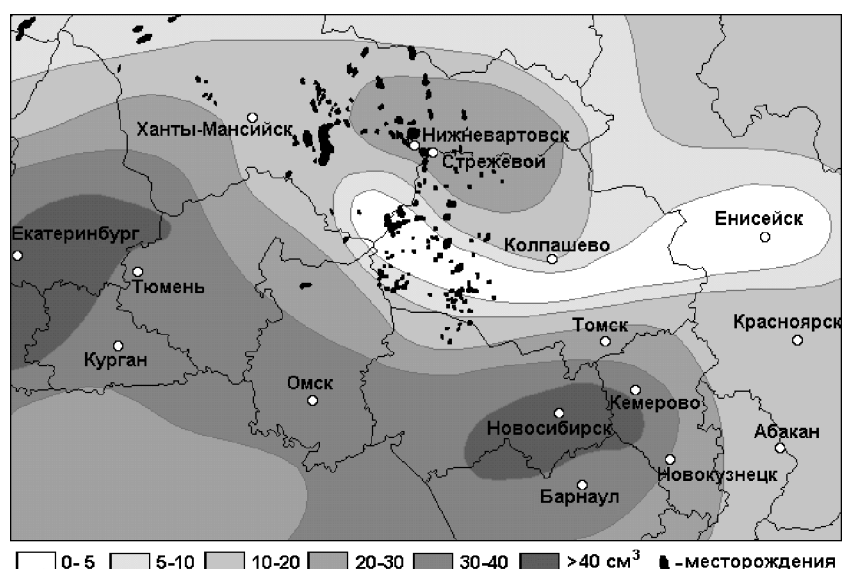


Рисунок 3 – Распределение счетной концентрации аэрозоля в Сибири

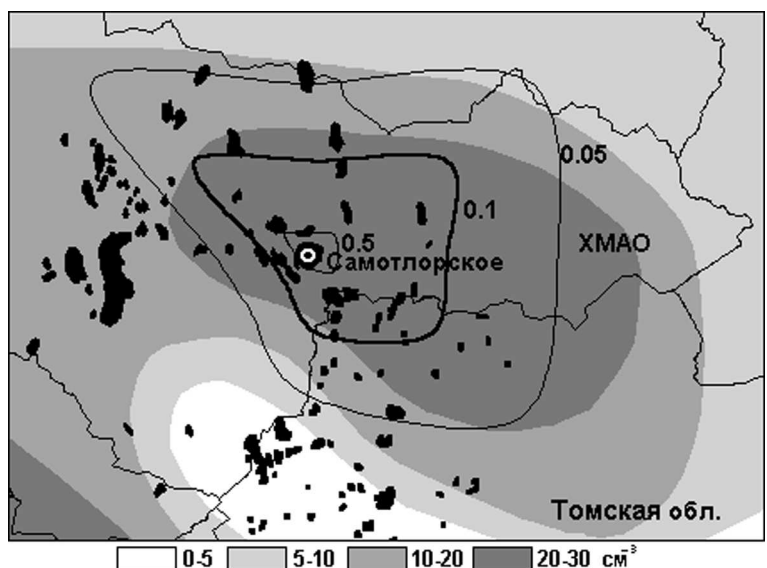


Рисунок 4 – Наложение смоделированных зон загрязнения углеводородами с уровнями загрязнения 0.5, 0.1 и 0.05 ПДК на карту аэрозольного загрязнения

На рисунке 4 приведены результаты геоимитационного моделирования зон загрязнения атмосферного воздуха углеводородами, выбрасываемыми при сжигании попутного газа на Самотлорском месторождении, с использованием указанных выше

показателей нефтедобычи: объем добываемой нефти – 100 млн т в год, что примерно соответствует уровню добычи 1985 года, объемы сжигаемого газа – 4,8 млрд м³. Расчеты параметров моделируемых зон загрязнения производились для разных уровней загрязнения (в долях ПДК). Модель реализована с использованием средств геоинформационной системы ArcView 3.x.

Наложение полученных путем геоимитационного моделирования зон атмосферного загрязнения на карту распределения концентрации химического аэрозоля (рис. 4) визуально показывает достаточно приемлемое (по площадям) совпадение результатов моделирования зон загрязнения с границами экспериментально определенной аэрозольной аномалии, что может также служить и объяснением того факта, что аномальная зона аэрозольного загрязнения в районе Нижневартовска образовалась в результате деятельности нефтедобывающего комплекса в этом регионе Западной Сибири.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общеизвестно, что нефтегазодобывающий комплекс Западной Сибири, на территории которого добывается более половины российской нефти, оказывает существенное негативное воздействие на природную среду и лесные ресурсы региона. Основным источником химического загрязнения атмосферы региона являются многочисленные факельные установки по сжиганию попутного газа, размещенные на территориях нефтяных месторождениях. Наиболее подверженными вредному воздействию химических веществ оказываются темнохвойные лесные комплексы, занимающие важное место в породном составе лесов таежной зоны Западной Сибири. Для оценки воздействий химического загрязнения атмосферы предложена геоимитационная модель зон атмосферного загрязнения, учитывающая инерционность процессов накопления загрязняющих веществ в хвое и листьях деревьев и вызываемых ими биологических проявлений, выявленных на основе анализа многочисленных данных о воздействии химического загрязнения атмосферы на лесную растительность. Предложенная модель реализуется с применением геоинформационных технологий и принятых в отечественной природоохранной практике методик оценки воздействия на окружающую среду.

Применение средств геоинформационных технологий, позволяющих проводить совместный пространственный анализ ландшафтной структуры территории и результатов моделирования загрязнения среды с использованием цифровых карт, упрощает процедуры решения задач экологического прогнозирования и позволяет решать сложные задачи оценки комплексных воздействий на окружающую среду, выявлять намечающиеся аномалии в состоянии окружающей среды и принимать оперативные решения по их устранению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Siberian Forest // IASA Options, Winter'94. – Luxenburg, Austria: IASA, 1994. – P. 12.
2. Практическое пособие по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» к «Порядку разработки, согласования, утверждения и составу обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» СП 11-101-95. - М.: ГП «ЦЕНТРИН-ВЕСТпроект», 1998. – 59 с.
3. Полищук Ю.М., Березин А.Е., Дюкарев А.Г., Токарева О.С. Экологическое прогнозирование воздействий нефтегазового комплекса на природную среду Западной Сибири с использованием ГИС-технологий // География и природные ресурсы, 2001. – № 2. – С. 43-49.

4. Полищук Ю.М., Токарева О.С., Рюхко В.В., Алексеева М.Н. Геоинформационный анализ воздействий загрязнения атмосферы на растительные биосистемы с использованием космоснимков // Геоинформатика, 2002. – № 2. – С. 10-13.
5. Polichtchouk Yu.M., Ryukhko V.V. Geoinformation technology for assessment of accidental chemical pollution // Safety Science, 2001. – Vol. 39. – № 1-2. – P. 31-37.
6. Белан Б.Д., Зуев В.Е., Панченко М.В. Основные результаты самолетного зондирования аэрозоля в ИОА СО РАН (1981 - 1991 гг.) // Оптика атмосферы и океана, 1995. – т. 13. – № 1-2. – С. 131-155.
7. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
8. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
9. Гладышев В.П., Ковалева С.В., Коршунов В.В. Оксиды азота в окружающей среде и проблемы экологии. – Томск: ТГПУ, 1998. – 117 с.
10. Нецветаев А.Г. Виды и значение биологических ресурсов в природе и обществе // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2001. – № 3. – С. 52-66.
11. Букс И.И., Прохоров Б.Б., Салиев А.В. Оценка ландшафтов бассейна озера Байкал по их устойчивости к различным экологическим факторам и их сочетаниям // Региональный мониторинг состояния озера Байкал / Под редакцией Ю.А.Израэля и Ю.А. Анохина. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 23-35.
12. Алексеев В.А., Рак Л.Д. Признаки ослабления ели под влиянием атмосферного загрязнения // Лесоведение, 1985. – № 5. – С. 37-43.
13. Волкова В.Г., Максимова Г.Н. Некоторые аспекты устойчивости растений и растительных сообществ к техногенным выбросам в связи с планируемым развитием Саянского ТПК. – В кн.: Охрана окружающей среды и географический прогноз. – Иркутск: ИГ СО АН СССР, 1979. – С. 21-30.
14. В.Г. Серебрякова Л.К. Допустимые концентрации токсических веществ в атмосферном воздухе для древесной растительности. – В кн.: Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 184-185.
15. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 280 с.
16. Полищук Ю.М. Имитационно-лингвистическое моделирование систем с природными компонентами. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1992. – 192 с.
17. Паренаго О.П., Давыдова С.Л. Экологические проблемы химии нефти // Нефтехимия, 1999. – т. 39. – № 1. – С. 3-13.

Полищук Юрий Михайлович

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Институт химии нефти СО РАН

Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией

Тел.: (3822)492227

E-mail: yuri@ipc.tsc.ru

Токарева Ольга Сергеевна

Томский политехнический университет, г. Томск

Институт химии нефти СО РАН

Кандидат технических наук, доцент

Тел.: (3822) 492121

E-mail: ost@ipc.tsc.ru

УДК 004.92: 378.111

В.Ю. ПРЕСНЕЦОВА

**МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА В ВУЗЕ**

Статья отражает результаты работы по первому этапу проекта П-738, выполненного в рамках проведения поисковых научно-исследовательских работ по направлению «Информатика». Характер изменений российского образования потребовал замены административного контроля за деятельностью учебных заведений. Предложен метод этого контроля, основанный на применении автоматизированной информационной системы. Проведено бизнес-моделирование с целью описания и имитации существующих бизнес-процессов и процесса функционирования будущей автоматизированной системы.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система; предметная область; моделирование бизнес-процессов; IDEF0; UML; Vpwin; диаграмма вариантов использования; рейтинг.

The article reflects results of work on the first stage of project P-738, which was executed in the context of carrying out of search research effort in the line of "Computer science". Character of changes of Russian education has demanded replacement of the administrative control over activity of educational institutions. It was offered a method of this control based on application computer-based system. Business process modeling was carried out for the purpose of the description and imitation of existing business processes and process of functioning future computer-based system.

Keywords: computer-based system; data domain; business process modeling; IDEF0; UML; Vpwin; se case diagram; rating.

ВВЕДЕНИЕ

Основным положением Болонского процесса является открытость, прозрачность и доступность информации о деятельности ВУЗов, динамики и перспектив их развития для индивидуальных и коллективных пользователей. Существующие в настоящее время в России положения и методики проведения аккредитационных, лицензионных процедур и определения рейтингов ВУЗов не в полной мере удовлетворяют этим положениям. Кроме того, некоторые нормативные документы противоречат друг другу или повторяют многие позиции. В связи с этим определение интегральных знаний о деятельности ВУЗов, исключающих противоречия в трактовке, избыток информации и являющихся общедоступными и прозрачными, является актуальной задачей. Существенное увеличение количества государственных и негосударственных ВУЗов и их филиалов, неструктурированная формальная информация об их деятельности, не отражающая зачастую истинное положение дел, не позволяет пользователям ориентироваться в предметной области без помощи специалистов. Поэтому научно-обоснованные представления знаний, соответствующие современным условиям конкуренции на рынке образования, государственным требованиям, ориентированные на разнообразное программное и аппаратное обеспечение, являются важной проблемой [1].

Характер системных изменений российского образования потребовал замены административного контроля за деятельностью учебных заведений механизмом их общественной оценки и признания, апробированным мировой практикой. Государственное регулирование процесса реформирования системы образования осуществляется на основе процедур лицензирования и государственной аккредитации

учебных заведений, в которых все большее внимание уделяется информационному сопровождению. Обеспечить успешное прохождение всех этих процедур может в большей степени предварительно проведенное обследование и наличие эффективной внутривузовской системы оценки деятельности профессорско-преподавательского состава (ППС) [2]. С этой целью возникла необходимость в создании автоматизированной информационной системы рейтинговой оценки деятельности кафедр и ППС.

ВЕРБАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В основу механизма определения рейтинга положено представление о нем, как об акте признания коллегами и администрацией университета конечных и промежуточных результатов деятельности конкретного структурного подразделения и преподавателя, продуктивности и качества их работы по подготовке специалистов и научных кадров, проведению научных исследований и формированию инновационной основы для развития университета. Рейтинговую оценку деятельности ППС, кафедр, факультетов будет осуществлять автоматизированная информационная система (АИС), предоставляющая информацию экспертной комиссии, создаваемой ежегодно приказом ректора. На рисунке 1 представлена организационная структура рейтинговой оценки.



Рисунок 1 – Организационная структура рейтинговой оценки

Целями введения АИС являются:

1. Самооценка качества работы университетского комплекса по выполнению аккредитационных нормативов;
2. Совершенствование системы управления структурными подразделениями ВУЗа;
3. Создание условий для инновационного динамичного развития вуза на основе максимально полного использования имеющегося кадрового потенциала;
4. Формирование резерва управленческих кадров на основе учета индивидуального вклада преподавателя в повышение рейтинга ВУЗа в целом;
5. Активизация всех видов деятельности ППС, сориентированных на повышение рейтинга ВУЗа в целом;
6. Создание условий и формирование системы материальных и моральных стимулов для профессионального роста ППС.

Задачами АИС являются:

1. Создание автоматизированной базы данных, отражающей динамику и эффективность деятельности ППС, кафедр, факультетов и ВУЗа в целом;
2. Получение единых комплексных критериев для оценки и контроля эффективности деятельности ППС, кафедр, факультетов и вуза в целом;
3. Создание системы внутреннего аудита деятельности ППС, кафедр, факультетов;
4. Оптимизация делопроизводства и снижение трудозатрат на составление отчетной документации о деятельности ППС, кафедр, факультетов;
5. Стимулирование ППС, кафедр, факультетов на выполнение аккредитационных показателей.

Разработка автоматизированных информационных систем начинается со сбора и анализа информации о функциях и процессах, происходящих в конкретной предметной области. В данном случае в качестве предметной области выступают структурные подразделения (факультеты, кафедры) и профессорско-преподавательский состав ВУЗа. Особенности конкретной предметной области приводят к необходимости бизнес-моделирования, т.е. деятельности по выявлению, описанию и имитации существующих бизнес-процессов и процесса функционирования будущей автоматизированной системы до начала написания соответствующего кода. В результате будет получена предварительная модель автоматизированной системы.

При описании бизнес-процессов используются различные методологии и соответствующие нотации, такие, как [3]:

SADT: IDEF0, IDEF3, DFD
ORACLE Diagram
BAAN Diagram
ARIS Value Added Chain Diagram
ARIS eEPC Diagram
BPMN
RUP
UML

В данной работе рассматривается моделирование бизнес-процессов с помощью методологий IDEF0 и UML.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ IDEF0

Рассматривая предметную область, можно выделить несколько точек зрения на построение модели: с позиции преподавателя, администратора или администрации вуза. Основную же роль в модели играет преподаватель, поэтому она будет создана, основываясь на его взгляде и с учетом мнения администрации ВУЗа.

Наиболее удобным языком моделирования бизнес-процессов является IDEF0, где система представляется как совокупность взаимодействующих работ или функций. Такая функциональная ориентация является принципиальной – функции системы анализируются независимо от объектов, которыми они оперируют. Это позволяет более четко смоделировать логику и взаимодействие процессов организации [4].

Для описания предметной области воспользуемся средством автоматизации проектирования VPwin. В соответствии с предметной областью и стандартом IDEF0 построим модель ее процессов, контекстная диаграмма которой представлена на рисунке 1.3. IDEF0 - Function Modeling – методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью IDEF0 является её акцент на соподчинённость объектов. Цель контекстной диаграммы – четко определить последовательность производимых действий, чтобы далее на их основе спроектировать информационную систему динамики развития ВУЗов.



Рисунок 2 – Контекстная диаграмма А-0. Построение динамики развития ВУЗа

Взаимодействие работ с внешним миром и между собой описывается в виде стрелок. В IDEF0 различают четыре типа связей (рис. 2):

- вход – из внешней среды изначально поступают данные о деятельности ППС, которые формируют рейтинг в структурных подразделениях в пяти блоках (кадры кафедры, подготовка кадров высшей квалификации, учебно-методическая работа, научно-исследовательская деятельность, дополнительные показатели) [5];

– управление – деятельность ВУЗа оценивается на основе положения о рейтинговом оценивании, приказе №631 от 26.02.2001 г. Министерства образования РФ «О рейтинге высших учебных заведений» и изменениях к нему, аккредитационных показателей и ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Система менеджмента качества»;

– выход – в результате расчетных действий мы получим рейтинг ВУЗа в целом;

– механизм – заполнение базы данных персональными данными осуществляет каждый преподаватель, а администрация ВУЗа принимает управленческие решения и разрабатывает рекомендации по совершенствованию видов деятельности преподавателей и структурных подразделений.

Детализация контекстной диаграммы дает декомпозицию A0 (рис. 3). Здесь начальные данные расходятся по блокам в соответствии с их потребностями.

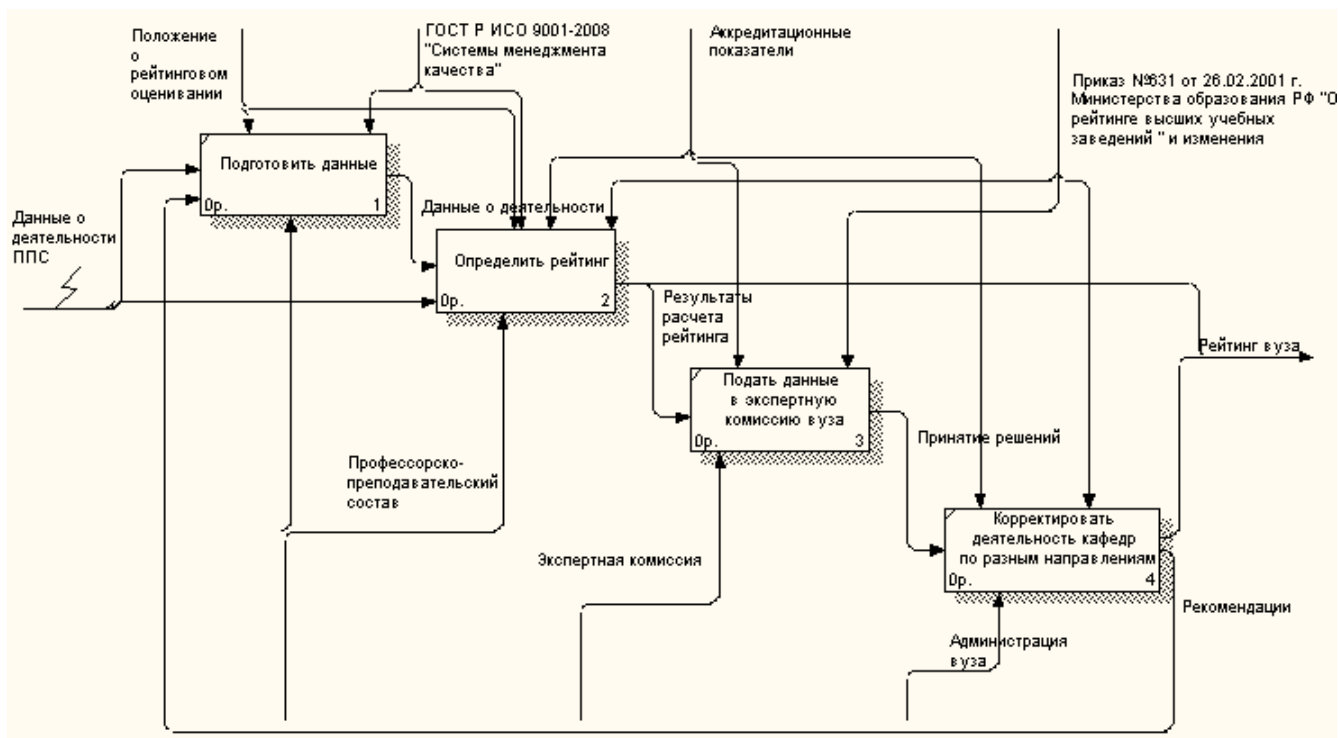


Рисунок 3 – Декомпозиция A0

Более детально процесс определения рейтинга рассмотрен в декомпозиции A2 (рис. 4).

Подсчет мест кафедр в рейтинге будет происходить по следующему алгоритму:

- рассчитываются все показатели рейтинга кафедр на основе деятельности каждого преподавателя;
- для каждого показателя определяются места, занимаемые кафедрой в каждом блоке рейтинга;
- в зависимости от соответствия требованиям аккредитационных показателей выбираются категории кафедр;
- определяются интегральная оценка соответствия критериям аккредитации, как среднее арифметическое показателей кафедр деленное на среднее арифметическое нормативных значений, и положение кафедры на плоскости дискриминантных функций (ранг кафедр).

В результате выполнения указанных действий в каждой категории кафедры выстраиваются в порядке, зависящем от величины ранга кафедр. Все активности, которые не были детализированы, не имеют в этом необходимости, так как они тривиальны.

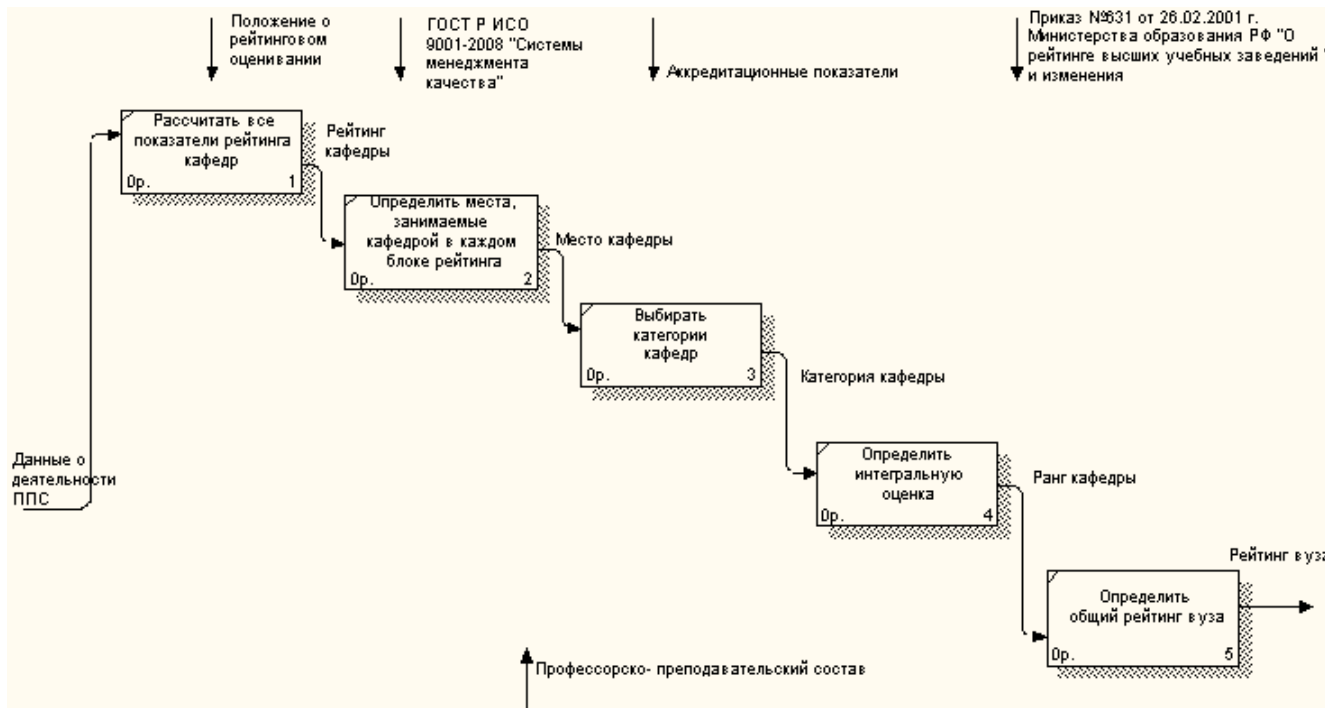


Рисунок 4 – Декомпозиция А2. Определение рейтинга

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОТАЦИИ UML

Визуальное моделирование с использованием нотации UML можно представить как процесс поуровневого спуска от наиболее общей и абстрактной концептуальной модели исходной бизнес-системы к логической, а затем и к физической модели соответствующей программной системы. В рамках языка UML все представления о модели сложной системы фиксируются в виде специальных графических конструкций, получивших название диаграмм [6].

В рамках данной статьи будет построена модель в форме так называемой диаграммы вариантов использования (рис. 5), которая описывает функциональное назначение автоматизированной системы. Проектируемая автоматизированная система представляется в форме так называемых вариантов использования (ВИ), с которыми взаимодействуют внешние сущности или актеры. При этом актером или действующим лицом называется любой объект, субъект или система, взаимодействующая с моделируемой бизнес-системой извне. Построение диаграммы данного типа облегчит понимание автоматизированной системы, её подсистем или классов, представляя взгляд извне на то, как данные элементы могут быть использованы в соответствующем контексте.

Варианты использования применяются для спецификации требований к проектируемой автоматизированной системе и показывают особенности взаимодействия

пользователей с системой. UML не определяет единых шаблонов для создания спецификации вариантов использования, поэтому в данной статье будет использован шаблон, предложенный участником сообщества системных аналитиков Эдуардом Галиаскаровым в статье «Рекомендации по написанию спецификаций вариантов использования» [7].

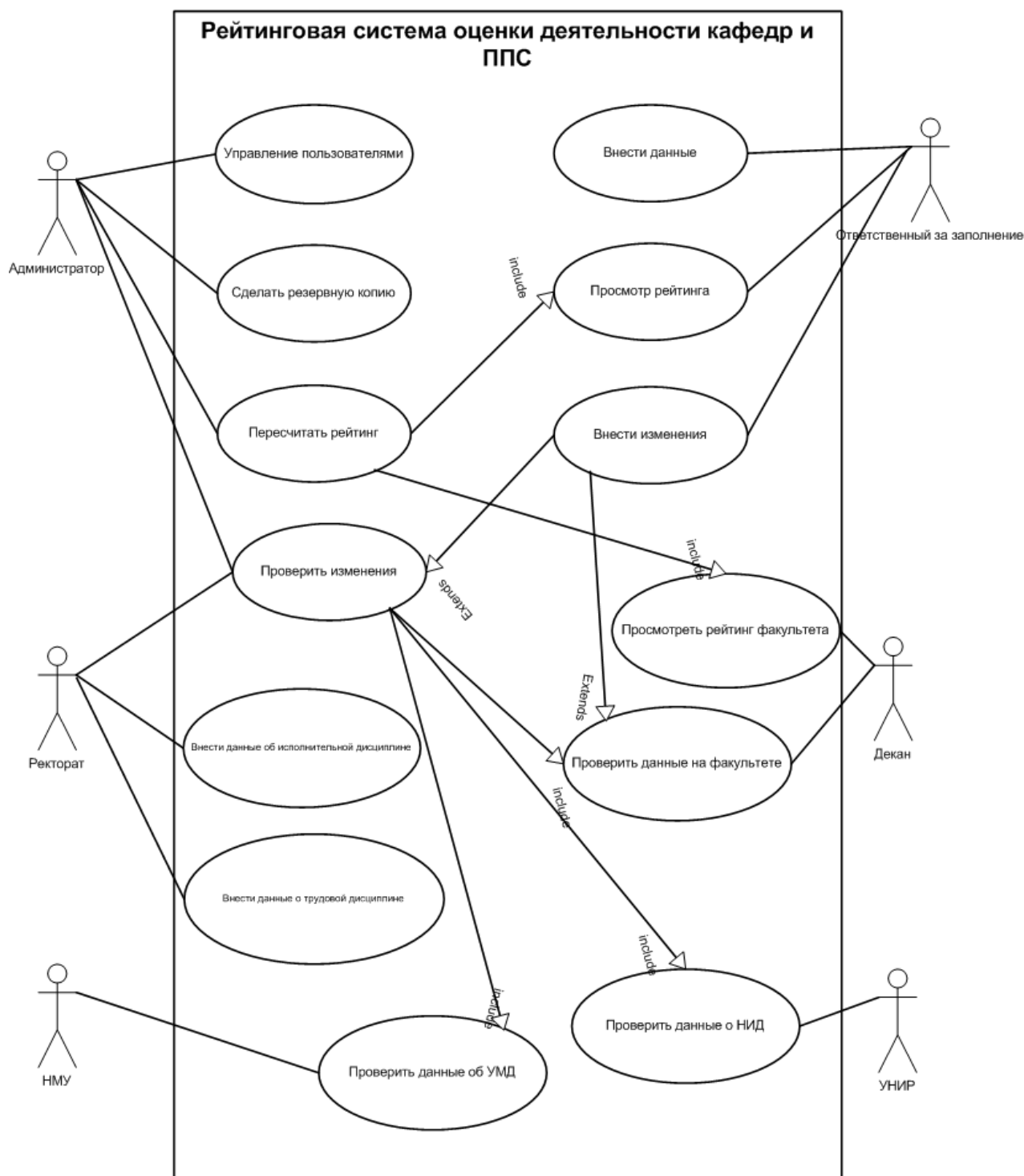


Рисунок 5 – Диаграмма вариантов использования

ПРИМЕРЫ СПЕЦИФИКАЦИЙ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Приведем примеры спецификаций ВИ «Пересчитать рейтинг» и «Проверить данные на факультете».

Вариант использования: «Пересчитать рейтинг»

Идентификатор варианта использования: 6

Краткое описание: данный вариант использования позволяет администратору пересчитывать рейтинг всех кафедр.

Основное действующее лицо: администратор

Второстепенные действующие лица: компьютер, web-сервер

Предусловия: были внесены данные о преподавателях и кафедрах.

Основной поток событий:

1. ВИ начинается, когда Администратор вводит логин и пароль доступа.
2. Если логин и пароль введены верно, система открывает доступ.
Иначе система информирует, что введен неправильный логин и пароль.
3. Если администратор выбирает опцию «пересчитать рейтинг всех кафедр».

3.1 Для каждой найденной кафедры

- 3.1.1 Система рассчитывает все показатели рейтинга кафедры на основе деятельности каждого преподавателя.
- 3.1.2 Для каждого показателя система определяет места, занимаемые кафедрой в каждом блоке рейтинга.
- 3.1.3 В зависимости от соответствия требованиям аккредитационных показателей система выбирает категорию кафедры.
- 3.1.4 Система определяет интегральную оценку соответствия критериям аккредитации, как среднее арифметическое показателей кафедры деленное на среднее арифметическое нормативных значений, и положение кафедры на плоскости дискриминантных функций.

4. Если администратор выбирает опцию «пересчитать рейтинг всех преподавателей».

4.1 Для каждого найденного профессора или доктора наук

- 4.1.1 Система рассчитывает все показатели рейтинга.
- 4.1.2 В зависимости от соответствия требованиям аккредитационных показателей система выбирает категорию профессора или доктора наук.

4.2 Для каждого найденного доцента или кандидата наук

- 4.2.1 Система рассчитывает все показатели рейтинга.
- 4.2.2 В зависимости от соответствия требованиям аккредитационных показателей система выбирает категорию доцента или кандидата наук.

4.3 Для каждого найденного старшего преподавателя

- 4.3.1 Система рассчитывает все показатели рейтинга.

4.4 Для каждого найденного ассистента

- 4.4.1 Система рассчитывает все показатели рейтинга.

5. Вариант использования завершается.

Альтернативный поток событий: нет.

Постусловия: выводится рейтинг преподавателей и кафедр.

Вариант использования: «Проверить данные на факультете»

Идентификатор варианта использования: 12

Краткое описание: данный вариант использования позволяет декану проверить корректность введенных данных по своему факультету.

Основное действующее лицо: декан

Второстепенные действующие лица: компьютер, web-сервер

Предусловия: данные были введены в систему.

Основной поток событий:

1. ВИ начинается, когда декан вводит логин и пароль доступа.
 2. Если логин и пароль введены верно, система открывает доступ.
- Иначе система информирует, что введен неправильный логин и пароль.
3. Если декан выбирает опцию «Проверить данные на факультете».
 - 3.1 Для каждой кафедры факультета
 - 3.1.1 Система выводит все данные по кафедре.
 - 3.1.2 Декан проверяет корректность данных.
 4. Вариант использования завершается.

Альтернативный поток событий: нет.

Постусловия: нет.

Таким же образом могут быть описаны спецификации остальных вариантов использования. При внешних воздействиях и вносимых изменениях в предметную область количество вариантов использования может быть расширено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование автоматизированных систем требует четкого понимания функционирования этой системы и результатов её работы. Для моделирования автоматизированной системы были применены методы системного анализа, концептуальное моделирование и моделирование бизнес-процессов с использованием методологий IDEF0 и UML, что позволило наглядно структурировать информацию, формализовать процессы деятельности ВУЗа на основе деятельности отдельно взятых ППС.

Применение проектируемой автоматизированной информационной системы рейтинговой оценки деятельности кафедр и ППС будет способствовать:

1. Получению единых комплексных критериев для оценки и контроля эффективности деятельности ППС, кафедр, факультетов.
2. Получению единых комплексных критериев для оценки и контроля эффективности деятельности кафедр и факультетов на основе деятельности отдельно взятого преподавателя.
3. Оптимизации делопроизводства и снижение трудозатрат на составление отчетной документации о деятельности ППС, кафедр, факультетов.
4. Стимулированию ППС, кафедр, факультетов на выполнение аккредитационных показателей.
5. Определению текущего состояния и уровня педагогической и научно-исследовательской работы.

6. Совершенствованию планирования работы кафедр и преподавателей.
7. Стимулированию видов деятельности, способствующих повышению рейтинга кафедр и университете в целом.
8. Прозрачности и доступности информации о деятельности кафедр, ППС и ВУЗа для коллективных и индивидуальных пользователей с целью удовлетворения информационной потребности в условиях Болонского процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преснецова В.Ю. Отчет о НИР № П-738 «Интегрированные средства представления знаний о динамике развития вузов с целью удовлетворения информационных потребностей коллективных и индивидуальных пользователей в условиях Болонского процесса». Орел: ОрелГТУ, 2009. – 159 с.
2. Геворкян Е.Н. Комплексная оценка высших учебных заведений: учеб. пособие / Е.Н. Геворкян, В.Г. Наводнов, Г.Н. Мотова, М.В.Петропавловский.– Москва, 2003. – 172 с.
3. Бизнес-моделирование [Электронный ресурс], 2009. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Бизнес-моделирование>.
4. Моделирование бизнес-процессов средствами BPwin [Электронный ресурс], 2006. – Режим доступа: <http://www.excode.ru/art6052p1.html>.
5. Преснецова В.Ю. Автоматизация управления деятельностью подразделений и профессорско-преподавательского состава ВУЗ / В.Ю. Преснецова, О.В. Пилипенко // Известия ОрелГТУ. Информационные системы и технологии, 2009. – № 1.
6. Нотация и семантика языка UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/pl/umlbasics/1/>.
7. Рекомендации по написанию спецификаций вариантов использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uml2.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=399&Itemid=51.

Преснецова Виктория Юрьевна

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Аспирант кафедры «Прикладная математика и информатика»
Тел.: 8(4862)75-14-30, 8(4862)41-98-34
E-mail: alluvian@mail.ru

УДК 621.391:519.72

П.В. РОМАСЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТИ METROETHERNET НА ОСНОВЕ ЕЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

На основании имитационной модели проведено исследование действующей телекоммуникационной сети MetroEthernet и предложены практические рекомендации по выбору рабочих параметров сети для повышения эффективности ее эксплуатации.

Ключевые слова: имитационная модель; телекоммуникационная сеть; MetroEthernet.

On the basis of imitating model research of operating telecommunication network MetroEthernet is conducted and practical recommendations for choice working parameters of a network for increase of efficiency of its operation are offered.

Keywords: imitating model; telecommunication network; MetroEthernet.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденции современного рынка телекоммуникаций характеризуются масштабным строительством и модернизацией сетевой инфраструктуры, которая в значительной степени связана с переходом к сетям следующего поколения (NGN). Основопологающей идеей NGN является поддержка широкого спектра приложений со «сквозным» качеством обслуживания (QoS) на основе инфраструктуры пакетной коммутации. Среда NGN открывает широкие возможности построения наложенных сервисов поверх универсальной транспортной среды – от VoIP до интерактивного телевидения, и предполагает доступность сервисов вне зависимости от местоположения клиента и используемого им интерфейса.

На местах состояние телекоммуникационного рынка характеризуется повсеместным развертыванием сетей широкополосного доступа уровня города (MetroEthernet), что связано с необходимостью предоставления комплекса телекоммуникационных услуг Triple Play (данные, голос, видео) через единую линейную инфраструктуру.

Практика показала, что на данный момент рентабельная реализация таких услуг возможна в архитектуре Ethernet+IP, которая обеспечивает масштабируемость, надежность и низкую стоимость с точки зрения увеличения скорости передачи данных. Опыт регионов показывает, что предоставление услуги Triple Play уже имеет место на основе широкополосных сетей без развертывания полноценных NGN. Это объясняется тем, что основной видеоконтент сегодня потребляется локально в сетях местных широкополосных операторов ввиду низкой или нулевой стоимости внутреннего трафика. Это делает достаточным применение «несквозного» качества обслуживания (QoS) поверх технологий семейства Ethernet в рамках сети оператора, добиваясь вполне качественного предоставления контента клиентам сети.

Качество передаваемой информации в IP-сети зависит от множества факторов и может варьироваться в значительных пределах в зависимости от функционала телекоммуникационного оборудования, параметров трафика и сети. Поэтому необходима предварительная оценка параметров трафика при проектировании новой или модернизации существующей IP-сети.

По причине трудности постановки эксперимента и сложности аналитического моделирования, имитационное моделирование может быть наиболее рациональным способом решения подобной задачи.

Многочисленные зарубежные и отечественные исследования последнего десятилетия показали, что трафик в современных сетях передачи данных проявляет свойства самоподобия [2], которое оказывает негативное влияние на производительность сетей передачи данных ввиду значительно большей потребности в буферной памяти и пропускной способности телекоммуникационных систем, что является одним из основных факторов, влияющих на величину задержки.

В рекомендации МСЭ Y.1540, посвященной технология IP, рассматриваются следующие сетевые характеристики, как наиболее важные по степени их влияния на сквозное качество обслуживания от источника до получателя, оцениваемое пользователем: производительность сети (Мб/сек), задержка (IPTD – IP packet transfer delay) и потеря пакетов (IPLR – IP packet loss ratio) [3].

В данной работе проведено исследование средней задержки действующей IP-сети MetroEthernet одного из динамично развивающихся Интернет-операторов Санкт-Петербурга на основе ее имитационной модели, и на основании полученных результатов даны практические рекомендации по эксплуатации сети.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

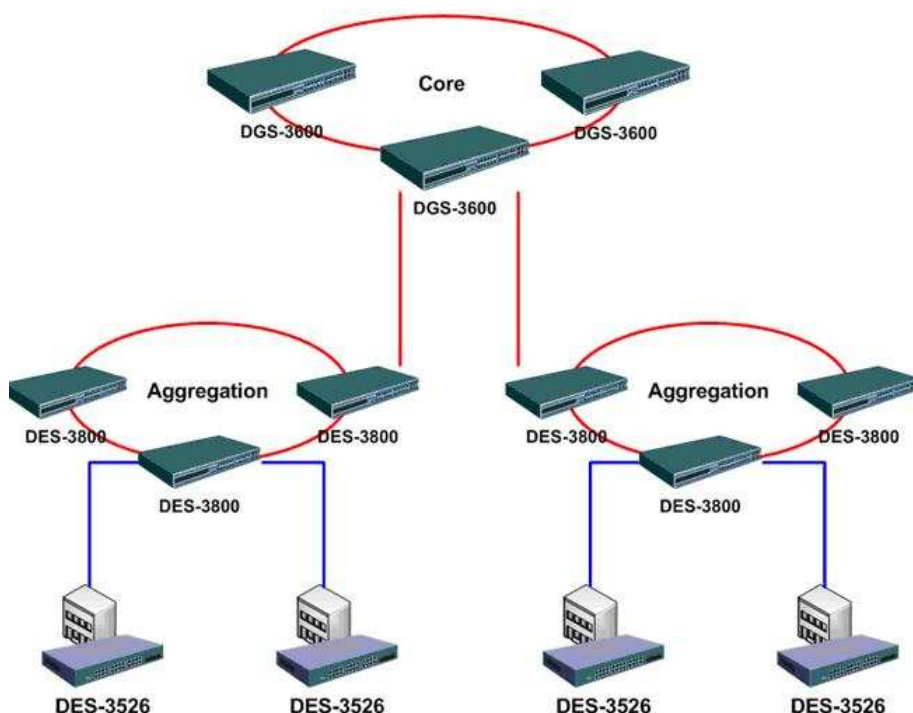


Рисунок 1 – Схема моделируемой IP-сети

Для построения имитационной модели использован свободно распространяемый симулятор NS2, обладающий богатым функционалом и поддерживающим в своем базовом комплекте моделирование трафика с учетом его самоподобия, используя

распределение Парето, широко используемое для описания самоподобных процессов [1]. Важным фактором явилось также использование в NS2 интуитивно понятного пользователю языка скриптов (сценариев) OTcl (Object oriented Tool Command Language) [4].

Для проведения модельного эксперимента была разработана объектно-ориентированная программная модель сетевой архитектуры провайдера, построенная на управляемых коммутаторах второго и третьего уровней (рис.1), которая описывает основные свойства сети: задержку, скорость передачи, потери и ошибки передачи. Количество абонентов сети сейчас составляет более 30000, а количество подключенных домов в районах города – более 1000.

В данной модели исследовался случай 120 узлов – источников трафика, остальные узлы являются промежуточными или конечными точками маршрута.

ОПИСАНИЕ ПРОВЕДЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

С помощью имитационной модели исследовалась зависимость средней задержки телекоммуникационной сети от скорости источников и степени самоподобия трафика (параметра Херста) для случаев протоколов TCP и UDP, в том числе, в режиме Jumbo Frame, с учетом эффекта потери пакетов при различных скоростях генерации от 100кб/сек до 20000кб/сек [5].

Изменяя параметр Херста для фиксированной (5000кб/сек) интенсивности источников TCP и UDP-трафика, были получены следующие зависимости:



Рисунок 2 – Зависимость средней задержки от интенсивности источников TCP трафика (экранный снимок)

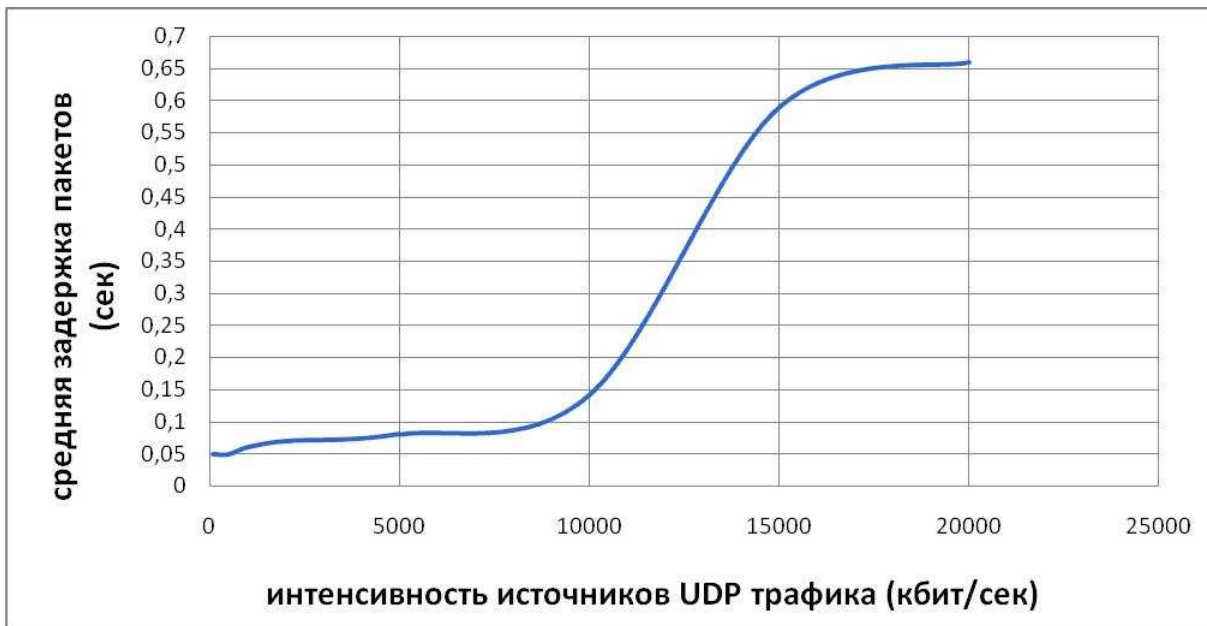


Рисунок 3 – Зависимость средней задержки от интенсивности источников UDP трафика (экранный копия)



Рисунок 4 – Зависимость средней задержки от степени самоподобия генерируемого трафика при протоколе TCP (экранный копия)



Рисунок 5 – Зависимость средней задержки пакета от степени самоподобия генерируемого трафика при протоколе UDP (экранный снимок)

При использовании Jumbo Frames в моделируемой системе были получены следующие зависимости средней задержки от интенсивности источников TCP и UDP трафика.



Рисунок 6 – Зависимость средней задержки пакета от интенсивности источников TCP трафика при использовании Jumbo Frames (экранный снимок)

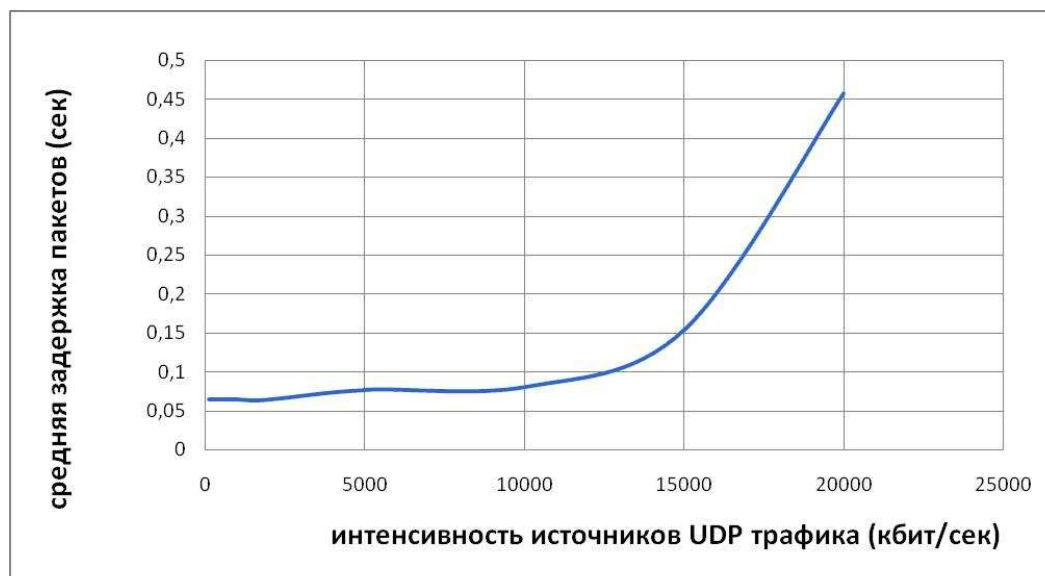


Рисунок 7 – Зависимость средней задержки пакета от интенсивности источников UDP трафика при использовании Jumbo Frames (экранная копия)

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Учитывая чувствительность к величине и изменению средней задержки (джиттеру) таких видов трафика, как передача голосовой и видеoinформации, наиболее интересными для нас являются области значений параметров телекоммуникационной сети, где задержка минимальна и мало меняется.

Исследование зависимости средней задержки телекоммуникационной сети для случаев транспортных протоколов TCP (рис.2) и UDP (рис.3) в последнем случае показало ее относительную стабильность в более широком диапазоне изменения скорости генерации трафика источниками, что говорит о предпочтительном использовании протокола UDP с точки зрения уменьшения средней задержки при данной архитектуре телекоммуникационной сети.

При этом необходимо отметить, что при передаче «длинных» пакетов (режим Jumbo Frame) в случае протокола TCP (рис.6) диапазон скоростей источников, при котором задержка мало меняется, остался практически неизменным. Анализ зависимостей на рисунках 2 и 6 показывает, что в случае «длинных» пакетов область стабилизации задержки достигается быстрее, причем величина последней несколько меньше. Данные результаты также подтверждают предположение о том, что основную часть времени передачи TCP-пакета составляет обработка его заголовка.

Напротив, в случае протокола UDP (рис.7) значение скоростей источников, при котором средняя задержка начинает возрастать, увеличивается на треть ввиду того, что размер и количество полей UDP-заголовка меньше и, соответственно, обрабатывается быстрее. Данный результат говорит о привлекательности режима Jumbo Frame в случае использования UDP-приложений при большем диапазоне скоростей источников трафика, т.к. позволяет передать больше информации за одинаковое время.

Исследование изменения задержки в зависимости от степени самоподобия трафика в случае протокола TCP показало, что рост параметра Херста слабо влияет на

ее изменение (рис.4). При этом при использовании протокола UDP (рис.5) полученный результат отражает наиболее и наименее предпочтительные области значений параметра Херста с точки зрения уменьшения задержки. Кроме того, результаты моделирования показывают, что возможно уменьшение задержки при увеличении степени самоподобия трафика (рис.5).

Опираясь на результаты данной работы, оператору могут быть даны рекомендации по диапазонам рабочих параметров (скорость генерации трафика источниками, длина пакета, тип транспортного протокола), при которых средняя задержка телекоммуникационной сети и ее изменение (джиттер) будут находиться в пределах, достаточных для качественного предоставления услуг, критичных к данным параметрам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлен подход по созданию имитационной модели городской телекоммуникационной сети пакетной коммутации MetroEthernet с учетом свойств сетевого трафика.

На основании имитационной модели проведено исследование при определенных параметрах действующей телекоммуникационной сети MetroEthernet одного из провайдеров широкополосного доступа и выработаны практические рекомендации по выбору рабочих параметров сети для повышения эффективности ее эксплуатации.

Использованный в работе подход может быть масштабирован для исследования телекоммуникационных сетей с другими параметрами и иной архитектурой.

Результаты статьи могут быть полезны сотрудникам компаний, специализирующихся на проектировании и техническом сопровождении мультисервисных телекоммуникационных сетей, а также студентам ВУЗов направления 210400 «Телекоммуникации» и инженерной специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации».

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. Монография / Под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радиотехника, 2003.
2. Leland W.E., Taqqu M.S., Willinger W., Wilson D.V. On the self-similar nature of ethernet traffic, IEEE/ACM Transactions of Networking. – 2(1):1-15, 1993.
3. МСЭ-Т Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters // December, 2002.
4. The Network Simulator – ns-2. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
5. Ромасевич П.В. Построение широкополосной телекоммуникационной сети пакетной коммутации с интеграцией услуг с учетом свойств сетевого трафика. Учебное пособие – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009.

Ромасевич Павел Владимирович

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

Кандидат технических наук, доцент

Тел.: (8442) 48-93-74

E-mail: promasevich@dlink.ru

УДК 004.932

О.В. САМАРИНА, В.В. СЛАВСКИЙ

ИНВАРИАНТЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

В данной работе предложен геометрический подход к определению универсальных характеристик изображения. Определяется и исследуется группа инвариантов многоканального изображения относительно специальной линейной группы преобразований и калибровки каналов.

Инварианты изображения относительно различных групп преобразований являются эффективными характеристиками изображения, которые можно использовать в самых различных прикладных задачах анализа и обработки изображений [1, 2].

Ключевые слова: инварианты; специальная линейная группа преобразований.

The geometrical approach to universal images characteristic definition is offered in this work. Also the group of multichannel image invariants concerning the special linear group of transformations and calibration of channels is defined and analysed.

Image invariants concerning various groups of transformations are effective image characteristics which can be used in many different applied problems of the analysis and image processing [1, 2].

Keywords: invariants; special linear group of transformations.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В математической постановке N – канальное изображение представляет собой N неотрицательных функций в некоторой области на плоскости. В данной работе будем предполагать, что функции 1-раз непрерывно дифференцируемы, тогда справедливо разложение Тейлора 1-го порядка с центром в произвольной точке области. Можно считать, не ограничивая общности, что данная точка – начало координат на плоскости. Получим:

$$f^i(x, y) = a^i + p_1^i x + p_2^i y + o\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right),$$

где $i = \overline{1, N}$. Введем обозначение $f(x, y) = \{f^i(x, y)\}_{i=1}^N$.

Определение 1. Специальной линейной группой $SL(2, R)$ преобразований плоскости называется подгруппа аффинных преобразований, имеющих следующий вид:

$$A = \begin{cases} x^* = c_{11}x + c_{12}y \\ y^* = c_{21}x + c_{22}y \end{cases},$$

где

$$\det \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{pmatrix} = 1.$$

Предположим, что изображение подверглось специальному линейному преобразованию и калибровке каналов:

$$\Theta(\lambda, A) : f(x, y) \rightarrow e^\lambda((c_{11}x + c_{12}y), (c_{21}x + c_{22}y)).$$

Здесь $e^\lambda f$ – покомпонентное произведение на коэффициенты $e^\lambda = [e^{\lambda_1}, e^{\lambda_2}, e^{\lambda_3}]$, что соответствуют калибровке N слоев (множители e^{λ_i} можно интерпретировать как факторы поглощения среды, действующие в окрестности исследуемой точки и соответствующие частотному диапазону данного слоя). Пусть $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3]$ –

соответствующий вектор. Преобразования $\Theta(\lambda, A)$ образуют некоммутативную группу Ли $G \cong R^N \cong \times \cong SL(2, R)$ размерности $3 + N$. Обозначим через J_N^k векторное пространство k -струй дифференцируемых класса C^k отображений R_2 в R_N , другими словами, Тейлоровских разложений порядка k таких отображений.

Определение 2. Будем называть числовую функцию $I : J_N^k \rightarrow R$, нетождественно равную константе, инвариантом k -го порядка, если под действием преобразований группы G она не меняется.

Теорема 1. Следующие функции являются инвариантами 1-го порядка:

$$I = \frac{p_2^i p_1^j - p_1^i p_2^j}{a^i a^j},$$

где $i < j, i, j = \overline{1, N}$.

Доказательство. Достаточно провести доказательство для $N = 3$. В математической постановке трехканальное изображение представляет собой три неотрицательные функции в некоторой области на плоскости. Будем предполагать, что функции 1-раз непрерывно дифференцируемы, тогда справедливо разложение Тейлора 1-го порядка с центром в начале координат:

$$\begin{aligned} f^1(x, y) &= a^1 + p_1^1 x + p_2^1 y + o\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right), \\ f^2(x, y) &= a^2 + p_1^2 x + p_2^2 y + o\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right), \\ f^3(x, y) &= a^3 + p_1^3 x + p_2^3 y + o\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right). \end{aligned}$$

Под действием преобразования $\Theta(\lambda, A)$ данные функции примут вид:

$$\begin{aligned} \bar{f}^1(x, y) &= e^{\lambda_1} \left[a^1 + p_1^1 A x + p_2^1 A y + o\left(\sqrt{(A x)^2 + (A y)^2}\right) \right], \\ \bar{f}^2(x, y) &= e^{\lambda_2} \left[a^2 + p_1^2 A x + p_2^2 A y + o\left(\sqrt{(A x)^2 + (A y)^2}\right) \right], \\ \bar{f}^3(x, y) &= e^{\lambda_3} \left[a^3 + p_1^3 A x + p_2^3 A y + o\left(\sqrt{(A x)^2 + (A y)^2}\right) \right]. \end{aligned}$$

Нетрудно проверить, что:

$$\frac{\begin{vmatrix} \bar{p}_1^i & \bar{p}_2^i \\ \bar{p}_1^j & \bar{p}_2^j \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} p_1^i & p_2^i \\ p_1^j & p_2^j \end{vmatrix}} = e^{\lambda_i} e^{\lambda_j} \frac{\begin{vmatrix} p_1^i & p_2^i \\ p_1^j & p_2^j \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} p_1^i & p_2^i \\ p_1^j & p_2^j \end{vmatrix}} \det A, \quad \bar{a}^i \bar{a}^j = a^i a^j e^{\lambda_i} e^{\lambda_j}.$$

Отсюда следует инвариантность отношения этих величин.

Замечание. Размерность пространства независимых инвариантов равна $\dim(I) = 2 * (N - 2) + 1$, где N – число каналов.

Доказательство. Обозначим через

$$\begin{aligned} p_1 &= \{p_1^1/a^1, p_1^2/a^2, \dots, p_1^N/a^N\}, \\ p_2 &= \{p_2^1/a^1, p_2^2/a^2, \dots, p_2^N/a^N\}. \end{aligned}$$

векторы, составленные из коэффициентов тейлоровского разложения N – канального изображения. Заметим, что они преобразуются по формулам:

$$\begin{aligned} \bar{p}_1 &= c_{11} p_1 + c_{12} p_2, \\ \bar{p}_2 &= c_{21} p_1 + c_{22} p_2, \end{aligned}$$

Следовательно, разложимый бивектор $p_1 \wedge p_2$ является инвариантом. Множество всех разложимых бивекторов образует подмножество пространства всех бивекторов ΛR^N размерности $\dim \Lambda R^N = C_N^2$ [3]. Множество единичных разложимых бивекторов образует грассноново многообразие $G_{2,N}$ размерности $\dim G_{2,N} = 2(N - 2)$, $G_{1,N}$ – единичная

сфера в R^N . Следовательно, множество всех разложимых бивекторов образует подмножество размерности $dim = 2(N - 2) + 1$.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим трехканальные изображения трех различных типов (рис. 1):

1. Космический снимок, полученный со спутника Landsat 7. Данный спутник обеспечивает съемку земной поверхности в шести зонах с разрешением 30м, в инфракрасной зоне – с разрешением 60м, и одновременную панхроматическую съемку с разрешением 15м. Выберем для дальнейшей обработки три первых канала (слоя) с диапазонами спектрального разрешения 0.45-0.52, 0.52-0.6 и 0.63-0.69, соответствующие синей, зеленой и красной цветовым зонам.
2. Фотографический снимок в аддитивной цветовой модели RGB (Red, Green, Blue – красный, зеленый, синий).
3. Искусственно сгенерированное изображение, каждый канал которого представляет собой тригонометрический полином от (x, y) .

Утверждается, что следующие функции являются инвариантами трехканального изображения:

$$I_1 = \frac{p_2^2 p_1^3 - p_1^2 p_2^3}{a^2 a^3}, I_2 = \frac{p_2^1 p_1^3 - p_1^1 p_2^3}{a^1 a^3}, I_3 = \frac{p_2^1 p_1^2 - p_1^1 p_2^2}{a^1 a^2}.$$

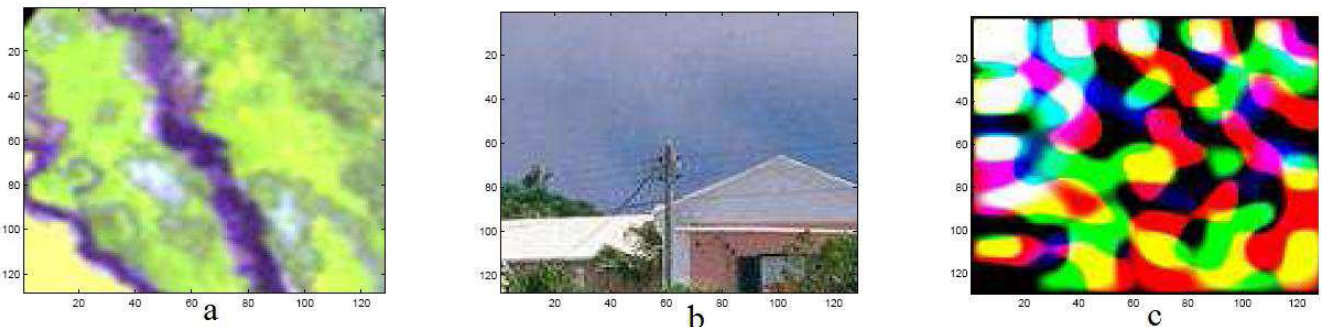


Рисунок 1 – Космический снимок, фотографический снимок и искусственно сгенерированное изображение

Гистограммы распределения значений инварианта I_1 для трех видов тестовых изображений представлены на рисунке 2а, инварианта I_2 – на рисунке 2б, инварианта I_3 – на рисунке 2с.

Замечание. Геометрический смысл инвариантов трехканального изображения заключается в том, что они представляют собой координаты вектора в трехмерном пространстве $\vec{I} = [I_1, I_2, I_3]$ (рис. 3). Для общей линейной группы $GL(2, R)$ разложимый бивектор $p_1 \wedge p_2$ будет определен с точностью до ненулевого множителя, следовательно, в качестве инварианта выступает направление бивектора, т.е. инвариантами будут единичные бивектора.

Построим проекции инвариантов тестовых изображений на плоскость XU по секторам (рис.4). Отметим, что в данном распределении по областям точка $(0,0)$ принадлежит области I . Распределение проекций инвариантов по секторам для трех рассматриваемых изображений представлено на рисунке 5.

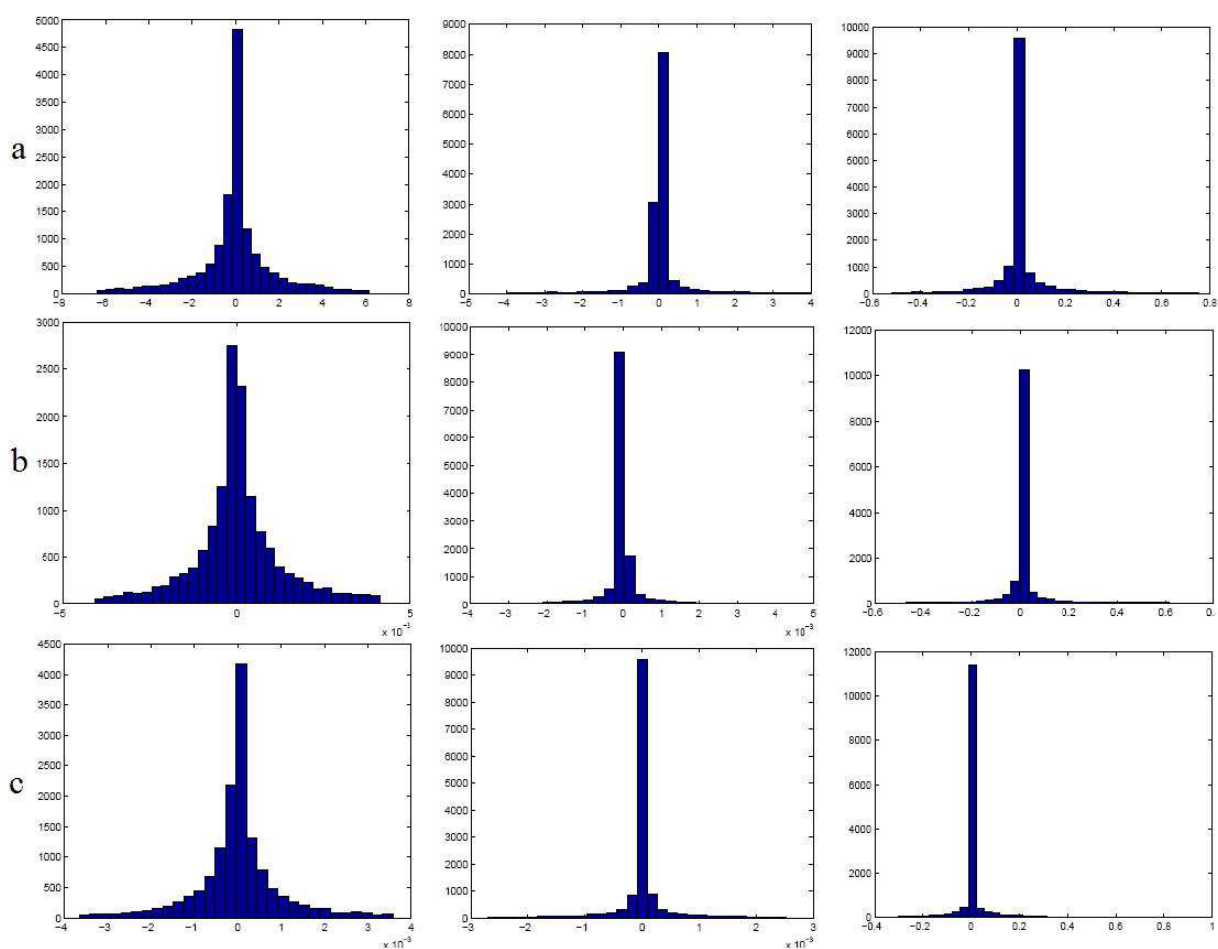


Рисунок 2 – Гистограммы распределения инвариантов I_1, I_2, I_3 для космического снимка, фотографического снимка и искусственно сгенерированного изображения

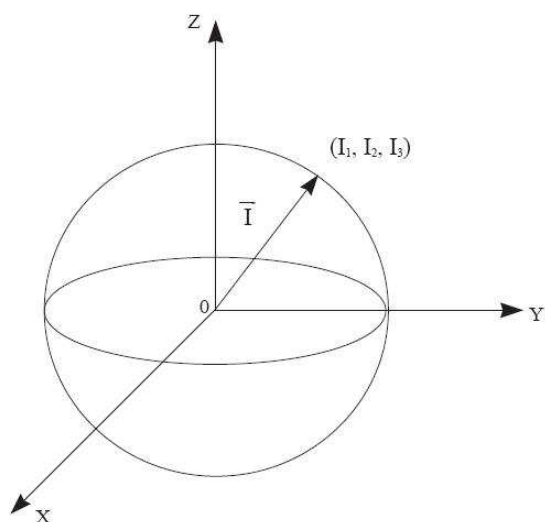


Рисунок 3 – Инварианты трехканального изображения

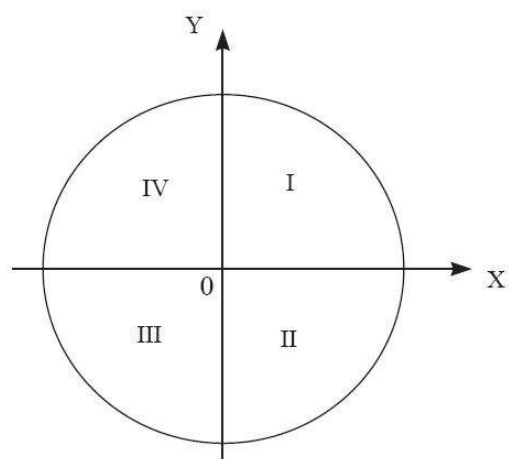


Рисунок 4 – Сектора плоскости

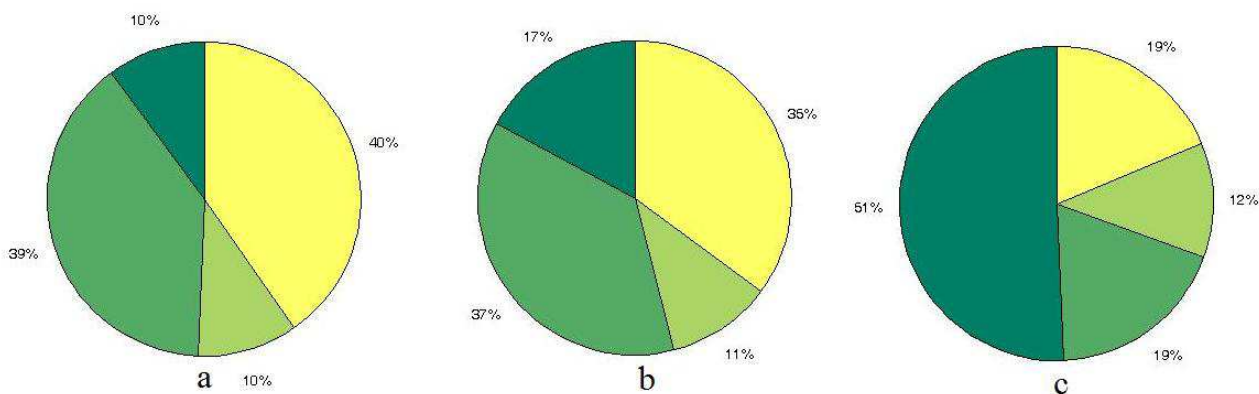


Рисунок 5 – Распределение инвариантов по секторам для космического снимка, фотографического снимка и искусственно сгенерированного изображения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что рассмотренные в данной работе инварианты относительно специальной линейной группы преобразований и калибровки каналов являются эффективными характеристиками как трехканальных, так и N -канальных изображений. Использование инвариантов исключительно первого порядка дает два основных преимущества – позволяет найти достаточно устойчивую относительно шума характеристику и значительно уменьшить сложность метода.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (гос. контракт 02.740.11.0457).

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарина О.В., Славский В.В. Инварианты изображения относительно поворотов и растяжений // Журнал «Вестник СамГУ», Самара. – 2007. – № 9/1. – С. 128–137.
2. Самарина О.В., Славский В.В. Инварианты многоканального изображения / О.В. Самарина, В.В. Славский // Журнал «Известия ОрелГТУ»: Информационные системы и технологии», г. Орел. – 2007. – №4-2/268(535). – С. 47–56.
3. Olver P.J. Equivalence, Invariants and Symmetry. – Cambridge University Press. – 1995. – 537 p.

Самарина Ольга Владимировна

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Доцент кафедры высшей математики

Тел.: 8-909-033-23-98

E-mail: samarina_ov@mail.ru

Славский Виктор Владимирович

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Профессор кафедры высшей математики

E-mail: slavsky@uriit.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.451.83

Д.А. ДАВЫДОВ, А.И. ЗУБАРЕВ, А.А. СИВЕНЦЕВ

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ БИЗНЕС-ПРИЛОЖЕНИЙ,
ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ КАК СЕРВИСЫ

С развитием технологий, а также с изменением экономической ситуации в России и в других странах, все большую популярность стали приобретать бизнес-приложения, запускаемые не на персональных компьютерах и не на внутренних серверах организации-пользователя, а на серверах провайдера данного бизнес-приложения. При создании таких приложений используются как известные технологии из других областей, так и специфичные технологии. В данной статье сформулированы основные технические задачи, возникающие при разработке таких приложений, и опыт авторов по их решению.

Ключевые слова: SaaS; бизнес-приложение; толстый клиент; Ruby on Rails; обезличивание; шифрование на клиенте.

With developing of new technologies and changing of economical situation business software deployment according to Software-as-a-Service model becomes more and more popular. Development of such software makes use of known technologies from other fields and creates new technologies. Here we describe main problems arising in software development and our experience in solving these problems.

Keywords: SaaS; business software; thick client; Ruby on Rails; depersonalization; encryption client.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в России и в других странах становится все более распространенной модель предоставления программного обеспечения, получившая на западе название Software as a Service (SaaS, устоявшегося перевода данного термина на русский язык пока нет) [1]. В соответствии с этой моделью поставщик программного обеспечения либо запускает приложение на своих серверах, тем или иным способом предоставляя пользователям к нему доступ, либо загружает приложение на персональный компьютер, сервер или мобильное устройство пользователя, при этом приложение становится нерабочим либо сразу по окончании использования, либо по истечении договора на использование.

В настоящее время наиболее распространенной технологией реализации данной модели является веб-сервис: поставщик запускает приложение на своих серверах, пользователи работают с приложением через веб-интерфейс с помощью веб-браузера. При такой модели возможны два варианта: либо все функции приложения выполняются на сервере (технология «тонкого клиента»), либо часть из них выполняется на клиенте («толстый клиент»). При «толстом клиенте» функции запускаются на клиенте с помощью веб-браузера с использованием JavaScript и других технологий. Наиболее характерными и известными сервисами, работающими в соответствии с описанной моделью, являются сервисы Google: Google Docs, Google Site и другие. Приложения, работающие по модели SaaS и в настоящий момент не имеющие веб-интерфейса, либо разрабатывались с использованием устаревших технологий, либо предназначены для решения очень нестандартных задач.

В данной статье описаны основные технические задачи, возникающие при разработке бизнес-приложений (то есть приложений для управления хозяйственной деятельностью организации), работающих как веб-сервисы, и опыт авторов по решению этих задач, в том числе, с использованием собственных приемов и технологий.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ

Экономический кризис предъявляет следующие требования к внедряемым в организациях информационным системам управления [2]:

1. Небольшая первоначальная плата за лицензию на использование приложения либо ее отсутствие.
2. Небольшие затраты денежных и других ресурсов на внедрение системы.
3. Очевидная, быстрая и достаточно большая польза от внедрения.

Небольшие бизнес-приложения, предоставляемые как сервис, очень хорошо соответствуют перечисленным требованиям:

1. Как правило, пользователи сервисов не вносят никакую первоначальную плату за использование, вместо нее осуществляют периодические платежи за использование сервиса (абонентская плата).
2. У организации-пользователя нет необходимости в установке и обслуживании серверов для запуска приложения, в поддержке и обновлении программного обеспечения.
3. Указанные бизнес-приложения решают небольшие стандартные управленческие задачи, делают это хорошо отработанными, широко применяемыми способами.

В то же время предоставляемые как сервисы бизнес-приложения могут не вполне удовлетворять следующим традиционным требованиям, предъявляемым к информационным системам:

1. Защита информации. Организация-пользователь сервиса фактически доверяет организации-провайдеру сервиса конфиденциальную информацию о своей деятельности, что приемлемо не для всех.
2. Ограниченные возможности настройки приложения под конкретные задачи пользователя (кастомизация) в силу ориентации сервисов на массового пользователя.
3. Технические сложности при интеграции с другими приложениями пользователя.

Как видно, для крупных организаций перечисленные недостатки в большинстве случаев имеют очень большее значение, в то время как достоинства, напротив, не столь значимы. Для малых организаций наоборот: указанные достоинства, в отличие от недостатков, являются очень существенными. Таким образом, бизнес-приложения, предоставляемые как сервис, в настоящее время востребованы большим числом малых организаций и разработка таких приложений является весьма актуальной темой.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

При разработке авторы отталкивались от опыта создания бизнес-приложений для крупных организаций. В таблице 1 представлены сравнительные характеристики для традиционных бизнес-приложений и для бизнес-приложений, предоставляемых как сервис.

Часто одна и та же организация-провайдер предоставляет несколько бизнес-приложений в виде сервисов, предназначенных для решения различных управленческих задач. Эти сервисы, как правило, имеют собственные базы данных

(БД), а также общую БД, где хранятся их общие данные. Создание такой общей БД, организация доступа к ней приложений – нетривиальная задача.

Таким образом, при разработке бизнес-приложений, предоставляемых как сервисы, возникают следующие задачи:

1. Оптимизация работы приложения.
2. Интеграция с локальными приложениями пользователя.
3. Защита информации.
4. Интеграция сервисов, находящихся «на одной площадке» (например, через общую базу данных).

Таблица 1 – Сравнение бизнес-приложений двух типов

Бизнес-приложения, работающие в крупных организациях	Бизнес-приложения, предоставляемые как массовые сервисы
Все подобные приложения либо разрабатываются под заказ для конкретной организации, либо имеют большое количество настроек, позволяющих гибко настраивать приложения с учетом разнообразной специфики организаций.	На практике приложения в большинстве случаев не имеют существенных настроек, при этом пользователям предлагается несколько заранее заданных конфигураций приложения, адаптированных для разных типов организаций.
Требования по быстродействию предъявляются не очень жесткие, поскольку стоимость программного обеспечения сравнима со стоимостью аппаратных средств, то есть организации часто проще и дешевле задействовать дополнительные вычислительные мощности, чем установить оптимизированное программное обеспечение.	Работа приложения должна быть максимально оптимизирована, поскольку на ограниченном числе серверов организации-провайдера сервиса должно работать наибольшее число пользователей.
Как правило, индивидуально настраивается тесная интеграция с другими приложениями, работающими в организации.	О какой-либо сложной интеграции с приложениями, установленными у пользователя локально, в большинстве случаев речи не идет; как правило, обмен данными (если он есть) осуществляется через обмен файлами.
Поскольку приложение запускается на серверах организации-пользователя, задача защиты информации сводится, во-первых, к недопущению несанкционированного доступа к серверу, во-вторых, защите информации при передаче; и для того, и для другого существует большое количество стандартных решений.	Требования предъявляются те же, что и для бизнес-приложений крупных организаций; кроме того, поскольку организация-пользователь фактически размещает конфиденциальную информацию о своей деятельности на серверах сторонней организации-провайдера, желательно обеспечить защиту информации и от самого провайдера, то есть информация на сервере должна быть размещена так, чтобы даже администратор сервера, не зная пароль пользователя, не мог получить информацию.
Большинство приложений либо имеют помимо основного интерфейса еще и веб-интерфейс, либо только веб-интерфейс.	Интернет-сервисов, не имеющих веб-интерфейса, в настоящее время нет.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ

В работе авторов основным направлением оптимизации работы приложения была передача вычислительной нагрузки на клиента (создание «толстого клиента»).

Прежде всего, на клиента был передан рендеринг, причем работу клиента это не замедлило. Рендеринг был реализован с помощью JavaScript-библиотеки jQuery. В ходе тестов выяснилось, что различные страницы, реализованные с использованием данной библиотеки, «рендерятся» в браузерах Microsoft Internet Explorer и Mozilla Firefox в один-два раза быстрее, чем аналогичные HTML-страницы.

Была реализована «интерактивность» клиента. Например, при нажатии кнопки «Редактирование карточки объекта» все поля карточки начинают отображаться как редактируемые, при этом серверу не отправлялось никакого запроса на редактирование (поскольку вся необходимая информация на клиенте уже присутствует). После завершения редактирования все отредактированные данные отправляются одним пакетом.

Кроме того, предварительная валидация данных производится на клиенте без участия сервера: непосредственно во время редактирования формы запускаются JavaScript-функции проверки введенных значений, неправильно введенные значения помечаются соответствующим цветом. На практике все это снижает количество запросов к серверу и также ускоряет работу пользователя.

Как известно, приложения, созданные с использованием более высокоуровневых средств разработки, работают медленнее. При разработке бизнес-приложений для крупных организаций авторами использовались специализированная платформа NauKernel, позволяющая достаточно быстро разрабатывать и настраивать подобные приложения. Созданные с помощью такого рода платформ приложения имеют высокую ресурсоемкость, так как содержат обработку большого числа параметров настройки. Поскольку при разработке сервисов подобных механизмов не требовалось, было принято решение отказаться от таких «тяжелых» платформ и взять для использования более «легкую» платформу «Ruby on Rails».

ИНТЕГРАЦИЯ С ЛОКАЛЬНЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

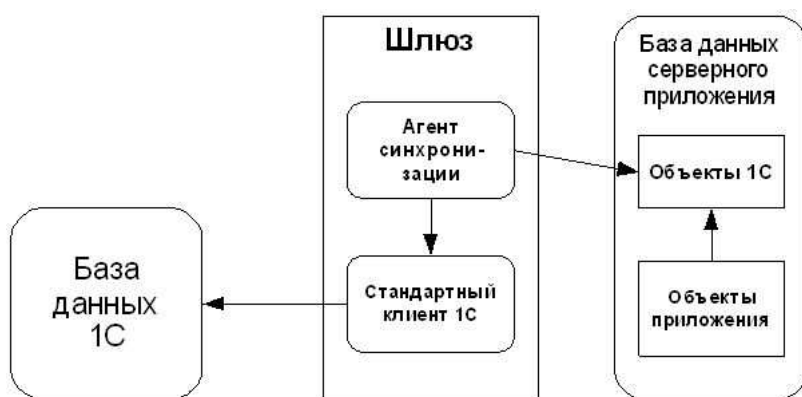


Рисунок 1 – Шлюз для синхронизации БД

Маркетинговые исследования, проведенные с участием авторов, показывают, что подавляющее большинство малых организаций либо не используют никаких компьютерных приложений, либо используют приложения 1С и маленькие свободно распространяемые локальные приложения с минимальным функционалом. Интегрироваться с последними, во-первых, очень сложно,

во-вторых, нет особой необходимости. Таким образом, вопрос в основном встает об интеграции с 1С.

Наиболее простой способ заключается в обмене файлами: в приложении настраивается генерация файлов с данными в собственном формате или формате

соответствующей конфигурации 1С, а так же загрузка файлов указанных форматов.

Для непосредственной синхронизации баз данных (без обмена файлами) авторами был разработан специальный шлюз (рис. 1).

Шлюз является клиентским приложением, состоящим из двух частей: агента синхронизации и стандартного клиента 1С. Агент синхронизации взаимодействует с БД приложения посредством SQL, с клиентом 1С – посредством OLE. Преимуществом данной архитектуры является безопасность: внешний доступ к БД 1С можно получить лишь через агента синхронизации. Общие проблемы синхронизации БД 1С и реляционных БД очень широко обсуждаются, потому не будем их здесь касаться.

Основная проблема использования шлюза – каким образом пользователям дать доступ к базе данных сервисного приложения. На данный момент приемлемого решения данной проблемы авторами не найдено.

Шлюз нашел применение при решении одной нестандартной задачи: в случае, если пользователь бизнес-приложения пользуется услугами внешней (аутсорсинговой) бухгалтерии, обслуживающая его бухгалтерская компания может установить себе данный шлюз, благодаря чему пропадет необходимость вводить в 1С некоторые данные о хозяйственной деятельности пользователя бизнес-приложения, они будут загружаться туда автоматически.

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

С целью исключения возможности получения администратором хранящейся на сервере информации пользователей могут применяться два приема: шифрование на стороне клиента и обезличивание.

Наиболее простой и надежный способ шифрования на клиенте – использование JavaScript-реализации алгоритма MD5: данные во всех текстовых и числовых полях, которые пользователь заполняет при работе с системой, шифруются на клиенте, таким образом на сервер приходят уже зашифрованные данные, которые, не зная ключ, расшифровать невозможно. Если при работе с приложением необходимо загружать на сервер различные файлы (например, отсканированные версии документов), эти файлы можно шифровать на клиенте с использованием стандартных криптографических средств, например, CryptoPro. Причина, по которой авторы отказались от шифрования на клиенте, состоит в невозможности сортировки в базе данных зашифрованных значений и фильтрации по части строки, что сильно снижает удобство использования приложения.

Обезличивание в простейшем случае состоит в том, что для каждого пользователя в базе данных создается отдельная схема, при этом название схемы формируется на основе пароля пользователя. Столь простая реализация не очень эффективна, поскольку, например, если злоумышленнику известно имя руководителя организации, он может найти в базе данных схему, где указано данное имя, и получить из нее все данные по организации. Более сложный и эффективный вариант – поместить все таблицы всех пользователей в одну схему и присвоить каждой таблице название, формируемое на основе пароля пользователя и порядкового номера таблицы. Еще более сложный вариант – свести соответствующие таблицы всех пользователей в одну, для каждой строки таблицы указать идентификатор, сформированный на основе пароля пользователя и, например, идентификатора объекта, к которому относится строка. Однако все эти методы увеличивают нагрузку на БД, снижают эффективность кэширования и ограничивают возможности оптимизации SQL-запросов, а потому должны применяться с осторожностью.

ИНТЕГРАЦИЯ СЕРВИСОВ МЕЖДУ СОБОЙ

Интеграция разрабатываемых авторами бизнес-приложений для крупных организаций производится следующим образом: если приложению А требуются данные об объектах из приложения В, приложение А делает запрос на них через веб-сервис приложения В; если приложению В требуются данные приложения А, то, соответственно, В запрашивает А. Такая схема оправдана, если интегрируются 2-3 больших приложения. С увеличением количества и уменьшением размеров приложений она становится очень затратной, поскольку количество связей между приложениями быстро возрастает.

Для сервисных приложений авторами была разработана следующая схема интеграции. Создается общая база данных, в которой содержатся все публичные объекты всех интегрируемых приложений. При каждом изменении своих объектов приложение публикует их в общей БД. При этом ведется лог всех изменений, благодаря чему приложение, которому требуются данные из общей БД, сначала «просматривает» лог на предмет изменений соответствующих объектов, после этого, если изменения были внесены, считывает данные о соответствующих объектах. Описанная схема требует большое количество вычислительных ресурсов на изменение и публикацию данных, но при этом запрос измененных данных обходится очень дешево: на практике большинство из них составляют запросы лога о наличии изменений, на которые поступает ответ о том, что изменений нет.

ВЫВОДЫ

Разработка бизнес-приложений, предоставляемых как сервис и ориентированных на малый бизнес, является очень актуальной темой. Задачи, возникающие в ходе разработки, решаются в основном с помощью имеющихся средств веб-разработки, кроме того, применяются специфичные для данных задач решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_Service
2. <http://expert.ru/printissues/ural/2009/23/rastishka/>

Давыдов Денис Александрович

Уральский государственный технический университет – УПИ, г. Екатеринбург

Аспирант кафедры вычислительной техники

Тел.: (343) 378-31-76 доб.2369

E-mail: davydovd@gmail.com

Зубарев Александр Игоревич

ЗАО «Наумен»

Ведущий инженер-программист

Тел.: (343) 378-31-76

E-mail: azubarev@naumen.ru

Сивенцев Алексей Анатольевич

ЗАО «Наумен»

Руководитель системного проектирования

Тел.: (343) 378-31-76

E-mail: asiventsev@naumen.ru

УДК 004.032

А.Д. ИВАННИКОВ, В.И. ХРАМОВ

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ МОРФИЗМ МНОГОУРОВНЕВОГО
КОНСОРЦИУМА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОРТАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ**

Статья посвящена исследованию образовательных порталов, нерегулярных функций и множеств с использованием возможностей теории фракталов. Предложен инструментарий для индикации морфизма через корреляционную энтропию и фрактальную размерность, в том числе, в реперных точках и для странных аттракторов. Введено понятие корреляционной энтропии для оценки энтропии сложных информационных систем и порталов, выявлена возможность применения энтропии Шеннона и условной энтропии для аддитивных систем.

Ключевые слова: фракталы; корреляционная энтропия; аттрактор; морфизм; диссипативные системы.

Article is devoted research of educational portals irregular functions and sets with use of possibilities of the theory of fractals. The toolkit for morphism indication through correlation entropy and fractal dimension, including in reper points and for strange attractors is offered. The concept of correlation entropy is entered for an estimation entropy of complex information systems and portals, identified possibility of application of Shannon entropy and conditional entropy for additive systems is revealed.

Keywords: fractals; correlation entropy; attractors; morphism; dissipative systems.

В настоящее время изучение нерегулярных функций и множеств с использованием возможностей теории фракталов стало особенно актуально ввиду того, что они наиболее точно отображают различные процессы, в том числе, и природные. Авторы настоящей статьи исходили из предположения, что и в теории информационных систем фрактальная теория может оказаться продуктивной в описании и регулировании свойств, функций и состояний этих систем и образовательных порталов. Собственно, потребность в обновлении сложившейся существующей многогранной теории информационных систем продиктована тем немаловажным обстоятельством, что на смену простым информационным системам приходят сложные многоуровневые системы и порталы со всеми присущими им непредсказуемыми в процессе проектирования нелинейностями, динамическими изменениями и переходами, коллапсами или их угрозами. При этом разрушаются основы основ моделирования простых информационных систем, такие, как их неперемные аддитивность, мажоритарность и эргодичность [литературный источник №1]. Явно выраженные аддитивные свойства сменяются диссипативными, то есть системы из аддитивных превращаются в диссипативные или занимают некое промежуточное положение между ними, скорее всего относясь к разновидностям адаптивных (гибких, настраиваемых и самонастраиваемых) систем.

Для исследования такого рода переходов и дрейфов именно фрактальная теория и возникающее в связи с ее использованием построение весьма наглядных аттракторов представляются авторам настоящего исследования весьма привлекательными и интересными, тем более, что решений в этой конкретной области применения фрактальной теории в научной литературе чрезвычайно мало. Дополнительной побудительной причиной является и то обстоятельство, что природа многих явлений и

процессов, происходящих в сложных информационных системах и порталах в период их полного жизненного цикла, многими авторами интерпретируется в математических моделях, использующих нерегулярные множества.

Фракталы являются примером изучения таких нерегулярных множеств. Здесь уместно отметить, что теория фракталов получила распространение в различных областях, в том числе, нелинейной динамике, теории солитонов, изучении динамических процессов в сложных технических системах. Так, динамические фракталы используются для обозначения регулярных множеств, геометрически представляющих собой самоподобные структуры (в классической модели Мандельборта – объединения одинаковых непересекающихся подмножеств, подобных исходному множеству). Следовательно, при выстраивании архитектур сложных информационных систем они могут быть использованы как аналог простых древовидных структур. Такую линию можно проводить при рассмотрении появления стохастических возмущений в регулярном математическом древовидном фрактале. Таким образом, можно интерпретировать H-фрактал как индикатор отображения различных возмущений и переходов, сопровождающих функционирование или проектные надстройки архитектуры при проектировании сложных информационных систем.

В диапазоне полного жизненного цикла могут возникать (быть предусмотренными) переходы состояний от аддитивного к диссипативному. Такие переходы сопряжены с неизбежным перерастанием информационного морфизма от энтропийного состояния до детерминированных оценок и описаний. Детерминированность сложных информационных систем будет определяться корреляционной энтропией [литературный источник №2] или информационной размерностью, которая в той или иной мере учитывает частоту попадания точки множества в элемент разбиения объекта. Числовое значение энтропии является количественной характеристикой степени хаотичности системы. Корреляционная энтропия может быть определена через корреляционный интеграл на основе рассмотрения не только его зависимости от расстояния r между точками аттракторов, но и от размерности фазового пространства n . При этом полагают, что:

$$(r, n) : r^d \exp(-nK), \quad (1)$$

где K – корреляционная энтропия,
 d – размерность фрактала.

Корреляционный интеграл, показывающий относительное число пар точек аттрактора, находящихся на расстоянии, не большем r , описывается следующим образом:

$$C(r) = \frac{1}{m(m-1)/2} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=i+1}^{m-1} \theta(r - p(x_i, x_j)), \quad (2)$$

где θ – функция Хевисайда [литературный источник №3],
 p – расстояние в n -мерном фазовом пространстве,
 m – число точек x_i на аттракторе,
откуда следует:

$$k(r, n) = 1n \frac{C(r, n)}{C(r, n+1)}. \quad (3)$$

Здесь корреляционная энтропия K аппроксимируется в приемлемом диапазоне значений r и n .

Характерное время, на которое может быть предсказано поведение системы, в том числе, сложной информационной системы, обратно пропорционально энтропии

Колмогорова. При этом, если энтропия достигает нуля, то система становится полностью детерминированной (критерий минимума производства энтропии).

В сравнении с ранее принятыми показателями энтропии (энтропии информации, энтропии потока и др.) средняя энтропия сообщения для независимых случайных событий x с n возможными состояниями (от 1 до n) рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{corr}}(x) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_a p(i). \quad (4)$$

Такой подход позволяет представить энтропийные описания функционала сложных систем в привычной, широко распространенной ранее форме записи. Тогда величина $\log_a \frac{1}{p(i)}$ является частной энтропией, характеризующей только i -е состояние, что не противоречит приведенному выше модельному подходу с использованием фрактальной теории. Соответственно, энтропия события x рассматривается как сумма с противоположным знаком всех произведений относительных частот появления события i , умноженных на их же двоичные логарифмы (для удобства работы с информацией, представленной в двоичной форме $a = 2$). Это определение, отраженное рядом публикаций, в том числе, материалами Википедии, для дискретных случайных событий можно расширить для функции распределения вероятностей. При этом в моделях подхода, базирующихся на применении теории фракталов, сохраняются известные свойства, относимые к энтропии:

1. Мера корреляционной энтропии должна быть непрерывной; то есть изменение значения величины вероятности на малую величину должно вызывать малое результирующее изменение функции, но на фрактальных геометрических отображениях вероятно возникновение визуальных признаков заметной деформации внешности фракталов.
2. В случае, когда все варианты равновероятны, увеличение количества вариантов должно всегда увеличивать значение функции корреляционной энтропии, причем каждый вариант имеет отличающуюся от других геометрическую фрактальную интерпретацию.

Соответственно, функция корреляционной энтропии H должна удовлетворять условиям:

1. $H_{\text{corr}}(p_1, \dots, p_n)$ определена и непрерывна для всех p_1, \dots, p_n , где $p_i \in [0, 1]$ для всех $i = 1, \dots, n$ и $p_1 + \dots + p_n = 1$ (функция зависит только от распределения вероятностей).
2. Для целых положительных n должно выполняться следующее неравенство:

$$H_{\text{corr}}\left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right) < H_{\text{corr}}\left(\frac{1}{n+1}, \dots, \frac{1}{n+1}\right). \quad (5)$$

3. Для целых положительных b_i , где $b_1 + \dots + b_k = n$, должно выполняться равенство:

$$H_{\text{corr}}\left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right) = H_{\text{corr}}\left(\frac{b_1}{n}, \dots, \frac{b_k}{n}\right) + \sum_{i=1}^k \frac{b_i}{n} H_{\text{corr}}\left(\frac{1}{b_i}, \dots, \frac{1}{b_i}\right). \quad (6)$$

Для корреляционной энтропии фрактальной теории единственная функция, удовлетворяющая этим требованиям, имеет вид, аналогичный функциям, отписывающим относительную энтропию информации, а именно:

$$-K \sum_{i=1}^n p(i) \log_a p(i), \quad (7)$$

где K – константа (нужна только для выбора единиц измерения).

Отметим при этом, что измерение энтропии $H_{\text{согг}} = -p_1 \log_2 p_1 - \dots - p_n \log_2 p_n$, применяемое к источнику информации, может определить требования к минимальной пропускной способности канала, требуемой для надёжной передачи информации в виде закодированных двоичных чисел. Корреляционная энтропия является разницей между информацией, содержащейся в сообщении, и той частью информации, которая точно известна (или хорошо предсказуема) в сообщении.

Таким образом, жизнеспособность (или устойчивость) макросистемы, интерпретирующей сложную информационную систему, оценивается на основе выбранных показателей, представленных временными рядами, с помощью критерия минимума производства энтропии.

Определение корреляционной размерности и энтропии может осуществляться для мультифракталов – неоднородных фрактальных объектов, которые имеют не только геометрические, но и статистические характеристики. Другими словами, неоднородные фракталы имеют неравномерное распределение точек множества или разную плотность множества. Поэтому при исследовании мультифракталов рассматривают обобщенную фрактальную размерность, но в связи со спецификой мультифракталов для анализа сложных информационных систем и образовательных порталов, видимо, лучше использовать функцию мультифрактального спектра или спектр сингулярностей мультифрактала. Величина функции мультифрактального спектра равна хаусдорфовой размерности D некоторого однородного фрактального подмножества из исходного множества, которое дает доминирующий вклад в статистические характеристики множества. Поэтому в первом приближении можно считать, что D является фрактальной размерностью относительно однородных фракталов в мультифрактальном множестве.

Таким образом, к основным характеристикам фрактала относятся его размерности: обобщенная или хаусдорфова, корреляционная и информационная.

Исходя из размерности фрактала, можно гипотезировать, что фракталы, имеющие размерность, отличную от неопределенной, обладают свойством детерминированности.

Динамический хаос в фрактальной структуре может быть обусловлен возможностью образования стохастических процессов в результате взаимодействия с окружающей средой, приводящих к бесконечной последовательности бифуркаций, инвариантных процессов с условно-периодичной частотой (последовательность таких периодов приводит к появлению странных аттракторов – точек, соответствующая устойчивым состояниям нелинейного динамического процесса в рассматриваемой системе).

Однако заметим, что среди странных аттракторов встречаются аттракторы, в которых прогнозирование траектории, попавшей в аттрактор, затруднено, поскольку малая неточность в начальных данных через некоторое время может привести к сильному расхождению прогноза с реальной траекторией. Если траектория прошла достаточно близко к аттрактору, то со временем она уже не покинет окрестность аттрактора, и даже будет подходить к нему всё ближе и ближе, то есть будет наблюдаться эффект притяжения к аттрактору, приносящий в траекторию функции поведения сложных информационных систем и образовательных порталов ту или иную степень неустойчивости, которая служит причиной развития стохастичности исходной системы.

Также авторами показаны возможность и перспектива применения в теории и практике алгебраических и геометрических фракталов для исследования перехода из аддитивного в диссипативное состояние сложных информационных систем.

При исследовании в условиях, приближенных к реальным условиям функционирования, реперные и другие точки исследования, которые, как авторы показывают в статье, возможно использовать для выявления границ изменения морфизма систем, такими областями для динамических систем являются различные странные аттракторы:

1. Максимальный аттрактор, где для динамической системы задана область U , которая переводится строго внутрь себя динамикой:

$$f(U) \subset U, \quad (8)$$

тогда максимальным аттрактором системы в ограничении на U является пересечение всех его образов под действием динамики:

$$A_{\max} = \bigcap_{n=1}^{\infty} f^n(U). \quad (9)$$

У этого определения есть два недостатка. Во-первых, для его применения необходимо найти поглощающую область. Во-вторых, если такая область была выбрана неудачно (содержала отталкивающую неподвижную), то в максимальном аттракторе будут точки, около которых несколько раз подряд оказаться нельзя.

2. Неблуждающее множество – точка x динамической системы, если итерации некоторой её окрестности U никогда эту окрестность не пересекают.

Точка является блуждающей, если у неё есть окрестность, которую любая траектория может пересечь только один раз. Множество всех точек, не являющихся блуждающими, называется неблуждающим множеством.

$$A_n > 0, f^n(U) \cap U = 0. \quad (10)$$

3. Статистический аттрактор определяется как наименьшее по включению замкнутое множество A_{stat} , в окрестности которого почти все точки проводят почти всё время: для любой его окрестности U для почти любой (в смысле меры Лебега) точки x выполнено:

$$\frac{1}{N} = \{j \leq N | f^j(x) \in U\} \rightarrow 1, N \rightarrow \infty. \quad (11)$$

4. Минимальный аттрактор определяется как наименьшее по включению замкнутое множество A_{min} , в окрестности которого почти вся мера Лебега проводит почти всё время: для любой его окрестности U выполнено:

$$\frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} (f^j(Leb))(U) \rightarrow 1, N \rightarrow \infty. \quad (12)$$

В данных точках авторы предлагают фрактальное сжатие сетевого трафика для серверных сетей, причем с возможностью регулирования по расстоянию между узлами:

$$\langle l \rangle: 1nN, \quad (13)$$

где l – расстояние между узлами, N – количество узлов.

Таким образом, по материалам настоящей статьи можно сделать предварительный вывод, что даже в самом первом приближении видна наглядность использования фрактальной теории в моделировании сложных информационных систем. Представление динамических процессов в них фракталами позволяет оценивать значение корреляционной энтропии свойств, состояний и функций сложных информационных систем и порталов, наблюдать динамику изменений, меру и пороги перехода сложных

информационных систем из исходного аддитивного состояния в диссипативное и, наконец, в процессе сопровождения информационных систем на всем их жизненном цикле предвидеть и, по возможности, предотвращать системные коллапсы, опасность возникновения которых индицируется как развитие, приближающее траекторию функции к появлению странного аттрактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мордвинов В.А., Петров К.А. Онтология информационных систем: – ОФАП, 2005. – 253 с.
2. Соловьев Ю.Л. Энтропийные методы оценки устойчивости. – 2005. – 10 с.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике – М.: Мир, 1989. – 912 с.
4. Sanders J.A., Verhulst F. Averaging methods in nonlinear dynamical systems – Springer, 1985. – 247 с.
5. Принципы построения и описания профилей стандартов и спецификаций информационно-образовательных сред. Метаданные для информационно-образовательных ресурсов сферы образования / А.Н. Тихонов, В.Н. Азаров, А.Б. Антопольский, А.И. Башмаков, В.Н. Белозеров, М.В. Булгаков, А.Д. Иванников, А.О. Кривошеев, Д.В. Куракин, А.В. Манцивода, Б.М. Позднеев, В.А. Старых, Ю.М. Тараскин, Г.А. Федорова. – Москва, 2009 – 373 с.
6. Мордвинов В.А., Силаев А.В. «Семантико-энтропийное моделирование – основа анализа и регулирования информационного морфизма современных вертикальных образовательных порталов» под ред. проф. А.С. Сигова. – М., 2005. – 60 с. – (Новые информационные технологии в образовании: Аналитические обзоры по основным направлениям развития высшего образования / НИИВО; вып.4) Зарегистрировано в ОФАП 15.06.2005, № 588-И.
7. Габидулин Э.М., Пилипчук Н.И. Лекции по теории информации. – М.: МФТИ, 2007. – С. 16. – 214 с. – ISBN 5-7417-0197-3.
8. Лебедев Д.С., Гармаш В.А. О возможности увеличения скорости передачи телеграфных сообщений. – М.: Электросвязь, 1958.
9. Yu.S.Ilyashenko, Global Analysis of the Phase Portrait for the Kuramoto-Sivashinsky Equation, Journal of Dynamics and Differential Equations, Vol. 4, No. 4, 1992.
10. A. Gorodetski, Yu. Ilyashenko, Minimal and strange attractors, International Journal of Bifurcation and Chaos, vol. 6, no. 6 (1996), pp. 1177–1183.
11. Городецкий А.С. Минимальные аттракторы и частично гиперболические множества динамических систем. – Дисс. к. ф.-м. н., МГУ, 2001.

Иванников Александр Дмитриевич

ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика»

Доктор технических наук, профессор

Первый заместитель директора ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика»

Тел.: (495) 614-37-03, 656-45-20

E-mail: adi@informika.ru

Храмов Владимир Игоревич

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), г. Москва

Ассистент кафедры «Технических и информационных средств систем управления»

Тел.: (926)270-21-32

E-mail: lider404@rambler.ru

УДК 004.738.5:347.771

Д.В. КОМОЛОВ

**ПАТЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СОСТОЯНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ**

На основе патентного исследования произведена оценка отечественной изобретательской деятельности в области диагностирования телекоммуникационных средств за последние шестнадцать лет. Представлены варианты выбора критериев при оценке различных технических решений.

Ключевые слова: патентное исследование; диагностирование; критерии.

Overall results of late sixteen years patent analysis in telecommunications equipment diagnostics are given in article. A few of engineering solutions criteria decision are considered too.

Keywords: patent analysis; diagnostics; criteria.

При выборе показателей и критериев оценки эффективности функционирования технических систем или оценки качества этих систем перед исследователем встает задача определения из всего доступного множества показателей и критериев наиболее существенных. Эти показатели и критерии должны отражать сущность требований к технической системе или процессу со стороны потенциального заказчика или потребителя данной технической системы или услуг, ею представляемых. Исследование вопросов выбора показателей и критериев оценки качества и эффективности представляет практический интерес.

Большинство показателей и критериев, определяющих основные требования к системе или процессу, определены в различных стандартах как государственного, так и международного масштабов. Так, в ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика. Термины и определения» определены следующие показатели и характеристики диагностирования [1]:

- продолжительность диагностирования;
- достоверность диагностирования;
- полнота диагностирования;
- глубина поиска места отказа;
- условная вероятность необнаруженного отказа при диагностировании;
- условная вероятность ложного отказа при диагностировании;
- условная вероятность необнаруженного отказа в данном элементе;
- условная вероятность ложного отказа в данном элементе.

Из них только первые два показателя оцениваются количественно. Характеристики полноты диагностирования и глубины поиска места отказа носят больше качественный характер. По крайней мере, определить их количественно довольно сложно. Условные вероятности аналогичны вероятностям ошибок первого и второго рода при статистических методах распознавания, при этом пара условных вероятностей необнаруженного отказа относится к ошибкам первого рода, а группа условных вероятностей ложных отказов составляет группу ошибок второго рода. Данные ошибки при диагностировании могут возникать при переходе от измеренных

физических величин диагностируемого объекта к определению конкретного класса состояния технического объекта из всего множества классов.

Если система включает в себя несколько показателей качества, то ограничения их предельных значений, а также ранги предпочтительности по отношению друг к другу устанавливаются на основе опыта проектирования и эксплуатации или в результате использования метода экспертных оценок [2].

Альтернативный исчерпывающий перечень требований потребителей к любому виду продукции может быть установлен путем изучения описаний изобретений, связанных с усовершенствованием данного вида продукции [3]. Эти требования обычно сводятся к требованиям улучшения технико-экономических показателей устройств и процессов. Кроме того, анализ содержащейся в описаниях на изобретения информации позволяет ранжировать эти требования по степени их значимости для потребителя. Такое упорядочение требований осуществляется, исходя из предпосылки: чем чаще изобретатели в качестве цели или задачи изобретения формулируют требование улучшения какого-либо технико-экономического показателя (ТЭП), тем более важен он для потребителей.

Технический уровень (уровень качества) может быть представлен следующими общими показателями [4]:

- эффективность или качество процесса;
- производительность или интенсификация процесса;
- экономичность, которая характеризуется затратами ресурсов для осуществления процесса;
- показатель надежности устройства;
- материалоемкость устройства;
- эргономические показатели (удобство использования).

Указание на технический результат, обеспечиваемый изобретением, содержится не только в полном описании изобретения, но и в реферате изобретения, составленном в соответствии с требованиями Роспатента [5].

Вся патентная документация периодически публикуется в бюллетенях Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. В электронном виде свободно доступны обычно последние три бюллетеня по адресу в Интернете <http://www.fips.ru> (портал Федерального института промышленной собственности). Для юридических и физических лиц доступна подписка в Роспатенте на оптических носителях с записью полных описаний изобретений к патентам, однако стоимость их доступна не всем организациям и малым предприятиям.

Патентное исследование по установлению требований к объекту исследования можно осуществлять по трем основным направлениям, каждое из которых определяется способом поиска патентной информации и источником этой информации.

В качестве первого направления источником патентной информации является база данных Федерального института промышленной собственности «Рефераты российских документов за 1994–2009 (рус.)» с бесплатным доступом к ней со стороны пользователей Интернета. Поиск информации в данной базе осуществляется с помощью ключевых слов основной области поиска или по другим признакам, в качестве которых могут выступать: названия изобретений, номера публикаций, даты публикаций, регистрационные номера заявок, даты подачи заявок, основной индекс международного патентного кода (МПК), дополнительный индекс МПК, имена заявителя, изобретателей или имена патентовладельцев, либо комбинации этих поисковых элементов.

На рисунке 1 представлены результаты поиска по ключевым словам «контроль and диагностирование» в виде списка номеров патентных документов, дат их опубликования в бюллетенях Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, названий соответствующих изобретений. В ответе на запрос также формулируется ответ по количеству найденных в базе данных документов, в нашем случае это число составило 188 патентных документов. Раскрывая ссылки, соответствующие названиям документов, можно получить информацию, достаточную для принятия решения о необходимости полного описания изобретения или о том, что для целей проводимых исследований достаточно ограничиться использованием только тех сведений об обнаруженном патенте, которые уже имеются.

В отчет по поиску при данном способе запроса могут попадать ссылки на изобретения, не связанные с требуемым запросом. Дополнение ключевых слов уточняющими понятиями резко сужает поле доступной для исследования информации, что негативно сказывается на результатах анализа.

РОСПАТЕНТ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

Выбор БД для поиска
Поиск
Уточнить запрос
Найденные документы
Документ
Настройки
Выход

Список найденных документов

Найдено 188 документов

Поиск проведен в базе данных "Рефераты российских изобретений"

Поисковый запрос:

Поле	Значение
Основная область запроса	контроль and диагностирование

1 2 3 4 5 6 7 8

- 2373547 2009.11.20 СПОСОБ ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБМОТОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ (ВАРИАНТЫ)
- 2372667 2009.11.10 СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ БЕСПРОВОДНОГО ПОЛЕВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА
- 2369506 2009.10.10 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ
- 2368935 2009.09.27 УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ
- 699906 2005.11.10 СПОСОБ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
- 2365966 2009.08.27 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
- 2365892 2009.08.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА ОДНОРАЗОВЫХ И КРОТКОРЕСУРСНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
- 2365891 2009.08.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
- 2363935 2009.08.10 СПОСОБ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ И ВИБРАЦИИ СУДА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
- 2362661 2009.07.27 СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСА ЛОПАТОК БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯ
- 2360148 2009.06.27 СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
- 2356771 2009.05.27 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВАГОННЫХ БУКС
- 2353938 2009.04.27 КОНТРОЛЛЕР ДИАГНОСТИРОВАНИЯ N ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ
- 2352916 2009.04.20 СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТА В СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ
- 2352807 2009.04.20 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ФОРСУНОК
- 2350833 2009.03.27 СПОСОБ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТРУБОВОДА
- 2347259 2009.02.20 УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ
- 2346246 2009.02.10 КОМПЕНСАТОР ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА СО СЧЕТЧИКОМ ТОПЛИВА В ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМАХ ДВИГАТЕЛЕЙ
- 2345492 2009.01.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ СВЯЗИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ
- 2340095 2008.11.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ
- 2339938 2008.11.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
- 2338652 2008.11.20 СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТОРМОЗА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
- 2336566 2008.10.20 СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И СИСТЕМА ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ
- 2334990 2008.09.27 СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩИХ ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕЕ ПРЯМОЙ Г-ОБРАЗНОЙ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ
- 2334897 2008.09.27 СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УРАВНОВЕШЕННОСТИ ПРИВОДА ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА

1 2 3 4 5 6 7 8

Рисунок 1 – Результат поиска по ключевым словам «контроль and диагностирование»

Свободным от данного недостатка является многоступенчатый поиск. Вначале определяется группа МПК, а затем в пределах этой группы осуществляется поиск по ключевым словам. Ограничение группой МПК позволит определить отраслевую направленность дальнейшего поиска. В качестве основы для поиска выступает

справочно-поисковый аппарат (СПА) к описаниям изобретений [6], представляемый Роспатентом по подписке. Справочно-поисковый аппарат позволяет определить библиографические данные изобретений по выбранной группе МПК и наименованию. Полное описание требуемых изобретений находим в ретроспективных комплексах описаний за необходимое количество лет или в полнотекстовой базе данных по изобретениям БД RUPAT [7].

Наиболее полный доступный список патентов с их описаниями является основой динамического ряда патентованных изобретений, отражающих общую динамику развития способов и устройств. При задании в СПА группы МПК значения Н 4 В17/00 и наименования «контроль, диагностирование» получен динамический ряд патентов, сведенный в таблицу 1.

Таблица 1 – Сводные данные патентования в Роспатенте изобретений на способы и устройства (системы) контроля и диагностирования в период с 1994 по 2009 годы

Количество патентов	Год публикации описания к изобретению																Всего за 16 лет
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
- устройство, система	5	3	-	1	3	1	2	3	3	1	3	5	3	4	3	6	46
- способ	1	-	1	-	1	6	3	2	3	1	2	7	6	5	3	2	43
Всего:	6	3	1	1	4	7	5	5	6	2	5	12	9	9	6	8	89



Рисунок 2 – Динамика роста запатентованных российских изобретений в сфере диагностирования телекоммуникационных средств за последние 16 лет

Отображение данных таблицы 1 в графическом виде (рис. 2) и добавление линейного тренда показывают, что на протяжении 16 лет наблюдается устойчивый

среднегодовой рост на 6,26% количества изобретений в области контроля и диагностирования телекоммуникационных средств. Положительная тенденция сохраняется не только в росте количества изобретаемых устройств (систем) с долей среднегодового роста в 3,26%, но и в изобретении способов контроля и диагностирования со среднегодовым ростом в 3%.

Информация, содержащаяся в описаниях на изобретения, позволяет определить ведущие организации и компании в области разработки способов и устройств контроля и диагностирования телекоммуникационных средств по частоте их патентования в Роспатенте. При анализе описаний к изобретениям были получены данные и занесены в таблицу 2. Единичные изобретения организаций и компаний в таблицу не заносились.

Таблица 2 – Участие организаций и компаний в патентной деятельности по разработке способов и устройств контроля и диагностирования телекоммуникационных средств

Наименование организации или компании	Количество патентов по годам публикаций														Итого
	1994	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Квэлкомм Инк. (США)				2	1		1			5	1	3	1		14
Самсунг электроникс (Корея)			1		3	4	3	1		1			1		14
Академия ФСО России (Орел)											2	1		3	6
ФГУП НИИ радиосвязи (Ростов-на-Дону)			1			1			2	1					5
ФГУП НИИ телемеханики (Калуга)									1		1	1	2		5
НИИ связи (Воронеж)	1	1									2				4
Моторола Инк. (США)			1	3											4
ВУС (СПб)				1				1							2
Хуавей технолоджиз (КНР)											2				2
ВКА им. Можайского (СПб)											1			1	2
Северо-Кавказский ГТУ (Ставрополь)										1				1	2

Динамический ряд патентов, полученный многоступенчатым поиском, выступает в качестве основной информации для оценки технико-экономических показателей, реализуемых при помощи этих изобретений. В описании на изобретение данная информация представляется в виде технического результата или эффекта. У отечественных авторов изобретений она находится и в реферате на изобретение, что не свойственно зарубежным авторам.

Среди технических решений в 89 изобретениях динамического ряда выделилась следующая группа ТЭП:

- упрощение конструкции или сокращение действий;

- расширение функциональных возможностей;
- эффективное использование технических ресурсов;
- повышение точности и достоверности;
- сокращение временных ресурсов.

В некоторых описаниях на изобретение присутствует группа ТЭП, что типично для многозвенных формул изобретений. Основным критерием учета группы ТЭП при формировании признаков технических решений должна быть их непротиворечивость друг другу, т.е. повышение точности и достоверности не может сопровождаться сокращением временных ресурсов и т.п.

На основании проведенного многоступенчатого патентного исследования составлены динамические ряды по каждому из выделенных ТЭП, а результаты отображены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамические ряды патентования по ТЭП способов и устройств (систем) контроля и диагностирования в период с 1994 по 2009 годы

Наименование ТЭП	Количество патентов по годам публикаций															
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Упрощение конструкции или сокращение действий	1	–	–	–	1	1	–	–	1	–	–	2	–	1	1	1
	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	6	6	7	8	9
Расширение функциональных возможностей	2	1	1	1	1	3	5	1	2	1	2	1	1	2	2	5
	2	3	4	5	6	9	14	15	17	18	20	21	22	24	26	31
Повышение точности и достоверности	2	–	1	–	1	1	–	3	2	–	3	5	6	5	1	2
	2	2	3	3	4	5	5	8	10	10	13	18	24	29	30	32
Сокращение временных ресурсов	2	2	–	–	3	–	–	–	–	–	–	1	–	2	–	1
	2	4	4	4	7	7	7	7	7	7	7	8	8	10	10	11
Эффективное использование технических ресурсов	–	–	–	–	–	2	–	1	1	1	–	5	2	1	2	3
	–	–	–	–	–	2	2	3	4	5	5	10	12	13	15	18

В таблице 3 против каждого из ТЭП сформированы два типа динамических рядов: верхний и нижний. Верхний ряд соответствует динамическому ряду, характеризующему распределение патентов по годам публикации. Нижний ряд является так называемым кумулятивным рядом, который характеризует рост общей суммы патентов по каждому ТЭП во времени.

На основе методики, предложенной в [3], рассчитаны коэффициенты весомости ТЭП и сформулирован так называемый профиль требований к контролю и диагностированию телекоммуникационных средств, представленный в таблице 4. Данный профиль определяет показатели и критерии оценки технических решений, не прибегая к экспертным системам.

Третий способ патентного исследования заключается в построении динамического ряда патентования изобретений по прототипам. Исходной информацией для построения

данного динамического ряда является список документов, цитированных в отчете о поиске, для каждого описания на изобретение с искомым названием.

На рисунке 3 представлен пример динамики развития технических решений с 1980 по 2007 год в области анализа сигналов о состоянии объекта.

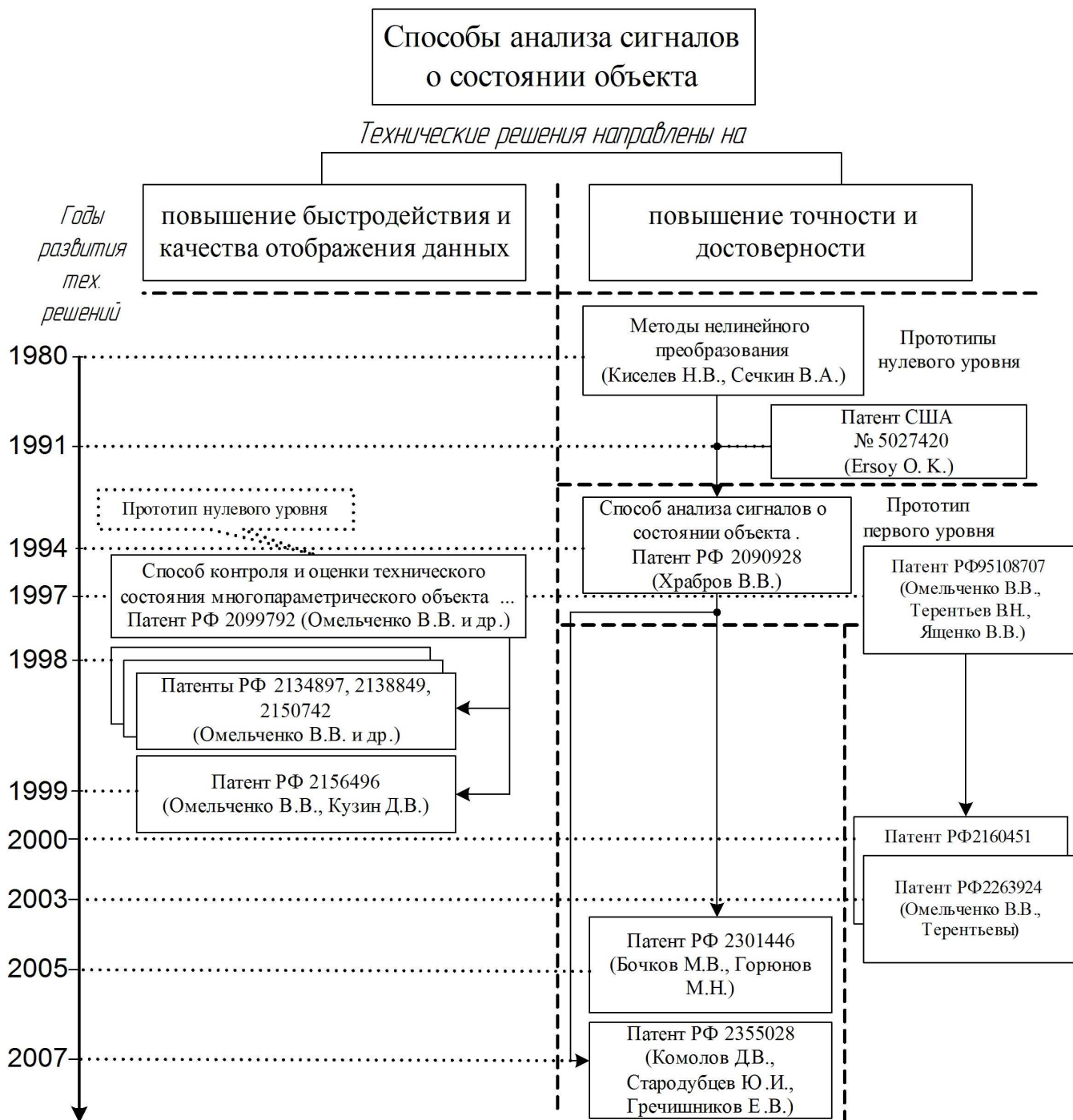


Рисунок 3 – Динамика развития технических решений в анализе сигналов о состоянии объекта

Таблица 4 – Профиль требований к способам и устройствам (системам) контроля и диагностирования телекоммуникационных средств

Наименование ТЭП	Коэффициент весомости ТЭП (K_i)
Повышение точности и достоверности	0,317
Расширение функциональных возможностей	0,307
Эффективное использование технических ресурсов	0,178
Сокращение временных ресурсов	0,109
Упрощение конструкции или сокращение действий	0,089

В качестве составляющих патентного списка могут выступать как отечественные патенты, так и зарубежные аналоги или библиографические данные печатных источников информации. Для каждого патента определяется группа патентов-прототипов, для которой выделяется своя группа патентов-прототипов более низкого уровня (по порядку следования во времени). Данная итерация может повторяться до достижения нулевого уровня прототипа, когда уже невозможно определить более раннее техническое решение или источник информации. Полученный ряд патентов и источников информации формируется для наглядности в «древовидную» структуру, развивающуюся во времени по направлениям технико-экономических показателей (технических решений). Далее определяют количественные показатели исследования.

Из рисунка 3 видно, что количество изобретений с техническим результатом повышения точности и достоверности анализа превышает число изобретений, направленных на повышение быстродействия и качества отображения данных для анализа. Это позволяет определить предпочтительность первого технического решения по отношению ко второму.

Использование нескольких способов патентного исследования повышает точность определения показателей и критериев оценки технических решений, заложенных в устройствах и способах изобретений. Установленные таким образом показатели и критерии применяются для оценки способов и устройств, описанных в литературе. Преимущество информации, содержащейся в описании на изобретение, заключается в экспертной проверке по существу этой информации.

Современное состояние и тенденции развития в диагностировании телекоммуникационных систем и средств определяют следующие критерии при оценке технических решений в данной сфере:

- показатель, характеризующий достоверность и точность определения состояния диагностируемого объекта, является наиболее существенным при оценке эффективности сравниваемых технических решений;
- расширение функциональных возможностей при оценке эффективности двух способов, равных по другим технико-экономическим показателям, является более предпочтительным.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20911–89. Техническая диагностика. Термины и определения – М.: Издательство стандартов, 1990. – 13 с.
2. Портнягин Н.Н., Пюкке Г.А. Теория, методы и эксперименты решения задач диагностики судовых электрических средств автоматизации – СПб.: Судостроение, 2004. – 162 с.

3. Неханов Г.С. Патентная документация, представленная патентными ведомствами и ВОИС в Интернете: Методическое пособие для экспертов / Г.С. Неханов, В.В. Максимова, Н.П. Кекишева и др. – М.: ИНИЦ Роспатента, 2000. – 120 с.
4. Скорняков Э.П., Смирнова В.Р. Патентные исследования в Интернете – М.: ПАТЕНТ, 2007. – 112 с.: ил., табл.
5. Фетина В.Н., Земляницын М.А. Заявка на подачу патента на изобретение или полезную модель (требования к оформлению): пособие – М.: ПАТЕНТ, 2006. – 136 с.: ил.
6. Комплект справочно-поискового аппарата за 1994–2009 гг. на русском и английском языках на DVD – М.: ФГУ ФИПС, 2009. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).
7. БД RUPAT – Полнотекстовая база данных по изобретениям [Электронный ресурс] – М.: ФГУ ФИПС, 2009. – Режим доступа:
http://www.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/inform_resources/inform_retrieval_system/,
на платной основе.

Комолов Дмитрий Викторович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Соискатель кафедры «Информационные системы»

Тел.: (4862) 46-67-13

E-mail: dimkomolov@mail.ru

УДК 537.3:004.9

М.А. ТАРАСОВА, И.Ф. ШАДРИН, И.М. ГРЯДУНОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЦИКЛА
ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Рассмотрено применение информационных технологий в направлении разработки как виртуальных, так и совмещенных с реальными установками лабораторных комплексов в ОрелГТУ на базе лаборатории «Новые технологии в образовании».

Ключевые слова: физика; фундаментальные знания; лабораторный практикум; информационные технологии; компьютерные комплексы моделирования лабораторных работ; среды графического программирования LabVIEW; объектно-ориентированные языки программирования высокого уровня.

Application of an information technology in a direction of working out both virtual, and the laboratory complexes combined with real installations in OrelGtU on the basis of laboratory «New technologies in education» is considered.

Keywords: the physics; fundamental knowledge; a laboratory practical work; an information technology; computer complexes of modelling of laboratory works; environments of graphic programming LabVIEW; object-oriented programming languages of high level.

Реформа высшего образования направлена на обеспечения качественно нового уровня общенаучной подготовки выпускников университетов, расширения их компетенций [1]. Одним из требований к профессиональной компетентности выпускников инженерных общеобразовательных программ являются *фундаментальные знания*.

Физика – одна из особо важных дисциплин естественно-научного цикла (физика, математика, химия, информатика), преподаваемых в технических вузах, имеет мировоззренческое назначение, формирует фундамент, являющийся основой других прикладных наук.

Особое место в фундаментальной подготовке занимает лабораторный практикум. *Лабораторный практикум* в системе инженерного образования – это потенциально наиболее значимый и результативный компонент естественно-научной, общей профессиональной и специальной подготовки в области техники и технологий, предназначенный для приобретения навыков работы на реальном оборудовании, с аналогами которого будущему специалисту придется иметь дело в своей практической деятельности. *Лабораторная работа* – познавательная деятельность студентов под руководством преподавателя, связанная с использованием учебного, научного или производственного оборудования (технических объектов, приборов, устройств и др.), с физическим моделированием и проведением экспериментов, направленная в основном на приобретение новых фактических знаний и практических умений.

В настоящее время лабораторная база физического практикума развивается в двух направлениях:

– использование реальных лабораторных установок, выпускаемые такими НПО, как Росучприбор, Туланаучприбор и др.;

– применение *информационных технологий* (ИТ), причем в этом направлении разрабатываются как виртуальные, так и совмещенные с реальными установками лабораторные комплексы.

Современное образование во всех его формах немыслимо без использования информационных технологий. Применение ИТ модернизировало лабораторную базу, позволило использовать современные инновационные методы обучения, например, междисциплинарные связи. Более того, развитие информационных технологий в последние годы дало в руки педагогам мощное средство в подготовке будущих инженеров – создание с помощью компьютерного моделирования виртуального лабораторного практикума. Компьютерное моделирование создает наглядную, легко запоминающуюся динамическую картинку изучаемых явлений и описывающих их законов, а графический способ отображения результатов моделирования облегчает усвоение больших объемов получаемой информации.

Современные возможности анимации могут вызвать сомнения студентов в соответствии действительности полученной информации. Избежать подобных сомнений и одновременно не потерять основные достоинства учебного лабораторного эксперимента позволяет комбинация реальных и виртуальных компонент в учебной работе со студентом.

Одним из достоинств компьютерной реализации лабораторных работ является возможность проведения лабораторных практикумов по фронтальному методу. Обычно последовательность лабораторных работ, выполняемых студентами, не совпадает с последовательностью изложения материала в лекционном курсе. Одновременное выполнение одной и той же работы всеми студентами требует большого количества экспериментальных установок. Реализовать это невозможно не только по причине значительных финансовых затрат, но и в связи с необходимостью где-то разместить оборудование. С помощью компьютера проблема решается очень просто – различные работы или одна и та же работа с разными исходными данными могут выполняться на одной «установке» – компьютере.

Применение информационных технологий при обеспечении лабораторной базы в обучении физики в ОрелГТУ осуществляется на базе лаборатории «Новые технологии в образовании» по следующим направлениям:

1. Внедрение, освоение и разработка *компьютерных комплексов моделирования лабораторных работ*.

На основе программного продукта НЦ «Физикон» внедрен мультимедийный комплекс «Открытая физика», в котором имеются компьютерные модели лабораторных работ по всему курсу физики, изучаемому в вузе. Комплекс наполнен дидактическим материалом, который позволяет осуществить как контроль знаний (тесты), так и методическую помощь при выполнении лабораторных работ (теоретический и справочный материал).

В течение ряда лет на базе этой лаборатории проводятся изыскательские работы по использованию *среды графического программирования LabVIEW* для разработки лабораторного практикума по физике [2,3]. Как известно, среда позволяет разработать практически любой набор лабораторных работ, выполнять расчеты, строить графики, не прибегая к другим программным средам, выполнение экспериментов сопровождается иллюстрацией изучаемых физических процессов. LabVIEW предоставляет пользователю целый ряд виртуальных приборов, таких, как: стрелочные, световые и числовые индикаторы, осциллографы, тумблеры, плоские и объёмные графики, компоненты

3D-анимации и построения объёмных изображений и т.д., а благодаря реализации принципов графического программирования, позволяет в кратчайшие сроки реализовать намеченные проекты.

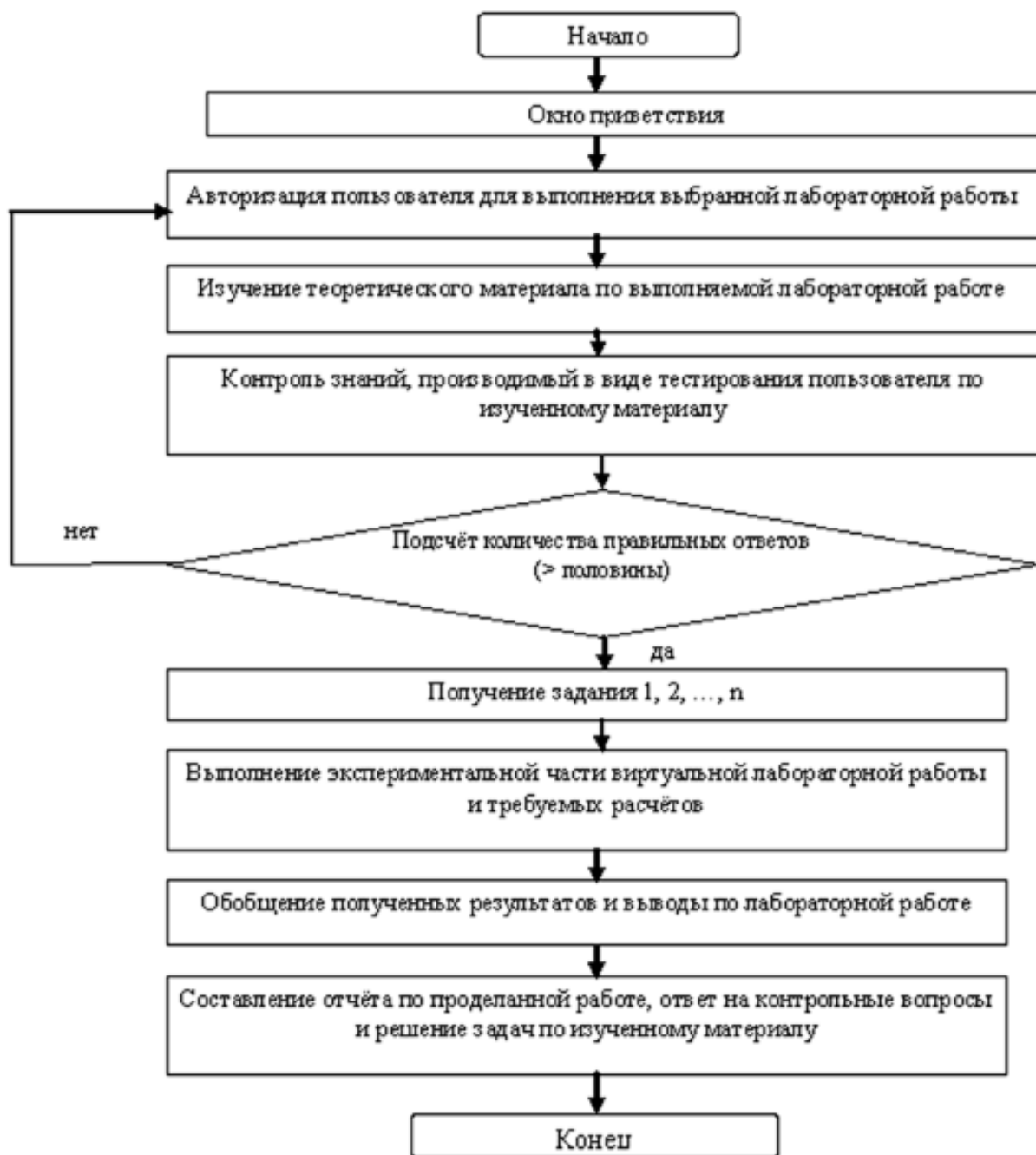


Рисунок 1 – Алгоритм взаимодействия пользователя с программным пакетом

Работы ведутся по двум направлениям, причем для обоих направлений сформирован единый методический подход к проектированию лабораторного практикума:

- тестовые задания для контроля знаний при оценке готовности студента к выполнению лабораторной работы;
- методический материал, представляющий собой теоретический материал по лабораторным работам, и справочная информация;

- модель лабораторной установки;
- лабораторные задания (задания, задачи, контрольные вопросы);
- формы отчетности.

Первое направление – *разработка виртуального лабораторного практикума.*

Авторским коллективом разрабатывается виртуальный лабораторный практикум по физике, объединяющий учебный материал первого семестра обучения (механика, молекулярная физика и термодинамика). При этом общий алгоритм взаимодействия пользователя с программным пакетом представлен следующей схемой (рис. 1).

Сразу после запуска программы пользователь встречает окно приветствия (рис. 2), где ему предлагается ряд лабораторных работ.

Выбрав нужную работу из списка, пользователь попадает на форму авторизации (рис. 3), где ему необходимо ввести персональные данные: фамилию, имя, отчество и номер группы. Введённая информация будет использована в дальнейшем при составлении электронного отчёта по выполненной работе.

Как и в реальной лабораторной работе, пользователь знакомится с теоретическим материалом, описанием лабораторной модели и лабораторным заданием. Разработанное программное приложение позволяет выполнять данную операцию благодаря интеграции соответствующих компонент в программный интерфейс. Причем немаловажным является то, что пользователь может воспользоваться теоретическим материалом на любой стадии выполнения лабораторной работы.

После ознакомления с теоретическим материалом необходимо пройти процедуру тестирования для получения допуска к лабораторной работе. В случае неудачи считается, что пользователь не усвоил прочитанный материал и ему предлагается ознакомиться с ним и выполнить тестирование повторно. Применяемая система допуска к выполнению лабораторной работы призвана облегчить работу преподавателя в плане выявления студентов, не разобравшихся в изучаемом материале, и оказать соответствующую методическую помощь.



Рисунок 2 – Фрагмент окна приветствия

Выполнение экспериментов каждого лабораторного задания сопровождается анимацией, имитирующей поведение реальной лабораторной установки. В автоматическом режиме строятся также все необходимые графики.

Методика разработки лабораторного задания для виртуальных лабораторных работ предусматривает выполнение анализа полученных результатов, на основе которых с целью более глубокого понимания изучаемого физического явления пользователь «вручную» дополнительно строит графики, выполняет рисунки, составляет таблицы, решает задачи. Правильность решения задач проверяется на модели.

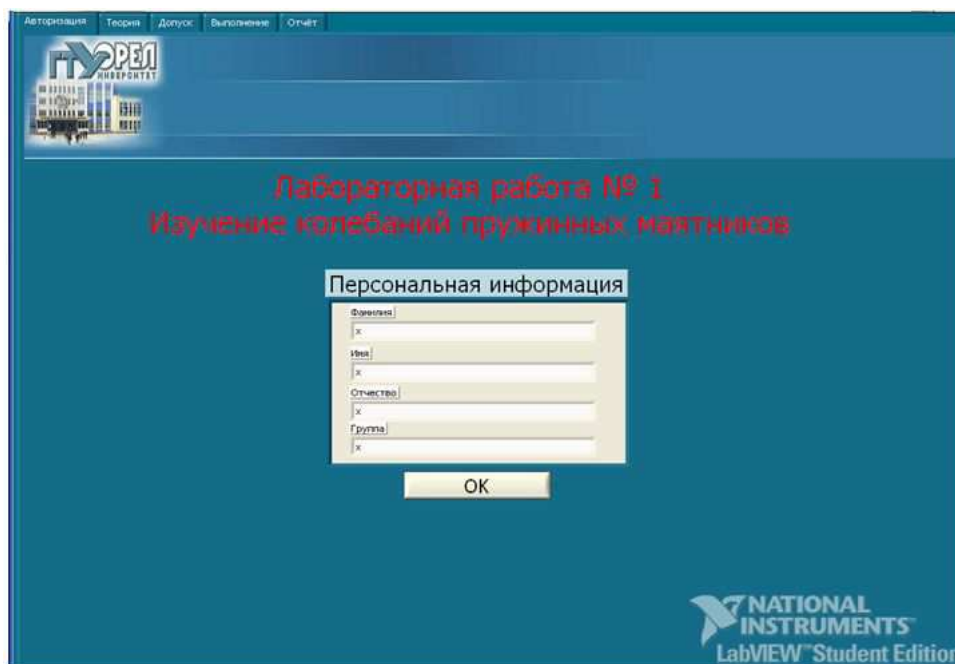


Рисунок 3 – Форма авторизации пользователя

Следует отметить, что особенностью разработанного комплекса является уникальность исходных данных для выполнения измерений и расчётов. Каждый пользователь получает «свои» параметры экспериментальной установки, тем самым исключается возможность списывания и повышается уровень подготовки по изучаемым дисциплинам.

Завершающим этапом экспериментальной части каждой лабораторной работы является составление отчёта. В рамках разработанного программного комплекса оно выполняется автоматически. Сгенерированный отчёт содержит информацию о пользователе, выполнившем работу, название работы, результаты выполненных измерений в табличном виде, которые при необходимости поясняются графически, ответы решенных задач. Сохранение отчета на локальном компьютере позволяет использовать его для дальнейшего представления работы преподавателю.

Предложенный методический и алгоритмический подход к построению виртуальных лабораторных комплексов направлен на повышение уровня теоретических знаний и практического умения, а также творческого, креативного мышления.

Второе направление – разработка лабораторного практикума, в котором оборудование представлено единым комплексом, объединяющим компьютер и лабораторную установку, что позволяет проводить измерение реальных физических

величин с помощью компьютера; разработаны лабораторные работы, например, «Исследование затухающих электрических колебаний» и «Опыты Франка и Герца» [4].

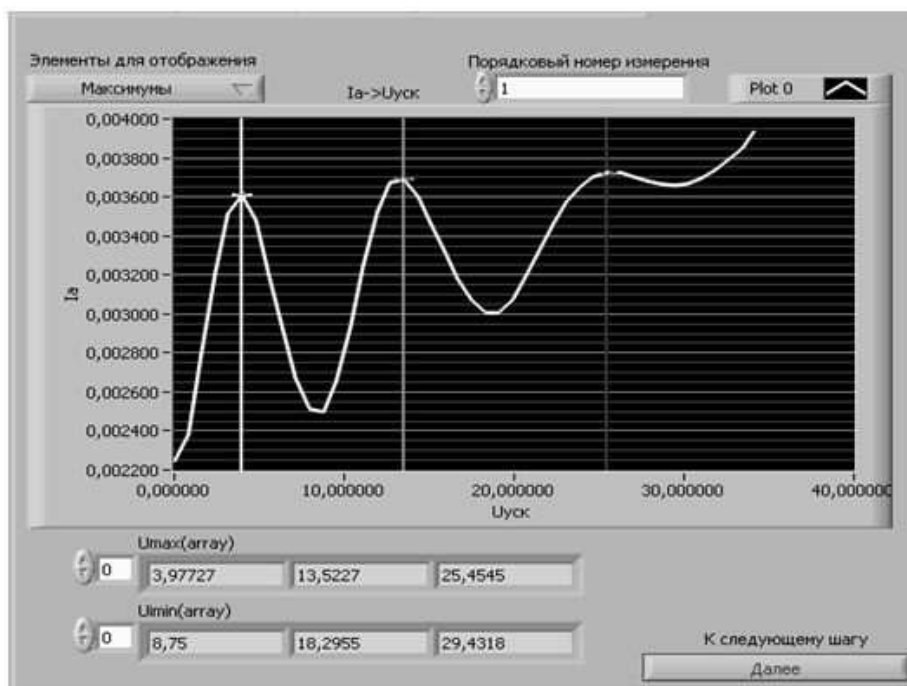


Рисунок 4 – Лицевая панель прибора на основном этапе работы программы «Опыт Франка и Герца»

Выполнение экспериментальной части лабораторной работы происходит с использованием реальных лабораторных установок, которые через платы сбора данных подключены к компьютеру-серверу (рис.4). Учитывая широкий набор функций программной среды LabVIEW для работы с сетью, предлагается использовать одну лабораторную установку для выполнения конкретной работы. Данные, получаемые с платы сбора данных, отправляются на компьютеры-клиенты при поступлении соответствующего запроса. При этом следует отметить, что между клиентом и лабораторной установкой отсутствует обратная связь. В связи с этим пользователи должны находиться на одинаковых этапах выполнения работ. В том случае, если обратная связь не требуется, скорость выполнения лабораторных работ может быть произвольной.

Выбор подобной модели построения лабораторных практикумов обоснован тем, что:

- затраты на обеспечение лабораторий оборудованием, его обслуживание и ремонт в значительной мере снижаются, т.к. на каждую работу необходим всего один комплект оборудования;
- снижается время на выполнение одного эксперимента, поэтому количество экспериментов увеличивается, что приводит к более детальному, глубокому изучению физического явления;
- исключение возможности фальсификации результатов, т.к. все данные по каждому пользователю, включая информацию о выполнении экспериментальной части, хранятся на сервере.

2. Разработка лабораторных комплексов на основе использования объектно-ориентированных языков программирования высокого уровня.

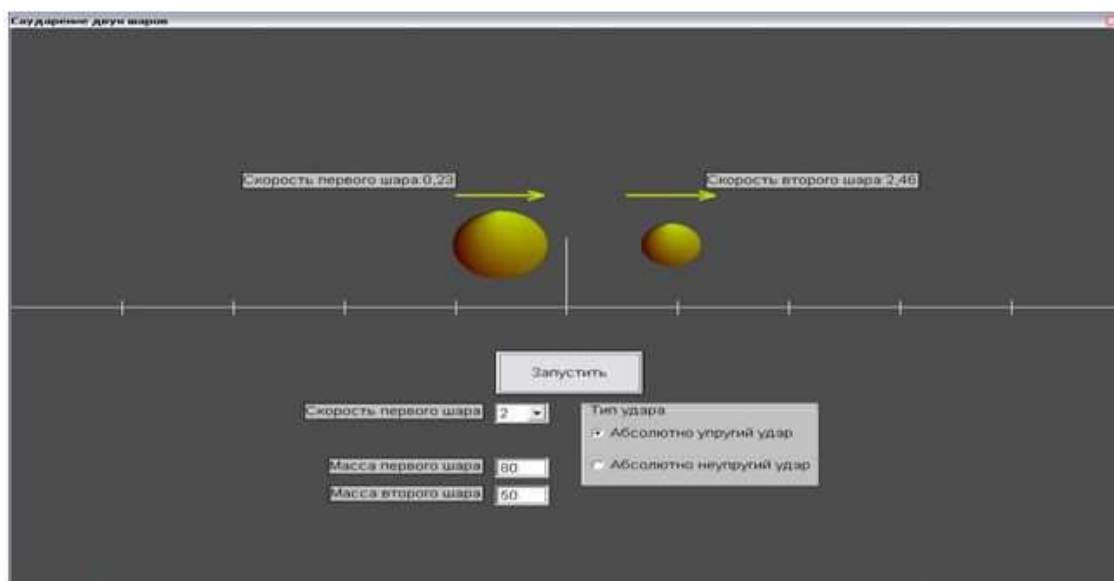


Рисунок 5 – Моделирование задачи: абсолютно упругий удар

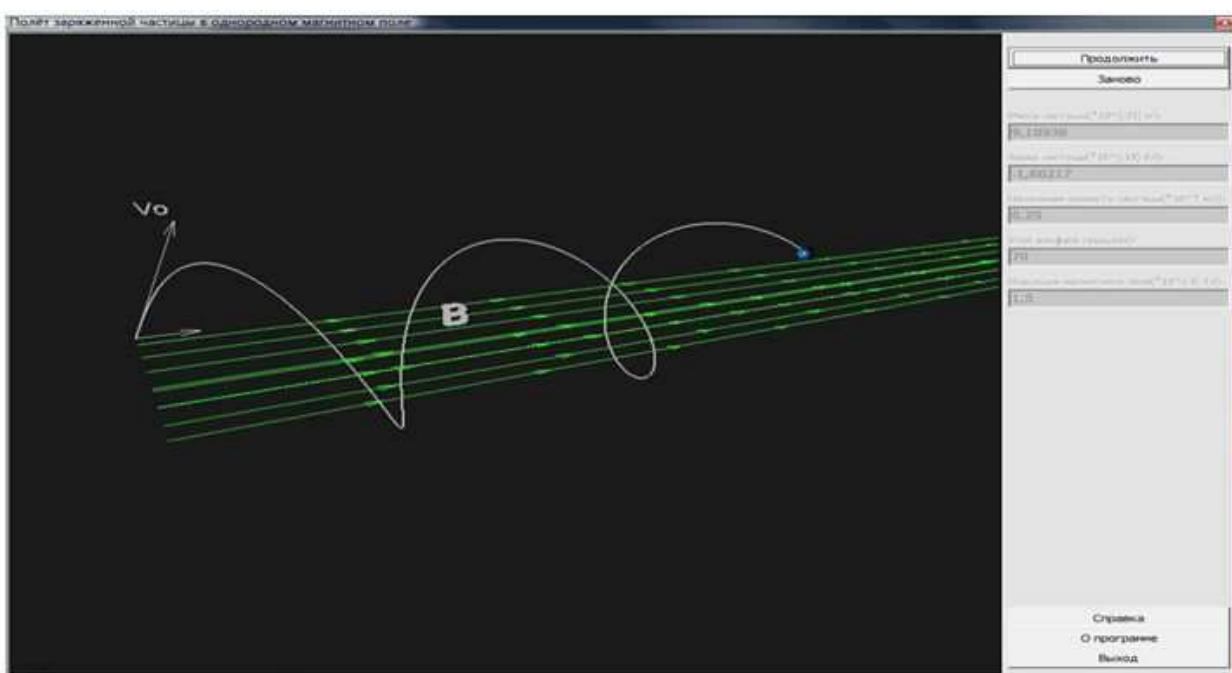


Рисунок 6 – Моделирование задачи: движение электрона в однородном магнитном поле

Авторами работы [5] разработан анимационный компьютерный комплекс моделирования физических экспериментов, который используется как для демонстрации физических явлений на лекциях по физике, так и в качестве лабораторного практикума. Комплекс позволяет дать не только численную, но и наглядную демонстрацию явлений и процессов, происходящих при различных физических условиях. В данной работе использовали возможности одного из представителей объектно-ориентированных языков

программирования высокого уровня – Borland Delphi. С его помощью моделировали такие задачи, как: движение тела, брошенного под углом к горизонту; движение заряженной частицы в однородном магнитном поле, абсолютно упругий и неупругий удары (рис.5); движение электрона в однородном магнитном поле; (вектор начальной скорости электрона перпендикулярен вектору напряжённости поля) (рис.6).

В некоторых задачах для наглядности использовались графические возможности стандартной библиотеки процедур рисования высококачественных объектов ОС Windows - OpenGL.

Развитие таких работ целесообразно направить на организацию междисциплинарных связей. Разработка междисциплинарных проектов будет способствовать не только усилению лабораторной базы естественнонаучного цикла инженерных дисциплин, но и обеспечит соответствие инженерного обучения образовательным компетенциям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чучалин А., Боев О. Требования к компетенциям выпускников инженерных программ // Высшее образование в России, 2007. – №9. – С. 25-29.
2. Тарасова М.А., Грядунев И.М Концепции использования сетевых возможностей среды графического программирования LabVIEW // «Информационные системы и технологии» (Известия ОрелГТУ). – №1(2), 2009. – С. 26-33.
3. Тарасова М.А., Пилипенко О.В. К реализации интеграционных моделей технического образования на первых курсах высшей школы // «Информационные системы и технологии» (Известия ОрелГТУ). – №1 (3), 2006. – С. 31-35.
4. Грядунев И.М., Тарасова М.А. Разработка программного приложения поддержки проведения лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» средствами LabVIEW // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Сборник трудов VII научно-практической конференции. – М.: РУДН, 2008. – С.281-284.
5. Тарасова М.А., Петров Е.А., Понька М.В., Полуэктов В.И. Применение языка программирования Borland Delphi для физического моделирования // Тезисы докладов научно-методической школы – семинара по проблеме «Физика в системе инженерного образования стран ЕвроАзЭС» 30 июня-02 июля 2009г. – Москва. – С. 134-138.

Тарасова Маргарита Александровна

Орловский государственный технический университет, г.Орел
Доцент кафедры физики
Тел.: (4862) 41-98-89
E-mail: martar1@yandex.ru

Шадрин Иван Федорович

Орловский государственный технический университет, г.Орел
Доцент кафедры физики
Тел.: (4862) 41-98-89
E-mail: Ivshadr@mail.ru

Грядунев Игорь Михайлович

Орловский государственный технический университет, г.Орел
Студент факультета новых технологий и автоматизации производства
Тел.: 8-910-268-90-84
E-mail: fry14@yandex.ru

УДК 004.912

А.С. ШЕЛЬМАГИН

РАСПОЗНАВАНИЕ АТТРИБУТОВ ДЕЛОВОГО ТЕКСТА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ЖАНРОВОГО УРОВНЯ ФОРМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ДОКУМЕНТА

В статье представлен подход к анализу содержания текстов делового стиля на естественном языке. Подход основывается на рассмотрении электронного аналога документа как совокупности взаимосвязанных атрибутов, определяемых его жанровой структурой.

Ключевые слова: онтология; атрибут; деловой документ; жанровая структура документа.

In article is presented approach the analysis of the maintenance of texts of an official style in a natural language. The approach is based on consideration of electronic analogue of the document, as sets of the interconnected attributes defined by its genre structure.

Keywords: ontology; attribute; the business document; genre structure of the document.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках своей деятельности почта России печатает и рассылает письма, предоставленные в электронном виде. Содержанием этих писем, как правило, является деловой документ.

Объёмы таких отправок ежегодно увеличиваются. Также необходимо учитывать тот факт, что специфика работы многих клиентов, таких, как различные подразделения федеральной налоговой службы, требует отправки значительных объёмов писем в сжатые сроки.

Печать отправок подразумевает под собой не только физическое воспроизведение текста отправления, но и подготовку всех сопутствующих материалов к нему, таких, как извещения, уведомления, реестры, процедура конвертования и т.д.

Ввиду ограниченности трудовых ресурсов ручная обработка не представляется возможной. На данный момент выполнение этих операций осуществляется с помощью программного комплекса LettersElaboration. Однако формат писем, поддерживаемых этим комплексом, чётко задан, что ведёт к необходимости периодического внесения изменений.

К обработке принимаются документы в формате “*.doc”, “*.rtf”, что требует регулярной доработки комплекса при изменении формальной структуры документа. Прийти к единой неизменной формальной структуре документа не представляется возможным ввиду различных административно технических причин. Сроки внесения изменений варьируются от степени изменения формальной структуры документов. Также комплекс не способен провести предварительный анализ документа на соответствие заданному шаблону, что в ряде случаев приводит к некорректному определению атрибутов документа и, как следствие, неверному определению реквизитов письма. На данный момент диагностирование этих проблем возложено на оператора комплекса, что приводит к дополнительным материально временным затратам.

Для решения этой задачи предлагается метод автоматического распознавания атрибутов делового документа. Этот метод корректно распознаёт атрибуты делового документа, основываясь на жанровом уровне формальной структуры документа. Для её описания удобно использовать онтологический подход.

ОБЩАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ДОКУМЕНТА

В рамках предлагаемого подхода общая схема обработки делового текста представляется в виде совокупности нескольких этапов:

1. Получение электронной формы документа.
2. Проведение сегментации.
3. Идентификация сегментов на основе онтологии структуры делового документа.
4. Представление документа в виде совокупности атрибутов.
5. Распознавание содержания требуемых атрибутов.

Схематично процесс обработки делового документа (ДД) представлен на рисунке 1.

Первый этап заключается в получении ДД в электронном виде *a*, он может быть получен в результате сканирования ДД с последующим распознаванием, изначальным созданием в текстовом редакторе или любым другим способом. По завершении первого этапа электронная форма ДД переходит на стадию сегментации.

На втором этапе на стадии сегментации электронная форма ДД *a*, с помощью лексического анализа и/или другого метода разбивается на сегменты *b*, признаками которых является графическая изолированность от остального текста.

На третьем – четвёртом этапах обработки сегментам текста *b* ставятся в соответствие классы онтологии *c*, результатом чего является представление ДД в виде совокупности атрибутов делового текста *d*.

В зависимости от поставленных задач на последнем этапе происходит обработка необходимых атрибутов ДД, в частности, распознавание атрибутов *e*.

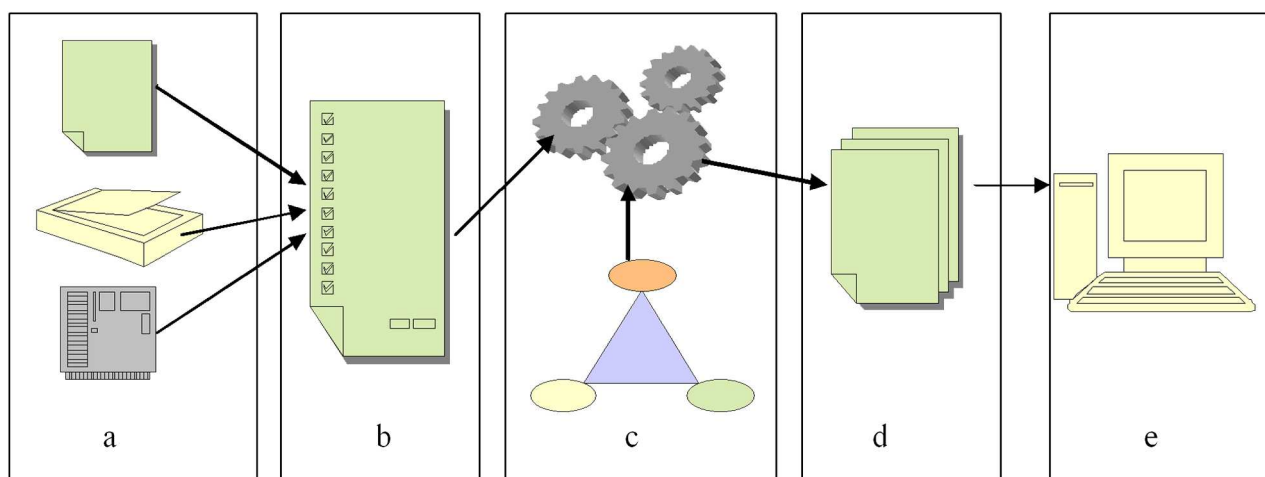


Рисунок 1 – общая схема обработки документа

a – электронная форма делового документа; *b* – сегменты текста; *c* – онтология делового документа; *d* – совокупность атрибутов делового текста; *e* – распознавание атрибутов

СТРУКТУРА ДОКУМЕНТА

Как было указано в работах [1][2], в электронной форме текста можно выделить, по крайней мере, 3 уровня формальной структуры.

1. Концептуальный (жанровый) уровень представлен разбиением текста на жанровые части, в качестве примера можно привести: заголовок (отправитель, адресат, резюме и обращение и т.д.), основной раздел (текст письма, примечания и приложения) и подпись.
2. Логический уровень определяет элементы, такие, как абзац, строка, предложение и т.п.
3. Физический уровень представляет презентацию текста на странице, например, с помощью тегов или таблицы стилей.

ФИЗИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДОКУМЕНТА "*.DOC"

Физический уровень формальной структуры документа формата «*.doc» имеет ряд особенностей. Так, весь документ [3] подразделяется на разделы, которые включают в себя параграфы (абзацы), состоящие из предложений. Предложения, соответственно, включают в себя слова и т.д.

Как можно заметить, вышеупомянутые элементы, являясь частью логического уровня формальной структуры документа, также определяют и представление содержания документа на странице, что относит эти элементы и к физическому уровню. Таким образом, упоминая эти объекты, имеет смысл говорить о физико-логическом уровне формальной структуры.

Особняком стоят элементы Frame и ShapeRange. Эти элементы могут быть в любом из параграфов и/или ShapeRange может быть включен в элемент Frame. Особенностью этих элементов является тот факт, что в не зависимости от того, частью какого элемента они являются, их положение на странице определяет только их внутреннее состояние. Это относит их к физическому уровню формальной структуры документа.

В итоге при рассмотрении электронных документов в формате «*.doc» можно говорить о наличии физико-логической структуры документа.

ЖАНРОВАЯ СТРУКТУРА

Как упоминалось выше, к жанровому уровню формальной структуры документа относятся элементы, определяющие (и в значительной степени определенные) принадлежность документа к тому или иному жанру.

Согласно ГОСТа [4], элементы жанровой структуры делового документа называются реквизитами. [5] Реквизит – это обязательный информационный элемент документа, строго закрепленный за определенным местом на бланке, листе.

Необходимо заметить, что гост [4] не является обязательным для исполнения, однако в той или иной степени соблюдается всеми участниками документооборота, что в свою очередь позволяет опираться на него при решении прикладных задач.

Так гостом [4] определено 30 атрибутов, заданы ограничения на типы значений атрибутов. Приведены две схемы (угловой бланк и продольный бланк) расположения атрибутов на странице, а также относительно друг друга.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

Для функционирования системе необходимы знания о возможных атрибутах делового документа, а также о взаимоотношениях между ними. Один из возможных

подходов к описанию необходимой информации основывается на использовании онтологии.

Под онтологией будем понимать подробную спецификацию структуры определенной проблемной области [6]. Подход, основывающийся на использовании онтологии, обладает рядом преимуществ, таких, как [7]:

1. удобство восприятия человеком;
2. отсутствие необходимости в специальной квалификации пользователя, в информационных технологиях при разработке онтологии;
3. возможность описания одного документа различными онтологиями.

Учитывая специфику задачи, можно сказать, что онтология включает в себя таксономию классов, описывающих различные атрибуты ДД, связанный с классами тезаурус и множество связей, описывающих то, как классы взаимосвязаны между собой. Каждый класс в онтологии может обладать рядом свойств и ограничений, как на значения свойств, так и на отношения, в которых участвует этот класс. В некоторых источниках экземпляры классов выносятся в отдельное подмножество. Однако в рамках данной задачи под экземпляром класса мы будем понимать потомок класса родителя с заполненными свойствами.

При рассмотрении модели жанровой структуры ДД, приведённой в госте [4], можно отметить, что все атрибуты сгруппированы по областям, а области в свою очередь группируются в более крупные области. Таким образом, в онтологии определяется ещё одна таксономия – таксономия областей. Под областью ДД понимается некоторая устойчивая область ДД, содержащая ряд атрибутов ДД, объединённых единым назначением. Так, на верхнем уровне ДД состоит из областей «Начало ДД», «Текст ДД», «Завершение ДД», «Приложения ДД». Также в онтологию вводятся классы, обозначающие все атрибуты ДД, описанные в ГОСТе [4].

При проектировании онтологии, описывающей жанровую структуру делового текста, необходимо ввести ряд отношений, которые будут описывать взаимное расположение атрибутов ДД, приведённых ниже:

1. Является частью (*part_of*) – в общепринятом значении.
2. Является экземпляром (*is_a*) – в общепринятом значении.
3. Находится правее – отношение «А находится правее Б» означает, что в документе атрибут А расположен правее атрибута Б.
4. Находится ниже – отношение «А находится ниже Б» означает, что в документе атрибут А расположен ниже атрибута Б.

Конкретное задание отношений и ограничений для классов онтологии определяется, исходя из ГОСТа [4]. Таким образом, спроектированная онтология позволяет описать жанровую структуру любого ДД.

ОСОБЕННОСТИ ВЫВОДА

После сегментации текста происходит процесс идентификации сегментов на основе онтологии структуры делового документа. В рамках процесса сегменту *Сс*, расположенному левее и выше всех, ставится в соответствие класс в онтологии на основании свойств классов.

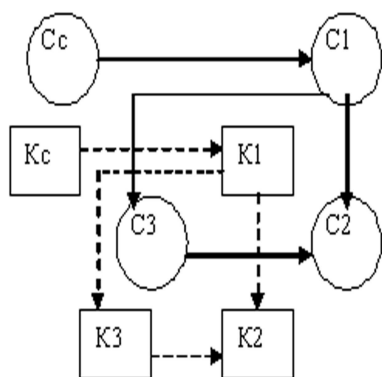


Рисунок 2 – Пример схемы соответствия между сегментами и классами онтологии

В дальнейшем, как представлено на рисунке 2, исходя из отношений между классами онтологии сегменту **C1**, расположенному правее стартового сегмента **Cc**, ставится в соответствие класс онтологии **K1**, для которого установлено отношение «находится правее» с классом сегмента **Kc**. Аналогично происходят идентификация на основе остальных отношений в онтологии. Так, сегмент **C2** ставится в соответствие с классом **K2** в силу того, что между классом **K1** и классом **K2** установлено соответствие «находится ниже». На основе отношения «находится правее» между классами **K3** и **K2** сегменту **C3** ставится в соответствие класс **K3**.

Необходимо отметить, что каждому классу, которому ставится в соответствие сегмент, соответствует атрибут делового текста.

Таким образом, в результате процесса идентификации мы получаем текст в виде набора атрибутов делового текста, что позволяет в дальнейшем анализировать содержания только значимых для конкретной прикладной задачи атрибутов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный метод позволяет адекватно и гибко отражать структуру любого делового документа. Метод учитывает особенности чтения деловых документов человеком, что в свою очередь позволяет эффективно обрабатывать метаинформацию, содержащуюся в деловых документах. Предложенный подход к анализу документа основывается на распознавании содержания только в необходимых участках текста.

В настоящее время идёт процесс создания онтологии жанрового уровня формальной структуры делового документа, а также отработка механизмов сегментации текста. Все наработки проходят опытную апробацию на базе управления федеральной почтовой службы по Красноярскому краю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жигалов В.А., Жигалов Д.В., Жуков А.А. и др. Система Alex как средство для многоцелевой автоматизированной обработки текстов // Труды междунар. семинара Диалог'2002 «Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии». – Т. 2. – Протвино, 2002. – С. 192-208.
2. Сидорова Е.А. Методы и программные средства для анализа документов на основе модели предметной области // Автореферат диссертации. – Новосибирск, 2006. – С. 12.
3. Объектная модель Word с точки зрения разработчика под .NET // gotdotnet.ru. URL: <http://www.gotdotnet.ru/LearnDotNet/NETFramework/22156.aspx#8> (дата обращения: 06.10.2009).
4. ГОСТ Р 6.30-2003. Издания: унифицированная система организационно-распорядительной документации. М., 2003. – 17 с. (Унифицированные системы документации).
5. Лингвистические и экстралингвистические особенности делового стиля // langrus.ru портал поддержки русского языка как иностранного. URL: <http://www.langrus.ru/index.php?option=content&task=view&id=47> (дата обращения: 06.10.2009)

6. Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies / A Commentary to «Using Explicit Ontologies in KBS Development» // International Journal of Human and Computer Studies, 1997. V. 46. № 2/3
7. Ланин В.В. Мультиагентная система для интеллектуального анализа // «Information Science and Computing» – Varna, 2008. – С. 166-172.

Шельмагин Антон Сергеевич

Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск

Аспирант кафедры «Информационных технологий»

Тел.: 8-908-201-00-58

E-mail: forsag@inbox.ru

ИТНОП-2010

В апреле 2010 года в Орловском государственном техническом университете проводится IV Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, образовании и производстве».

Открытие конференции: **22 апреля 2010 года в 10 часов.**

Работа конференции будет организована по следующим секциям:

- 1. Методологические и теоретические аспекты создания и развития информационных технологий.**
- 2. Проблемы применения информационных технологий в производстве.**
- 3. Актуальные вопросы создания единого информационного образовательного пространства.**
- 4. Проектирование и внедрение распределенных телекоммуникационных систем и структур управления.**

Подробная информация на сайте **www.itnop.ostu.ru**.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ**

УДК.681.58:620.92(063)

А.И. СУЗДАЛЬЦЕВ, Н.А. ЗАГОРОДНИХ,
С.П. ПЕТРОВ, Н.А. САФРОНОВА

**НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ В АЛГОРИТМАХ УПРАВЛЕНИЯ
ПИКОВЫМИ ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ
В ПОДСИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (ЧАСТЬ 2)**

Представлена схема подсистемы теплоснабжения с пиковым подогревателем как часть комбинированной системы городского теплоснабжения. Рассмотрены математический аппарат и алгоритм нечеткой модели выработки управляющих воздействий в составе контроллера управления указанной подсистемой и компьютерная модель функционирования нечеткой модели.

Ключевые слова: комбинированная система теплоснабжения; пиковый подогреватель; контроллер управления; нечеткие модели и алгоритмы управления; компьютерная нечеткая модель.

The scheme of the heat supply subsystem with peak heater as a part of the combined municipal heat supply system was presented. The mathematical apparatus and algorithm of the fuzzy model of the control action in the control unit of the system stated, and the computer model of the fuzzy model functioning are considered.

Keywords: combined heat supply system; peak heater; control unit; fuzzy model and control algorithms; and computer fuzzy model.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема рационального использования тепловой энергии и экономии топливно-энергетических ресурсов городского теплоснабжения является одной из важнейших государственных проблем. Предложенный авторами метод комбинированного теплоснабжения (КСТ) [1] базируется на подключении существующих автономных тепловых источников с их потребителями к комбинированной системе централизованного теплоснабжения (КСЦТ) через теплообменники, образуя ряд подсистем, активно работающих только в пиковые моменты времени, которые составляют около 10% времени отопительного сезона. При этом указанные подсистемы сохраняют возможность работы в автономном режиме, обеспечивая тепловую неуязвимость своих потребителей при авариях в КСЦТ.

В предыдущей публикации авторов [2] рассмотрена структура контроллера управления пиковым тепловым источником в подсистеме теплоснабжения в режиме «подтопа», где акцент сделан на использовании нечеткой модели для выработки управляющих воздействий на исполнительный механизм подачи газа в пиковый теплоисточник в пиковые моменты изменения температуры окружающего воздуха.

Однако здесь не раскрыты функции вычислителя, формирующего входные параметры для нечеткой модели (скорость изменения температуры наружного воздуха, отклонение температуры теплоносителя на выходе пикового теплоисточника) и не раскрыт алгоритм управления подачей газа в пиковый теплоисточник в автономном (экстренном) режиме работы. На устранение этих пробелов направлена данная статья.

РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ

На рисунке 1 приведена расширенная структурная схема контроллера управления подачей газа в пиковый теплоисточник подсистемы теплоснабжения, в которой раскрыта структура вычислителя и структура нечеткой модели.

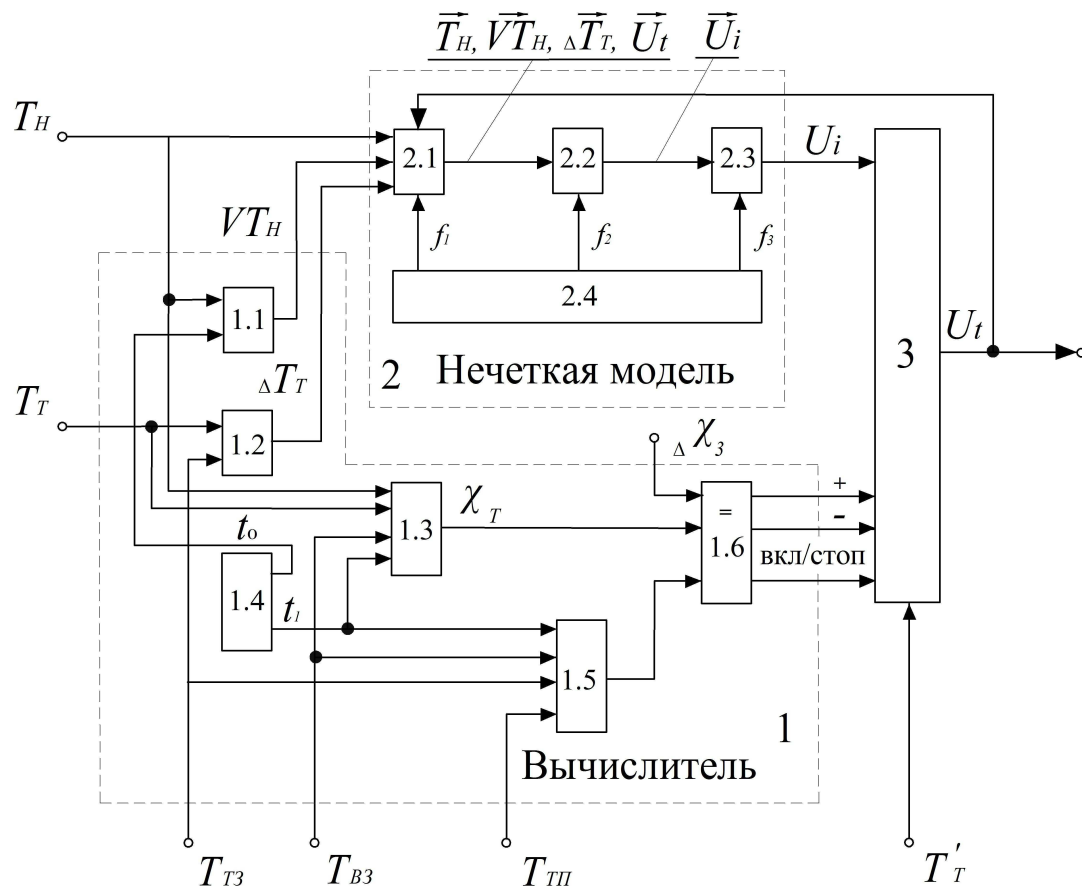


Рисунок 1 – Расширенная структурная схема котроллера управления подачей газа в пиковый теплоисточник подсистемы теплоснабжения

1 – вычислитель; 2 – нечеткая модель; 3 – блок конечного управления; 1.1 – вычислитель скорости VT_H ; 1.2 – вычислитель разности температур в трубопроводе на выходе теплоисточника соответственно между текущим T_T значением и заданным значением $T_{ТЗ}$; 1.3, 1.5 – вычислители тангенса угла наклона температурного графика соответственно текущего χ_T и прогнозируемого $\chi_{П}$; 1.4 – задатчик внутрисуточных интервалов времени; 1.6 – определитель величины и знака отклонения тангенсов углов наклона текущего и прогнозируемого температурных графиков; 2.1 – блок фаззификации; 2.2 – блок нечеткого вывода; 2.3 – блок дефаззификации; 2.4 – база знаний, содержащая правила фаззификации f_1 , правила нечеткого вывода f_2 и правила дефаззификации f_3 .

Скорость изменения температуры наружного воздуха VT_H в вычислителе 1 определяется в блоке 1.1 по следующему выражению:

$$VT_H = \kappa T_H / t_0, \quad (1)$$

где t_0 – промежуток времени, за который определяется скорость изменения температуры наружного воздуха T_H ;

κ – коэффициент, приводящий скорость к размерности $^{\circ}\text{C}/\text{час}$.

Значение t_0 формируется на первом выходе датчика внутрисуточных интервалов времени 1.4, например, каждую минуту.

Входной параметр ΔT_T для нечеткой модели 2, который формируется в блоке 1.2 вычислителя 1, соответствует выражению:

$$\Delta T_T = |T_{T3} - T_T|, \tag{2}$$

где T_{T3} – заданная температура теплоносителя на выходе пикового теплоисточника;

T_T – текущая измеряемая температура теплоносителя на выходе пикового теплоисточника.

Правила f_1, f_2, f_3 рассмотрены в материалах [2].

Вектор четких входных параметров ($T_H, VT_H, \Delta T_T, U_t$) на входе блока фаззификации 2.1 преобразуется в вектор нечетких параметров (термов ($\vec{T}_H, \vec{VT}_H, \vec{\Delta T}_T, \vec{U}_t$)) с помощью правил фаззификации f_1 , затем с помощью правила вывода f_2 на выходе блока 2.2 формируется нечеткий выходной параметр \vec{U}_i , который на выходе блока дефаззификации 2.3 принимает четкое значение U_i и поступает на вход блока конечного управления 3, где и реализуется.

Данная нечеткая модель реализована в виде компьютерной программы «Система нечеткого вывода», окно которой приведено на рисунке 2.

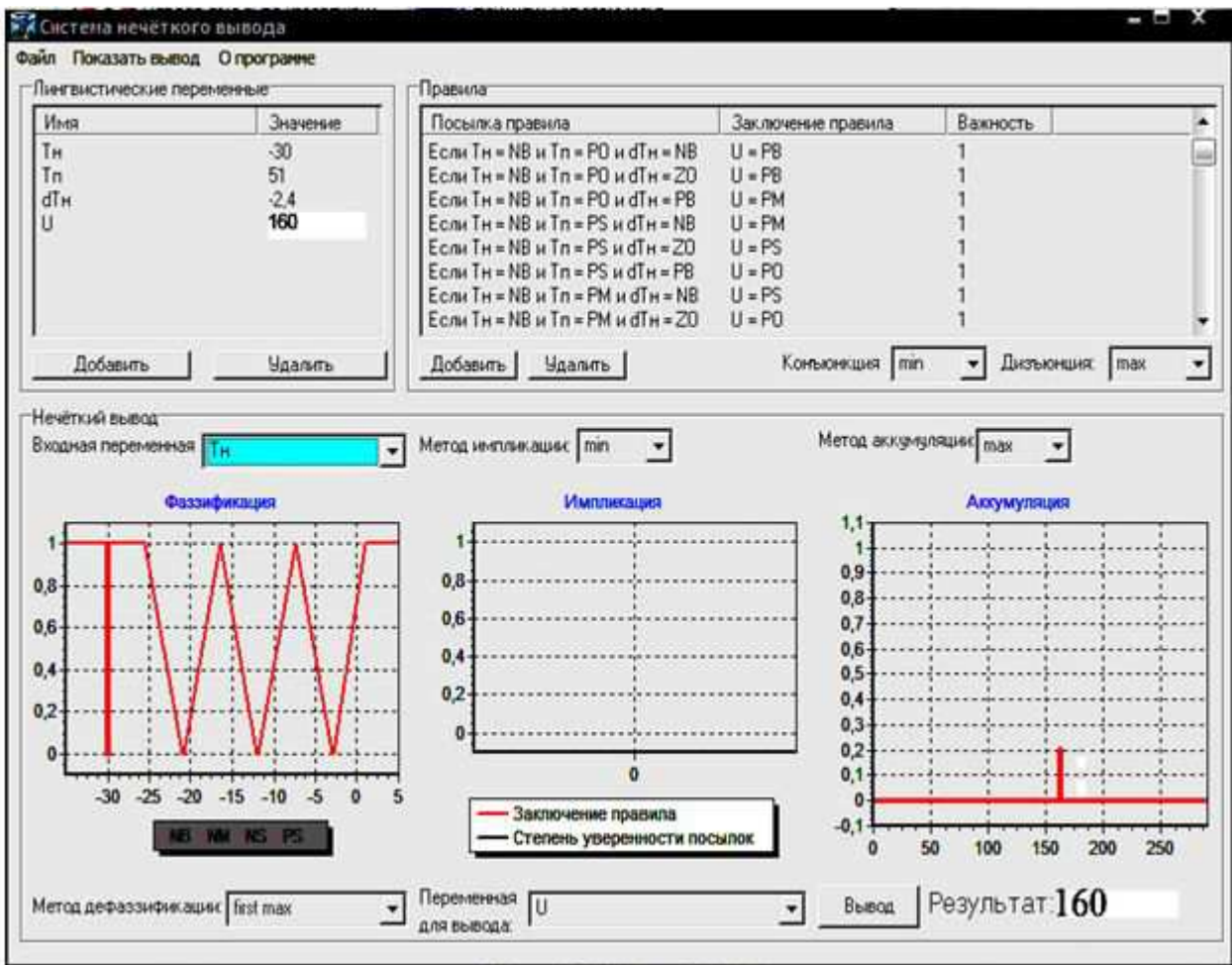


Рисунок 2 – Окно программы «Система нечеткого вывода»

В окне слева приведен график этапа фаззификации. Здесь отображаются все термы выбранной в расположенном выше выпадающем списке лингвистической переменной, при этом ярко красной чертой отмечается заданные значения лингвистической переменной. Точки пересечения графиков термов с этой прямой будут степенями уверенности простейших посылок. График в центре показывает операцию импликации. График справа показывает операцию аккумуляции, на нем отображается результирующий терм нечеткого вывода.

В данной программе имеется возможность выбирать методы построения нечетких конъюнкций, дизъюнкций, импликаций, проведение этапов аккумуляции и дефаззификации. Для этого необходимо выбрать из соответствующего выпадающего списка желательный вариант.

Рассмотренная нечеткая модель в составе контроллера управления подачей газа в пиковый теплоисточник выполняет свои функции только в моменты резких изменений температуры наружного воздуха, а в остальные моменты пиковый теплоисточник не потребляет газ, а тепло получает от КСЦТ через теплообменник и транслирует его потребителям. Температура теплоносителя в этом случае поддерживается КСЦТ в соответствии с температурным графиком. При авариях в КСЦТ рассматриваемая подсистема теплоснабжения с пиковым теплоисточником должна работать в автономном режиме, поддерживая температуру у потребителя по тому же температурному графику. В контроллере (рис.1) этот режим управления поддерживается блоками 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 в вычислителе 1.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ГАЗА В ПИКОВЫЙ ТЕПЛОИСТОЧНИК В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ ПОДСИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Данный алгоритм предполагает отключение теплообменника от центрального трубопровода в подсистеме теплоснабжения с пиковым теплоисточником. В автономном режиме рассматриваемая подсистема теплоснабжения должна обеспечивать потребителей тепла в соответствии с суточным прогнозируемым температурным графиком, рассчитываемым отдельно для каждого города.

Прогнозируемый температурный график представляется прямой линией с тангенсом угла наклона к временной оси и описывается следующим выражением [3]:

$$\chi_{\Pi} = (T_{ТЗ} - T_{ВЗ}) / (T_{ВЗ} - T_{НП}), \quad (3)$$

где χ_{Π} – значение тангенса угла наклона прогнозируемой прямой температурного графика;

$T_{ТЗ}$, $T_{ВЗ}$ – заданные температуры соответственно теплоносителя на выходе теплоисточника и воздуха внутри помещения потребителя;

$T_{НП}$ – прогнозируемые значения температуры наружного воздуха в течение суток, задаваемые метеослужбами данной территории, как правило, в виде двух точек, соединенных прямой линией (начало и конец суток).

Так как температура наружного воздуха $T_{Н}$ изменяется в течение суток не по линейному закону, то для поддержания заданных $T_{ТЗ}$ и $T_{ВЗ}$ необходимо корректировать прогнозируемый температурный график, т.е. изменять алгоритм управления подачей газа. Для этой цели в вычислителе 1 (рисунок 1) предназначены блоки 1.3, 1.4, 1.5, 1.6.

В блоке 1.2 периодически через заданные интервалы времени t_1 из блока 1.4 (например, через каждый час) вычисляются значения тангенса угла наклона текущего температурного графика χ_T по выражению:

$$\chi_T = (T_T - T_{вз}) / (T_{вз} - T_H), \quad (4)$$

где T_T и T_H – текущие значения температур соответственно теплоносителя на выходе пикового теплоисточника и наружного воздуха.

Синхронно с вычисленными значениями χ_T в те же моменты времени прогнозируемые значения χ_H , вычисленные по выражению (3), поступают из блока 1.5 в блок 1.6, где определяется величина и знак отклонения тангенсов углов наклона χ_T и χ_H в соответствующее время, при этом на выходе блока 1.6 формируются управляющие сигналы в соответствии с выражением:

$$F(U_t) = \begin{cases} 1, & \text{если } \chi_T - \chi_H < 0; a \left| |\chi_T - \chi_H| > \Delta\chi_3, \right. \\ -1, & \text{если } \chi_T - \chi_H < 0; a \left| |\chi_T - \chi_H| > \Delta\chi_3, \right. \\ 0 & \text{если } \left| |\chi_T - \chi_H| < \Delta\chi_3, \right. \end{cases} \quad (5)$$

где 1 – увеличить подачу газа в теплоисточник,
 -1 – уменьшить подачу газа в теплоисточник,
 0 – оставить подачу газа неизменной.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотренное управление пиковым теплоисточником подсистемы теплоснабжения в режиме подогрева на основе нечеткой модели позволяет рассматривать вопрос практического использования данной модели в контроллере управления, однако целесообразность этого использования возможна только после оптимизации количества правил на компьютерной модели.
2. Рассмотренный алгоритм управления подачей газа в теплоисточник подсистемы теплоснабжения в комбинированной системе теплоснабжения позволяет в экстренных случаях обеспечить работоспособность теплоисточника в автономном режиме, тем самым обеспечить тепловую безопасность группы потребителей тепла в данной подсистеме теплоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров С.П. Анализ и синтез системы управления процессом передачи тепловой энергии в когенерационной системе централизованного теплоснабжения: монография / С.П. Петров, М.Н. Маяков; под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. А.И. Суздальцева – Орел: Издательский дом «Орлик и К», 2009. – 314 с.
2. Суздальцев А.И. Нечеткая модель в алгоритмах управления пиковыми подогревателями в подсистемах теплоснабжения/ А.И. Суздальцев, Н.А.Загородних, С.П. Петров, Н.А.Сафронова // Информационные системы и технологии – Орел: ОрелГТУ, 2010. – №. 1 – С. 93-100.

Суздальцев Анатолий Иванович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Доктор технических наук, профессор

Тел.: 8(4862)76-28-62

E-mail: suzdalcev_a_i_@mail.ru

Загородних Николай Анатольевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Аспирант

Тел.: 8(4862)41-79-12

E-mail: nick2112@mail.ru

Петров Сергей Петрович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент

Тел.: 8(4862)76-02-68

E-mail: solnce@rekom.ru

Сафронова Наталья Анатольевна

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Старший преподаватель

Тел.: 8(4862)70-41-24

E-mail: pteivs@ostu.ru

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 621.391.63:681.7.068

М.И. ИВАНОВ, А.А. ВОРОБЬЕВ

МЕТОД ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, ИЗЛУЧАЕМОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ КАБЕЛЕМ

С развитием технологий, а также с изменением экономической ситуации в России и в других странах, все большую популярность стали приобретать бизнес-приложения, запускаемые не на персональных компьютерах и не на внутренних серверах организации-пользователя, а предложен метод оценки напряженности электрического поля, излучаемого волоконно-оптическим кабелем во внешнюю среду. При этом использован метод геометрической оптики, учтены ход лучей не под прямым углом и произвольное количество материальных сред, окружающих оптоволокно на серверах провайдера данного бизнес-приложения. При создании таких приложений используются как известные технологии из других областей, так и специфичные технологии. В данной статье сформулированы основные технические задачи, возникающие при разработке таких приложений, и опыт авторов по их решению.

Ключевые слова: метод геометрической оптики; побочные излучения; электрическое поле; материальная среда; граница.

The technique to evaluate the electric field strength that the fiber optic cable radiates outside is offered. We have also used the geometry optics technique, taken into account ray path other than 90° and the arbitrary number of material media surrounding the fiber.

Keywords: geometry optics technique; spurious radiation; electric field; material medium; boundary.

Такие преимущества волоконно-оптических линий связи перед электрическими, как малый вес и габариты, высокая пропускная способность, малая зависимость характеристик от температуры, большая гибкость и очень малый расход дефицитных цветных металлов привели к широкому их использованию не только за рубежом, но и в России. Пока широкое применение волоконнооптические линии нашли на внутриобъектовых, межобъектовых и зонавых сетях связи. Именно такие линии, применяемые в органах специальной связи, могут быть источником охраняемой информации за счёт побочных излучений и наводок.

Хотя волоконно-оптические кабели имеют меньший уровень побочных излучений, чем электрические, при объективной оценке возможностей утечки информации из них требуется знать количественную меру этого уровня. В литературе ни численные значения, ни выражения для расчёта уровня побочного излучения волоконно-оптического кабеля не приводятся. Исходя из этого, с целью оценки канала утечки информации за счёт побочных излучений возникает задача разработки метода расчёта уровня побочных излучений. Ввиду того, что механизм возникновения и воздействия на другие средства связи у электрического и магнитного полей различен, их рассматривают отдельно. Данная работа посвящена решению задачи по оценке побочных излучений электрического поля оптическим волокном.

В литературе имеются предпосылки для решения такой задачи при определенных исходных данных. В частности, в [1] разработан метод и получено выражение, с помощью которого рассчитывается величина электрического поля, возникающего вокруг сердцевины оптического волокна, покрытой одной отражающей оболочкой. Однако на практике конструкция кабеля имеет более сложный характер. Например, с целью улучшения механических характеристик оптоволокон сердцевина покрывается не одной, а несколькими оболочками, в частности, отражающей, буферной и внешней. Кроме того, между оптоволоконными элементами конструкции кабеля. А если речь идет о взаимном влиянии кабелей, то необходимо учитывать свойства материальной среды, имеющейся между ними. Исходя из этого, возникает задача разработки метода расчета напряженности электрического поля вокруг сердцевины оптического волокна, окруженной произвольным количеством материальных сред.

Решение данной задачи может быть осуществлено при использовании метода геометрической оптики или уравнений электродинамики. Применение геометрической оптики для описания процессов распространения энергии в маломодовых оптических волокнах (20-40 мод), как показали ранее проведенные исследования, некорректно [2]. В то же время, для описания и анализа распространения энергии в многомодовых ступенчатых оптоволоконных кабелях, которые могут быть использованы в волоконно-оптических кабелях, способы геометрической оптики применимы с достаточной точностью [1,3], что и было использовано в данной работе.

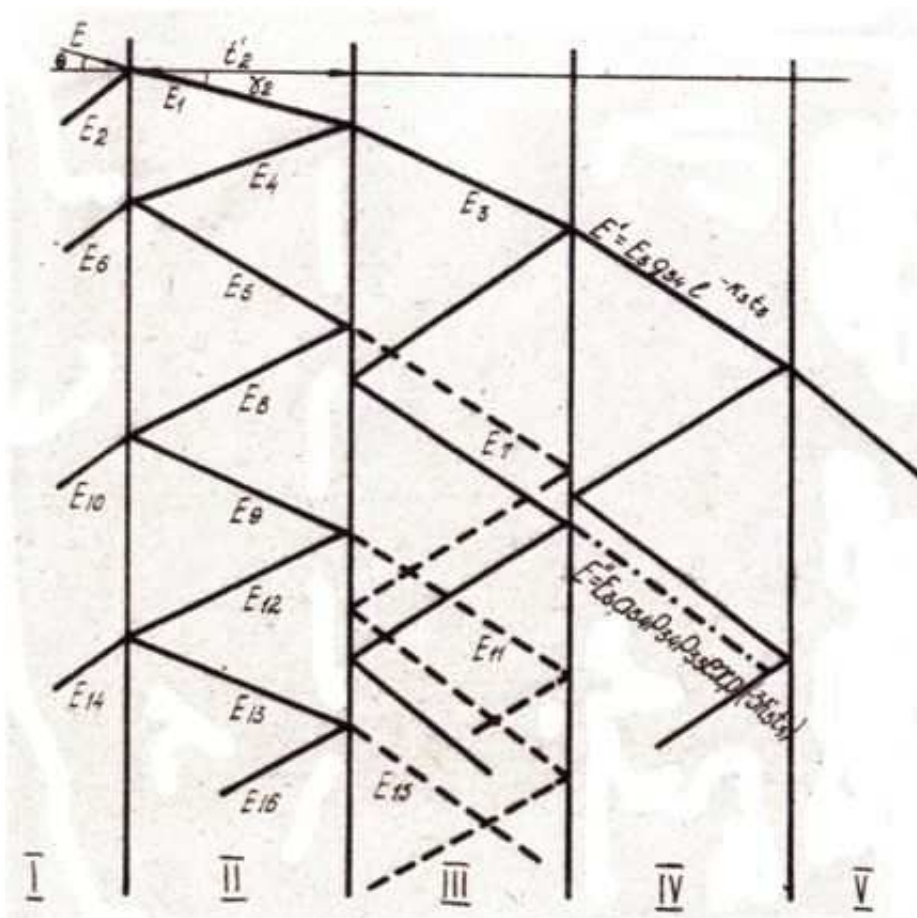


Рисунок 1 – Схема образования излучения электрического поля в ВОК

Величина переходной помехи, т.е. доля оптической энергии, проникающей в соседний кабель или волокно, в основном зависит от коэффициентов преломления и тангенсов угла диэлектрических потерь сред, разделяющих влияющий и подверженный влиянию кабели.

Очевидно, если угол падения луча Θ на границе раздела «сердцевина-оболочка» будет меньше, чем критический $\Theta_{кр}$, то в оболочке появится преломленный луч. За счёт этого луча в окружающую оптоволоконную среду будет проходить часть энергии, величина которой зависит от потерь в оболочке и от того, насколько угол падения луча Θ меньше критического $\Theta_{кр}$.

Теоретически при $\Theta \geq \Theta_{кр}$ преломленный луч должен отсутствовать. Однако, как показано в [2, 4], даже при соблюдении этого условия часть энергии, естественно, в меньшем количестве проникает в окружающую среду.

Для определения суммарного электрического поля, действующего вокруг сердцевин оптоволокон, окруженной отражающей оболочкой, рассмотрим рисунок 1.

Составляющие E_3, E_7, E_{11} и другие входного излучения E_0 , прошедшие в 111 среду, определяются согласно выражений [1]:

$$\begin{aligned} E_3 &= E_0 * g_{12} * g_{23} * \exp(-k_2 * t_2), \\ E_7 &= E_0 * g_{12} * g_{23} * P_{12} * P_{23} * \exp(-3 * k_2 * t_2), \\ E_{11} &= E_0 * g_{12} * g_{23} * (P_{12} * P_{23})^2 * \exp(-5 * k_2 * t_2), \text{ и т.д.} \end{aligned}$$

Если просуммировать все составляющие излучения, прошедшие в среду 111, то можно определить величину электрического поля вокруг сердцевин, покрытой отражающей оболочкой [1]:

$$E_{111} = \sum_{m_2=1}^{\infty} E_0 g_{12} g_{23} (P_{12} P_{23})^{m_2-1} \exp[-(2m_2 - 1)k_2 t_2],$$

где $g_{i,i+1} = 2n_i/(n_i + n_{i+1})$ – коэффициент прохождения излучения через границу i и $i + 1$ сред; m_i – количество лучей в i -й среде;

$P_{i,i+1} = [(n_i - n_{i+1})/(n_i + n_{i+1})]^2$ – коэффициент отражения от границы i и $i + 1$ сред;

$K_i = \pi * tg\delta_1 * (n_i/\lambda)$ – коэффициент потерь в i -й среде;

$t_i = t'_i \cos \gamma_i$ – толщина i -й среды по пути луча.

Представленный здесь способ получения E изложен в [1], однако там вместо толщины среды t_i по пути луча используется значение толщины материала t'_i , что, на наш взгляд, не совсем полно отражает сущность описываемого явления.

Если сохранить прежний ход рассуждений, применённый в [1], и обобщить его на случай произвольного количества сред, то можно получить решение сформулированной выше задачи.

Каждый луч E_3, E_7, E_{11} и т.д., прошедший из сердцевин в среду 111, отражаясь и преломляясь на границе сред 111-1V, будет создавать в среде 1V электрическое поле E_{1V} :

$$E_{1V} = \sum_{m_3=1}^{\infty} \left\{ \sum_{m_2=1}^{\infty} E_0 g_{12} g_{23} (P_{12} P_{23})^{m_2-1} \exp[-(2m_2 - 1)k_2 t_2] \right\} \times \\ g_{34} (P_{23} P_{24})^{m_3-1} \exp[-(2m_3 - 1)k_3 t_3].$$

Аналогичным образом получаем выражение для электрического поля в окружающей сердцевину оптоволокон среде V:

$$\begin{aligned}
E_V &= \sum_{m_4-1}^{\infty} \left\{ \sum_{m_3-1}^{\infty} \left[\sum_{m_2-1}^{\infty} E_0 g_{12} g_{23} (P_{12} P_{23})^{m_2-1} \exp[-2m_2 - 1) k_2 t_2] \right] \right\} g_{34} (P_{23} P_{34})^{m_3-1} \times \\
&\times \exp[-(2m_3 - 1) k_3 t_3] g_{45} (P_{34} P_{45})^{m_4-1} \exp[-(2m_4 - 1) k_4 t_4] = \\
&= E_0 g_{12} g_{23} g_{34} g_{45} \sum_{m_4-1}^{\infty} \sum_{m_3-1}^{\infty} \sum_{m_2-1}^{\infty} P_{12}^{m_2-1} P_{23}^{m_2-1} P_{34}^{m_3-1} P_{45}^{m_4-1} \times \\
&\times \exp \left[- \sum_{i=1}^4 (2m_i - 1) k_i t_i \right].
\end{aligned}$$

Поскольку осуществлять инженерные расчеты по данному выражению затруднительно, появляется необходимость приведения данного выражения к более простому виду. Порядок получения более простого выражения можно видеть на примере формулы для E_V . В этом выражении произведение в круглых скобках под знаком суммы по m_2 представляет собой убывающую геометрическую прогрессию. Известно, что сумма такой прогрессии при бесконечном числе ее членов определяется как $a(1 - q) - 1$. Для части упомянутого выражения, заключенной в круглые скобки, верно:

$$a = E_0 g_{12} g_{23} \exp(-k_2 t_2) \text{ и } q = P_{12} P_{23} \exp(-2k_2 t_2)$$

В таком случае сумма прогрессии записывается следующим образом:

$$E_{111} = \frac{E_0 g_{12} g_{23} \exp(-k_2 t_2)}{1 - P_{12} P_{23} \exp(-2k_2 t_2)}.$$

Используя метод индукции применительно к части рассматриваемого выражения и заключенной в фигурные скобки, полагая, что:

$$a = E_{111} g_{34} \exp(-k_3 t_3) \text{ и } q = P_{23} P_{34} \exp(-2k_3 t_3)$$

получаем выражение для электрического поля в среде E_{1V} :

$$E_{1V} = \frac{E_{111} g_{34} \exp(-k_3 t_3)}{1 - P_{23} P_{34} \exp(-2k_3 t_3)}.$$

В общем случае, выражение для расчета электрического поля в любой среде будет иметь вид:

$$E_{r+1} = \frac{E_r g_{r,r+1} \exp(-k_r t_r)}{1 - P_{r-1,r} P_{r,r+1} \exp(-2k_r t_r)}.$$

Используя данное выражение, можно определить материал конструкции кабеля и его толщину, а также количество сред, размещенных между сердцевиной влияющего оптоволокна и точкой измерения, которые позволят обеспечить величину электрического поля E_{n+1} не больше заданной.

Таким образом, изложенный выше метод расчета величины электрического поля вне сердцевины оптоволокна, окруженной произвольным количеством материальных сред, может быть полезен как при оценке существующих волоконнооптических кабелей, так и при разработке новых многомодовых ВОК.

Кроме того, предлагаемый метод и полученные расчетные соотношения могут использоваться во всех случаях определения величины любого поля (например, электрического или звукового) в точке приема, отстоящей на некотором расстоянии от источника излучения и разделенной с ним различными средами при условии, что применим метод геометрической оптики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гроднев Г.И. Расчет взаимных влияний в оптических кабелях // Электросвязь – № 2 – 1980. – С. 44-48
2. Теумин И.И. Волноводы оптической связи. – М.: Связь, 1981. – 168 с.
3. Гроднев Г.И. Переходные помехи между волоконными световодами в режиме многомодовой передачи // Электросвязь, № 6 – 1981. – С. 20-22.
4. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. – М.: Связь, 1973. – 480 с.

Иванов Михаил Иванович

Академия ФСО России, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры 8

Тел.: (4862) 41-60-58

E-mail: imis90@yandex.ru

Воробьев Александр Александрович

Академия ФСО России, г. Орел

Курсант

УДК 004.491.22

С.В. УСОВИК

**МОДЕЛЬ ТРАФИКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ
С ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИЕЙ
ПРИ АПРИОРНО НЕИЗВЕСТНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ
ПОСТУПЛЕНИЯ НАГРУЗКИ**

Статья рассматривает построение модели трафика вычислительной сети с пакетной коммутацией при априорно неизвестной интенсивности поступления нагрузки. Предложена модель трафика корпоративной вычислительной сети на основе анализа скачкообразного изменения свойств случайных процессов, характеризующих процесс передачи информационной нагрузки по сети с пакетной коммутацией.

Ключевые слова: трафик; модель трафика; вычислительная сеть с пакетной коммутацией.

The development of packet-switched computing network traffic model with priori unknown input payload intensity are considered. The corporative network traffic model based on change-point analyses of probabilistic processes is offered.

Keywords: traffic; model of the traffic; computing network with packet switching.

Для решения различных задач в области проектирования и обслуживания вычислительных сетей с пакетной коммутацией часто прибегают к рассмотрению статистических свойств сетевого трафика. Однако в настоящее время не существует единой модели, описывающей сетевой трафик. В зависимости от достигаемой в ходе рассмотрения вычислительных сетей цели выделяют модели трафика, основанные на фрактальном подходе, на теории точечных процессов, на теории марковских процессов [1]. Данные модели пригодны для применения на уровне проектирования вычислительной сети: определения размера буфера памяти маршрутизатора, установления требований к пропускной способности канала связи для выполнения требований к качеству обслуживания и т.д. Применимость перечисленных выше моделей определена тем, что они оперируют с известным видом нагрузки, передаваемым от одного абонента сети с пакетной коммутацией к другому абоненту. Под известным видом нагрузки в данном случае понимается трафик с известными требованиями к качеству передачи. При этом определены интенсивность следования пакетов в сети, размер передаваемых данных, длительность соединения, порядок построения очередей обслуживания в сетевых устройствах. Все перечисленные требования к априорно известным величинам резко ограничивают применимость рассмотренных моделей. На практике часто возникают задачи контроля прохождения трафика, определения работоспособности сетевого устройства, диагностирования новых подключений, выявления аномального поведения трафика. Для решения данных задач необходимо рассмотрение моделей трафика, учитывающих отсутствие знаний о виде нагрузки, передаваемой по вычислительной сети. В статье рассмотрена модель трафика вычислительной сети с точки зрения определения моментов изменения его статистических свойств. Подобная модель позволит решать задачи, связанные с рассмотрением сетевой нагрузки в условиях априорной неопределенности в отношении ее вида и типа.

В статье рассмотрена корпоративная вычислительная сеть с пакетной коммутацией, представленная на рисунке 1, где:

$\{A_1, A_2, \dots, A_3\}$ – множество терминалов офиса 1;

$\{A'_1, A'_2, \dots, A'_3\}$ – множество терминалов офиса 2;

B и B' – внешние шлюзы офисов 1 и 2 (при наличии нескольких офисов имеется множество внешних шлюзов $\{B_1, B_2, \dots, B_k\}$).

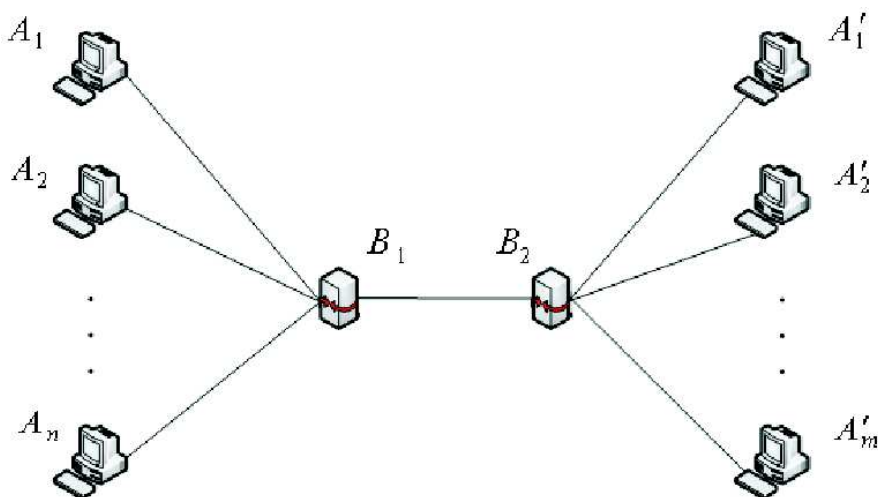


Рисунок 1 – Упрощенная схема построения корпоративной сети IP-телефонии

Данные сети представляют интерес, поскольку они работают в условиях малой загрузки. Это означает, что интенсивность следования пакетов абонентов сети λ не достигает максимальных значений, и поток событий, представляющий собой поступления пакетов в сеть, не является регулярным. Таким образом, в сети наблюдается поток событий с переменной интенсивностью $\lambda(t)$. Определяющим свойством в условиях малой загрузки является зависимость интенсивности от времени [2].

Целевое назначение предлагаемой модели – скорейшее определение момента времени изменения статистических свойств трафика, циркулирующего между шлюзами B и B' . За основу предлагается взять модель трафика, основанную на модели ММРР (пуассоновский процесс, управляемый марковским). Эта модель подробно описана в [1] и применима для описания функционирования устройств B и B' как трафиковых источников с переменной интенсивностью $\lambda(t)$. Данная интенсивность квантуется конечным числом интенсивностей $N : \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N\}$. Каждая интенсивность будет приводить к определенному состоянию в некотором управляющем марковском процессе. Состояния управляющего марковского процесса легко установить, зная возможные значения интенсивностей. Однако в требовании к разрабатываемой модели эти значения неизвестны.

Множество значений интенсивностей $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N\}$ получается вследствие работы множества терминалов $\{A_1, A_2, \dots, A_3\}$. Каждый терминал A_t представляет собой ON-OFF-источник [3], где ON-состояние связано с положительной пуассоновской интенсивностью, а OFF-состояние связано с нулевой интенсивностью. Интенсивность поступления пакетов от одного источника для определенного вида трафика примем постоянной. Множество источников $\{A_1, A_2, \dots, A_3\}$ взаимно независимы. Фактически для одного источника управляющим марковским процессом будет марковский процесс с заданным матрицей вероятностей переходов из состояния ON в OFF и обратно. Модель,

приведенная выше, может быть распространена и на объединение терминалов. Однако в данном случае в состоянии ON будет присутствовать переменная интенсивность. Изменение этой интенсивности управляется своим отдельным марковским процессом M_t . $A(t) = (A_1(t), A_2(t), \dots, A_r(t))$, где $A_t(t)$ – количество активных источников трафика. $M(t) = (M_1(t), M_2(t), \dots, M_r(t))$ соответствует векторозначному марковскому процессу, который содержит значения всех r -мерных векторов значений (j_1, j_2, \dots, j_r) .

Подобная модель может моделировать смешанный трафик голоса и данных, при этом суммарная интенсивности трафика будет равна сумме интенсивностей каждого вида трафика.

Анализируя описанную выше модель трафика с точки зрения изменения статистических свойств трафика, необходимо выделить два уровня априорной неопределенности – неопределенность смены управляющих марковских процессов $M(t)$ и неопределенность моментов смены состояний марковской цепи M_t . Модель трафика корпоративной вычислительной сети заменяется моделью случайного процесса с наличием «разладки», то есть резкой смены статистических свойств этого случайного процесса. Наблюдаемый трафик, относящийся к процессу M_t , представляет собой случайный процесс Θ_t вида $\Theta_t = I(t > \tau)$, где τ – момент «разладки». При $t < \tau$ наблюдается случайный процесс, принадлежащий управляющему процессу, отличному от M_t . Процесс Θ_t наблюдается при наличии аддитивного шума, то есть наблюдается процесс $X_t = \Theta_t + \varepsilon_t$. Предполагается, что ε_t не зависит от Θ_t и имеет независимые значения в разные моменты времени. Фактически модели трафика на разных уровнях неопределенности отличаются тем, что на первом уровне Θ_t – марковский процесс, а на втором уровне Θ_t – случайный процесс, имеющий определенные статистические свойства.

Экспериментальные исследования трафика корпоративных вычислительных сетей показали, что длительности периодов ON и OFF отдельных источников подчиняются экспоненциальному распределению с плотностью распределения вероятностей $p(t) = e^{-\lambda t}$. Длительности пребывания в определенных состояниях марковского процесса M_t распределены также экспоненциально. Следовательно, модель моментов изменения соседних состояний одного управляющего марковского процесса аналогична модели разладки для пуассоновских процессов. Аналитическое выражение этой модели имеет вид:

$$X_t = \begin{cases} N_t^{\lambda_0}, & t \leq \tau, \\ N_t^{\lambda_0} + N_{t-\tau}^{\lambda_1}, & t > \tau, \end{cases}$$

где X_t – стохастический процесс,

τ – неизвестный момент «разладки»,

$N^{\lambda_0} = (N_t^{\lambda_0})_{t \geq 0}$ и $N^{\lambda_1} = (N_t^{\lambda_1})_{t \geq 0}$ – независимые пуассоновские процессы с интенсивностями λ_0 и λ_1 , характеризующие время пребывания в состоянии марковской цепи M_t .

Интересующей случайной величиной в задаче «разладки» является τ . Задача построения адекватной модели трафика вычислительной сети с пакетной коммутацией сводится к фильтрации случайного процесса, характеризующего изменение τ . Исходя из анализа экспериментальных данных, изменение τ представляется в виде точечного пуассоновского процесса, имеющего плотность распределения вероятностей между появлениями «разладок»:

$$p(t) = e^{-\lambda(t)t},$$

где $\lambda(t)$ – переменная в общем случае интенсивность изменения статистических свойств случайных процессов. Следовательно, для трафика вычислительных сетей с пакетной

коммутацией, в отличии от общего случая задачи о «разладке», интервалы между моментами скачкообразного изменения параметров распределены экспоненциально. Задача построения точной модели «разладки» трафика корпоративной сети с пакетной коммутацией лежит в плоскости определения закона изменения $\lambda(t)$. Закон изменения $\lambda(t)$ может быть определен методами нелинейной фильтрации случайных процессов и определения скрытых марковских моделей.

Методы моделирования и определения наличия «разладки» марковских процессов описаны в [4]. Модели задачи «разладки» пуассоновских процессов и решение задачи скорейшего обнаружения разладки для пуассоновского процесса приведено в [2].

Таким образом, в статье был рассмотрен трафик корпоративной вычислительной сети с пакетной коммутацией с точки зрения определения моментов изменения его статистических свойств. Предложено аналитическое описание модели «разладки» для данного трафика. Данная модель основывается на представлении трафика в сетях с пакетной коммутацией моделью ММРР. Новизна предложенной модели заключается в представлении процесса передачи нагрузки в виде случайного процесса, характеризующего интервалы времени между скачкообразным изменением параметров передаваемого трафика. В ходе описания модели определены также направления исследований для уточнения результатов моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелухин О.И., Тенякишев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях: монография / Под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.
2. Башатова Е.Е. Режим малой загрузки для систем обслуживания со случайной нестационарной интенсивностью. Мат. Заметки. – Вып.3. – С.339-349.
3. Шелухин О.И., Тенякишев А.М., Осин А.В. Моделирование информационных систем. Учебное пособие / Под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.
4. Мотль В.В., Мучник И.Б. Скрытые марковские модели в структурном анализе сигналов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1999. – 352 с.
5. Буранаев Е.В. Задача о разладке для пуассоновского процесса в обобщенной байесовской постановке // Успехи математических наук, 2007. – Вып. 4. – С. 151-152.

Усовик Сергей Викторович
Академия ФСО России, г. Орел
Адъюнкт
Тел.: 8-905-256-2597

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 004.056.53

В.Ф. МАКАРОВ, В.Н. АФОНИН

ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ УОЛША
В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы построения систем кодирования информации на базе ортогональных сигналов, чьи математические модели – это множество кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша с их корреляционной обработкой принимающими устройствами. Данный метод позволяет комбинировать возможности увеличения стабильности ортогональных кодов применительно к несанкционированному сбору и распознаванию информации, а также к разрушающим воздействиям различного вида помех.

Ключевые слова: системы кодирования информации; ортогональные функции Уолша; защита информации.

In this article questions of construction of coding data system are considered on the basis of orthogonal signals which mathematical models is the set of piecewise constant orthogonal Walsh functions with their correlation processing by reception devices. The given method allows to combine opportunities of increase of stability of orthogonal codes both to the non-authorized perception and recognition, and to destroying influence of a various sort of handicapes.

Keywords: coding data system; orthogonal Walsh functions; information protection.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросам построения надежных цифровых систем передачи и обработки данных с использованием методов помехоустойчивого и помехозащищенного кодирования, устойчивых к несанкционированным воздействиям, уделялось и уделяется значительное внимание как у нас в стране, так и за рубежом. Работы В.А. Кательникова, А.П. Мановцева, Г.А. Шастовой, П.И. Пенина, А.А. Харкевича, Г.Б. Туманяна, К. Шеннона, Е. Берлекампа, Дж. Клара, Дж. Кейна, Х.Ф. Хармута стали научной школой теории кодирования. Однако направления, связанные с построением кодообразующих систем на основе использования различных множеств ортогональных функций и/или полиномов, до сих пор не нашли должного отражения в теории кодирования информации. На сегодняшний день впервые появился стандарт цифровой системы подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов (CDMA компании Hutchison Telephone), которая построена на основе базовых станций SC 9600 и коммутационной станции EMX 2500 (Motorola), использующей многоуровневые кусочно-постоянные ортогональные сигналы.

Однако необходимо отметить, что автором данной статьи, начиная с 1971 года и до наших дней, велись и ведутся разработки и получены авторские свидетельства и патенты на изобретения (7 авторских свидетельств и 4 патента на изобретения) по проблемам построения систем передачи информации (телеметрической, речевой, телевизионной, компьютерной) на основе средств и методов построения канальных сигналов, математическими моделями которых является множество кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша с последующей их обработкой приемными корреляционными устройствами.

Общепостановочная оценка проблемы метода уплотнения и разделения канальных сигналов по форме с использованием в качестве математических моделей различных

систем ортогональных функций и полиномов была опубликована в ряде научных статей и монографий автора, в частности, в журналах «Безопасность информационных технологий» выпуски 3/4 за 1994 и №1 за 2000 годы.

В предлагаемой статье рассматриваются вопросы построения кодирующего и декодирующего устройств в ортогональном базисе с использованием кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша в качестве математических моделей элементов кодовых комбинаций и их последующей обработкой и декодированием приемными корреляционными устройствами, отображаемыми в метрике гильбертова пространства. Структурная схема системы кодирования компьютерных данных с использованием ортогонального преобразования представлена на рисунке 1.

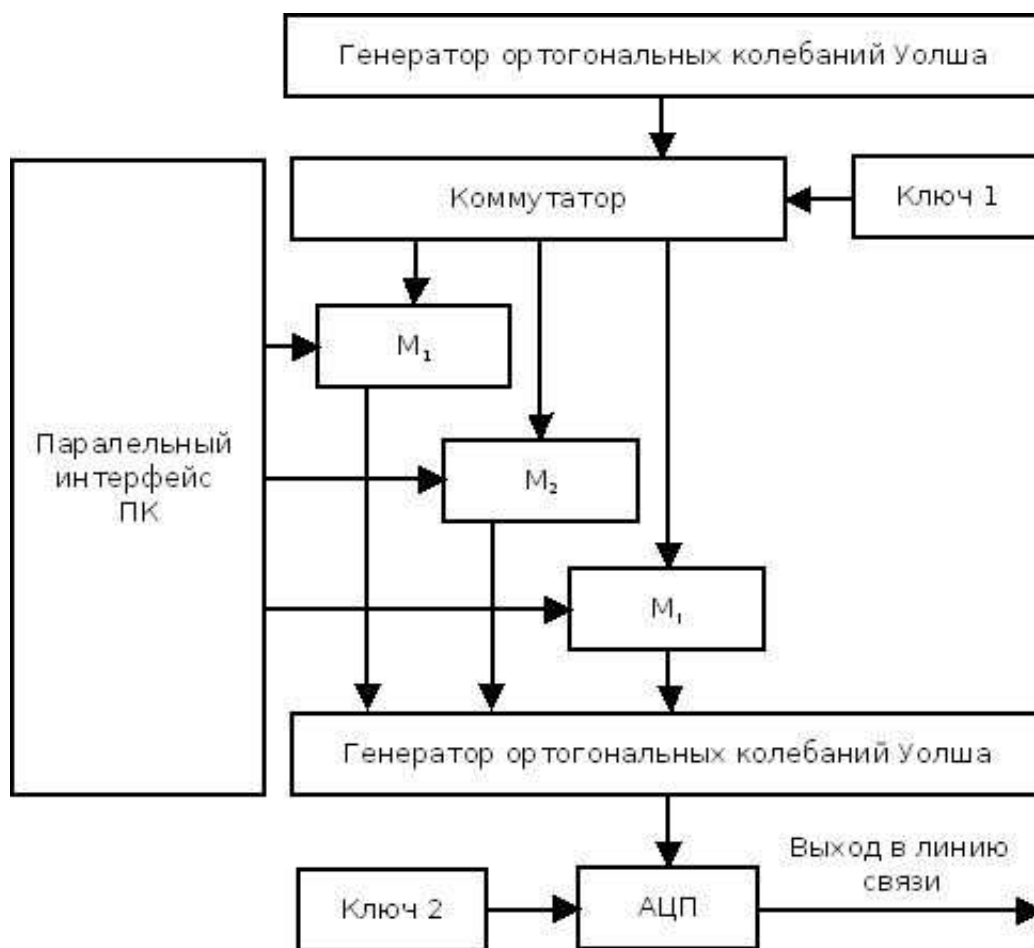


Рисунок 1 – Структурная схема кодирующего устройства с преобразованием: параллельный интерфейс → сложный, составной, параллельный, многоуровневый, суммарный сигнал ортогонального множества → последовательный код сложного, составного, параллельного, суммарного сигнала

ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ

Идея организации системы кодирования может быть представлена в виде следующего обобщенного алгоритма ортогонального преобразования:

1. Изначально формируется множество ортогональных кусочно-постоянных сигналов, математическими моделями которых является множество ортогональных функций

функций Уолша, параллельны во времени, возможна передача не последовательности битов Windows-кода, а сложного составного многоуровневого суммарного сигнала, состоящего из множества ортогональных сигналов Уолша и отображающего состояние параллельного интерфейса вычислительного комплекса в едином временном интервале – T.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Y1	1							
Y2		1						
Y3			1					
Y4				1				
Y5					1			
Y6						1		
Y7							1	
Y8								1
Y9								2
Y10							2	
Y11						2		
Y12					2			
Y13				2				
Y14			2					
Y15		2						
Y16	2							
Y17	3							
Y18		3						
Y19			3					
...								
Y54			7					
Y55		7						
Y56	7							

	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	АБВГ-1
2	Y16	Y15	Y14	Y13	Y12	Y11	Y10	Y9	АБВГ-2
3	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24	АБВГ-3
4	Y32	Y31	Y30	Y29	Y28	Y27	Y26	Y25	АБВГ-4
5	Y33	Y34	Y35	Y36	Y37	Y38	Y39	Y40	АБВГ-5
6	Y48	Y47	Y46	Y45	Y44	Y43	Y42	Y41	АБВГ-6
7	Y49	Y50	Y51	Y52	Y53	Y54	Y55	Y56	АБВГ-7

Рисунок 3 – Пример закрепления функций Уолша за битами Windows-кода

Причем изначально любые восемь функций Уолша закрепляются за разрядами восьмизначного Windows-кода, отображающими первый символ естественного алфавита, затем из оставшихся ортогональных сигналов восемь закрепляются за разрядами второго символа кодируемого текста и т.д. В результате такого преобразования все семь символов кодируемого текста отображаются на множестве ортогональных функций Уолша:

$$\forall x_i \in X \rightarrow \{a_w\} |8 \rightarrow \{y_i \in Y\} |64. \tag{3}$$

Такое отображение производится с помощью оператора преобразования, устанавливающего правила соответствия между элементами Windows-кодов и элементами множества ортогональных функций Уолша.

На диаграмме рисунка 4 отображен сложный составной многоуровневый суммарный сигнал слова «Криптон», состоящий из 56 ортогональных сигналов Уолша ($Y_1 \dots Y_{56}$).

3. Следующим шагом преобразования параллельного Windows-кода является отображение сложного составного многоуровневого сигнала выбранного ортогонального множества в двоичный код.

Для осуществления такого преобразования формируется динамическая таблица преобразования, устанавливающая соответствие между отдельными уровнями суммарного многоуровневого сигнала и множеством двоичных кодовых комбинаций.

В случае выбранного разрешенного ортогонального множества Уолша количество уровней суммарного сигнала, отображающего состояние параллельного интерфейса вычислительного комплекса, на рассматриваемом примере составит 64 кванта. На рисунке 6 представлен фрагмент такой таблицы преобразований. Причем график установления соответствий между кодовыми комбинациями и квантованными уровнями сложного составного суммарного сигнала задается программным методом или устанавливается самим пользователем.

Рассматриваемый метод параллельного ортогонального преобразования не производит закрепление отдельного бита кодовой комбинации за конкретным символом естественного алфавита и в этом случае не требуется введения дополнительных шумовых разрядов для обеспечения устойчивости к несанкционированному распознаванию, т.е. производится зашумление одних символов другими. Длина кодовой комбинации, равная 384, определяется из условия:

$$N = n * k = 6 * 64 = 384,$$

где N – длина блока кодовой комбинации;

n – длина кодовой комбинации, отображающей отдельный уровень сложного, составного, многоуровневого, кусочно-постоянного сигнала;

k – количество квантов уровней сложного, составного, многоуровневого, кусочно-постоянного сигнала.

Общее количество элементов кодовых комбинаций при использовании 64 ортогональных сигналов «Уолша» и 64 двоичных кодовых комбинаций, отображающих отдельный уровень сложного, составного, многоуровневого, суммарного сигнала, отображающего состояние параллельного интерфейса вычислительного комплекса при кодировании всего блока, состоящего из семи символов естественного алфавита, определяется как:

$$N_{\text{общ}} = P_{\text{орт}} * P_{\text{ур}} = 64! * 64! \approx 1,26887 * 10^{178},$$

где $P_{\text{орт}}$ – число перестановок 64 ортогональных сигналов «Уолша»;

$P_{\text{ур}}$ – число перестановок кодовых комбинаций, отображающих 64 уровня сложного, составного, многоуровневого, кусочно-постоянного, суммарного сигнала.

Число элементов кодовой комбинации, отображающих один семантический символ естественного алфавита, будет равно $N/7 \approx 384/755$.

В этой кодовой комбинации каждый отдельно взятый бит не принадлежит конкретному семантическому символу, а является элементом кода всей совокупности семантических символов исходного текста. Однозначного соответствия между количеством бит кодовых комбинаций различных исходных текстов и количеством букв

в исходном тексте не устанавливается, так как невозможно установить однозначное соответствие только лишь по количественному признаку. Число элементов кодовой комбинации определяется только лишь формой суммарного многоуровневого сигнала, состоящего из формируемого множества канальных ортогональных сигналов Уолша.

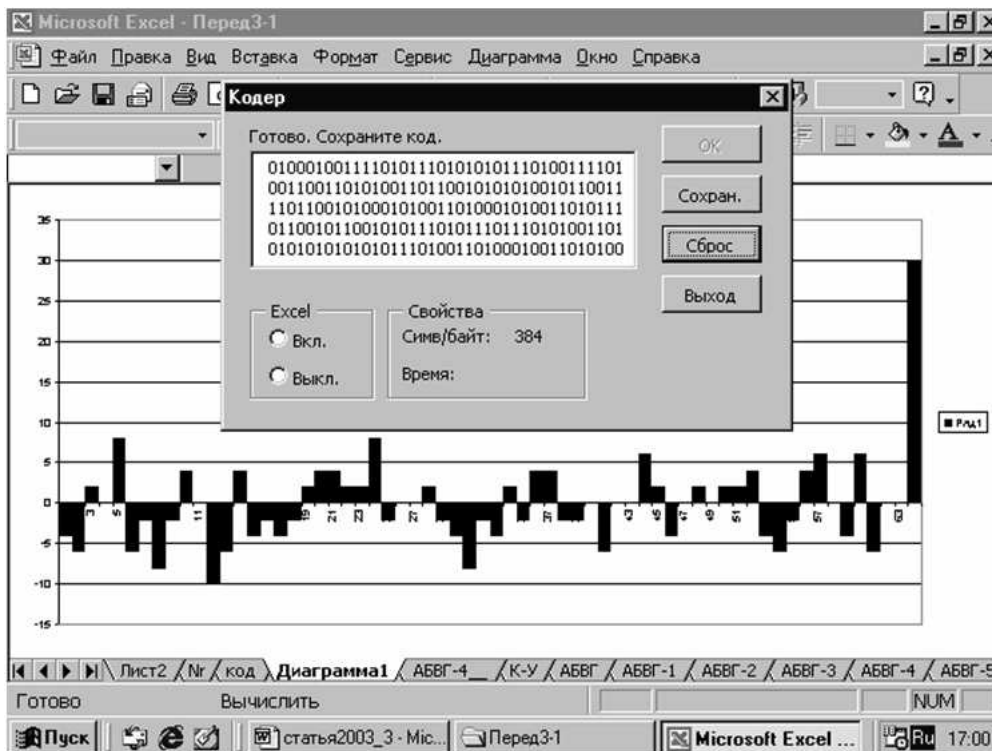


Рисунок 4 – Отображение слова «Криптон» сложным составным многоуровневым сигналом, состоящим из 56 ортогональных сигналов «Уолша»

Разделив количество бит, отображающих эту фразу в двоичной комбинации, на количество семантических символов, содержащихся в этой фразе, включая пробелы, получим число двоичных символов, приходящихся на одну семантическую единицу. В данном случае на одну семантическую единицу исходного текста приходится при ортогональном параллельном кодировании $n = N/a_i = 6912/25 \approx 56$ бит при числе множеств отображений потенциально равным:

$$P = Y! * K! = 64! * 64! = 1,26887 * 10^{178}.$$

По отношению к существующему стандарту число множеств отображений составляет $P = 10^{77}$, а число элементов кодовой комбинации, приходящихся на одну семантическую единицу, определяется как $n = 256$ бит. Т.е. мощность множества состояний кодовых комбинаций отображающих одну семантическую единицу увеличивается в 2,5 раза, а избыточность кодовых комбинаций при этом уменьшается в 2,5 раза.

При этом необходимо учитывать, что в случае параллельного ортогонального кодирования каждый элемент кодовой комбинации принадлежит всему множеству семантических символов исходного текста, а не каждому символу в отдельности, т.е. происходит текстовое зашумление всей кодовой комбинации, что исключает необходимость ввода дополнительных шумовых разрядов в информационные кодовые комбинации для их защиты от несанкционированного распознавания.

АЛГОРИТМ САНКЦИОНИРОВАННОГО ВОСПРИЯТИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ

Процесс санкционированного восприятия и распознавания принимаемой кодовой комбинации определяется по следующему алгоритму:

1. На вход декодирующего устройства системы распознавания кодовых комбинаций, реализованных по преобразованиям выбранного ортогонального множества, поступает двоичный код, отображающий подмножества форм сложных, составных, суммарных, многоуровневых сигналов, в свою очередь форма каждого из подмножеств отображает семь семантических символов закодированного текста. С помощью цифро-аналогового преобразования происходит восстановление подмножеств многоуровневых сложных составных суммарных сигналов в соответствии с динамически изменяемой таблицей преобразований.

В результате цифро-аналогового преобразования формируется таблица уровней сложных составных суммарных многоуровневых сигналов, состоящих из канальных ортогональных сигналов, математическими моделями которых являются кусочно-постоянные ортогональные функции Уолша. Представители каждого из подмножеств сложных составных многоуровневых сигналов, состоящих из множеств ортогональных функций Уолша и несущих информацию сразу о семи элементах семантического алфавита, поступают на входы канальных корреляционных устройств, на выходах которых формируются элементы Windows-кодов семантических элементов, входящих в состав декодируемого текста.

На рисунках 5, 6, 7, 8 представлены таблицы обработки сложных, составных, многоуровневых, суммарных сигналов канальными корреляционными устройствами декодера. Верхняя строка **1 (X7)** отображает суммарный сигнал, состоящий из 56 ортогональных сигналов Уолша, каждая последующая строка отображает результат поэлементного перемножения канальных ортогональных сигналов с суммарным многоуровневым сигналом, восстановленным из принятых кодовых комбинаций, поступивших из линии связи.

На рисунках 5, 6 приведены результаты поэлементного перемножения опорных канальных сигналов Уолша с суммарным, сложным, составным кусочно-постоянным, многоуровневым сигналом для первых 15 канальных корреляционных устройств декодера. На рисунке 10 в столбце **ВН** приведены результаты интегрирования канальных поэлементных произведений, дальнейшее нормирование результатов канальных интегрирований позволяют восстановить Windows-коды сразу семи семантических элементов передаваемого текста (столбец **ВО** таблицы 6). В соответствии с функцией отображения, задаваемой таблицей, представленной на рисунке 3, которая программно или вручную формируется при каждом сеансе связи, первые восемь строк $Y_1 \dots Y_8$ формируют код первого семантического символа закодированной группы, вторые восемь строк ($Y_9 \dots Y_{16}$) формируют Windows-код второго семантического символа передаваемого текста и т.д., пока не будет восстановлена вся группа Windows-кодов семи семантических символов. Этот процесс будет повторяться до полного восстановления закодированного текста.

При преобразовании исходного текста, а точнее, элементов его Windows-кодов в ортогональное множество устанавливалось соответствие между множествами элементов Windows-кодов и разрешенным ортогональным множеством Уолша по графику соответствий, задаваемым таблицей на рисунке 3. В этом случае областью отправления соответствия **X** является множество Windows-кодов элементов исходного текста,

областью прибытия соответствия Z является множество ортогональных сигналов, математическими моделями которых являются кусочно-постоянные ортогональные функции Уолша. Между этими множествами устанавливается график соответствия, который и определяет прямые и обратные преобразования исходного текста в параллельный, составной, многоуровневый, кусочно-постоянный, сложный суммарный сигнал. В дальнейшем областью отправления будет являться множество квантов уровней суммарного сигнала, а областью прибытия множество двоичных кодовых комбинаций. Во втором случае график соответствия будет определяться динамической таблицей, фрагмент которой представлен на рисунке 6.

Таким образом, при прямом и обратном преобразованиях Windows-кодов естественных текстов устанавливается два соответствия:

$$G_1 = (X, Z_1, Q_1), \quad (4)$$

где G_1 – соответствие между элементами Windows-кодов и выбранным ортогональным множеством;

X – область отправления первого соответствия (множество комбинаций Windows-кодов);

Z_1 – область прибытия первого соответствия (множество ортогональных кусочно-постоянных функций Уолша);

Q_1 – график установления первого соответствия, задаваемый таблицей на рисунке 3.

В общем случае обобщенный алгоритм обработки сложных составных ортогональных сигналов в метрике гильбертова пространства будет иметь вид:

$$F = \frac{1}{T} \int_0^T Y_i(t) \cdot Y_j(t) dt, \quad (5)$$

при $Y_i(t) = Y_j(t)$; $F = k^2$;

$Y_i(t) \neq Y_j(t)$; $F = 0$;

где $Y_i(t)$ – сигнал, передаваемый по каналу связи;

$Y_j(t)$ – сигнал, вырабатываемый генератором опорных колебаний приемника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо отметить, что число одновременно параллельно кодируемых элементов естественного исходного текста теоретически не ограничено и будет определяться только лишь мощностью множества выбранных ортогональных кусочно-постоянных функций Уолша, которое сверху также неограничено.

Это дает возможность выбирать разрешенное множество, изменяя модуль первичного преобразования. В случае, если условная группа семантических символов параллельного ортогонального кода представлена семью элементами, то модуль ортогонального преобразования будет равен 56. При увеличении числа кодируемых элементов исходного алфавита этот модуль может достигать значения 256, что позволяет параллельно во времени формировать сложный составной сигнал, состоящий из 2048 кусочно-постоянных ортогональных функций Уолша.

Такой подход к кодированию данных в автоматизированных комплексах органов внутренних дел позволяет существенно увеличить устойчивость кодообразований к несанкционированному восприятию и распознаванию данных по сравнению с существующими в настоящее время средствами и методами кодирования.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1	X7	1	-3	5	9	11	-1	-5	-1	1	1	1	-7	-1	-1	-5	-5	-9	-5	-1	-5	-3	1	1	5	-5	3	-
2																												
3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	2
4	X7*Y1	-1	3	-5	-9	-11	1	5	1	-1	-1	-1	7	1	1	5	5	9	5	1	5	3	-1	-1	-5	5	-3	
5	X7*Y2	-1	3	-5	-9	-11	1	5	1	-1	-1	-1	7	1	1	5	5	-9	-5	-1	-5	-3	1	1	5	-5	3	-
6	X7*Y3	1	-3	5	9	11	-1	-5	-1	1	1	1	-7	-1	-1	-5	-5	9	5	1	5	3	-1	-1	-5	5	-3	
7	X7*Y4	-1	3	-5	-9	-11	1	5	1	1	1	1	-7	-1	-1	-5	-5	9	5	1	5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
8	X7*Y5	-1	3	-5	-9	-11	1	-5	-1	-1	-1	-1	7	1	1	5	5	-9	-5	-1	-5	-3	1	1	5	5	-3	
9	X7*Y6	1	-3	5	9	11	-1	-5	-1	1	1	1	-7	1	1	5	5	9	5	1	5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
10	X7*Y7	-1	3	-5	-9	-11	1	5	1	1	1	1	-7	-1	-1	-5	-5	-9	-5	-1	-5	-3	1	1	5	5	-3	
11	X7*Y8	-1	3	-5	-9	-11	-1	-5	-1	-1	-1	-1	7	-1	-1	-5	-5	9	5	1	5	-3	1	1	5	5	-3	
12	X7*Y9	1	-3	5	9	-11	1	5	1	1	1	1	-7	1	1	5	5	-9	-5	-1	-5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
13	X7*Y10	-1	3	5	9	-11	1	5	1	1	1	1	-7	1	1	5	5	9	5	1	5	-3	1	1	5	5	-3	
14	X7*Y11	-1	3	-5	-9	-11	-1	-5	-1	-1	-1	-1	7	-1	-1	-5	-5	-9	-5	-1	-5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
15	X7*Y12	1	-3	5	9	-11	1	5	1	-1	-1	-1	-7	-1	-1	-5	-5	-9	-5	-1	-5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
16	X7*Y13	-1	3	-5	-9	-11	-1	-5	-1	1	1	1	-7	1	1	5	5	9	5	1	5	-3	1	1	5	-5	3	-
17	X7*Y14	-1	3	-5	-9	-11	-1	-5	-1	1	1	1	-7	1	1	5	5	-9	-5	-1	-5	3	-1	-1	-5	-5	3	-
18	X7*Y15	1	-3	5	9	-11	1	5	1	-1	-1	-1	7	-1	-1	-5	-5	9	5	1	5	-3	1	1	5	-5	3	-

	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	
1	-5	3	1	1	-3	5	-3	1	-3	1	3	-1	-1	3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31			64	
2																										
3	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64				
4	-5	3	1	1	-3	5	-3	1	-3	1	3	-1	-1	3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	64		1 Y1	
5	5	-3	-1	-1	3	-5	-3	1	-3	1	3	-1	-1	3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	0		0 Y2	
6	5	-3	-1	-1	3	-5	-3	1	-3	1	3	-1	-1	3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	64		1 Y3	
7	-5	3	1	1	-3	5	3	-1	3	-1	-3	1	1	-3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	0		0 Y4	
8	-5	3	1	1	-3	5	3	-1	3	-1	-3	1	1	-3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	64		1 Y5	
9	5	-3	-1	-1	3	-5	3	-1	3	-1	-3	1	1	-3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	64		1 Y6	
10	5	-3	-1	-1	3	-5	3	-1	3	-1	-3	1	1	-3	-3	-3	-7	9	-1	-1	7	31	0		0 Y7	
11	5	-3	1	1	-3	5	3	-1	3	-1	3	-1	-1	3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	64		1 Y8	
12	5	-3	1	1	-3	5	3	-1	3	-1	3	-1	-1	3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	64		1 Y9	
13	-5	3	-1	-1	3	-5	3	-1	3	-1	3	-1	-1	3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	64		1 Y10	
14	-5	3	-1	-1	3	-5	3	-1	3	-1	3	-1	-1	3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	0		0 Y11	
15	5	-3	1	1	-3	5	-3	1	-3	1	-3	1	1	-3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	0		0 Y12	
16	5	-3	1	1	-3	5	-3	1	-3	1	-3	1	1	-3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	64		1 Y13	
17	-5	3	-1	-1	3	-5	-3	1	-3	1	-3	1	1	-3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	0		0 Y14	
18	-5	3	-1	-1	3	-5	-3	1	-3	1	-3	1	1	-3	3	3	7	-9	-1	-1	7	31	64		1 Y15	

Рисунки 5, 6 – Таблицы обработки суммарного сигнала корреляторами декодера

Microsoft Excel - Приемник-3

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

100% Arial Cyr 10 Ж К Ц %

A02 =

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
42	X7*Y39	1	3	5	-9	11	1	-5	1	-1	1	-1	-7	1	-1	5	-5	9	-5	1	-5	3	1	-1	5	-5	-3	-
43	X7*Y40	1	3	5	-9	-11	-1	5	-1	1	-1	1	7	1	-1	5	-5	-9	5	-1	5	3	1	-1	5	-5	-3	-
44	X7*Y41	-1	-3	-5	9	11	1	-5	1	-1	1	-1	-7	-1	1	-5	5	9	-5	1	-5	-3	-1	1	-5	5	3	-
45	X7*Y42	-1	-3	-5	9	11	1	-5	1	-1	1	-1	-7	-1	1	-5	5	-9	5	-1	5	3	1	-1	5	-5	-3	-
46	X7*Y43	1	3	5	-9	-11	-1	5	-1	1	-1	1	7	1	-1	5	-5	9	-5	1	-5	-3	-1	1	-5	5	3	-
47	X7*Y44	-1	-3	-5	9	11	1	-5	1	1	-1	1	7	1	-1	5	-5	9	-5	1	-5	-3	-1	1	-5	-5	-3	-
48	X7*Y45	1	3	5	-9	-11	-1	5	-1	-1	1	-1	-7	-1	1	-5	5	-9	5	-1	5	3	1	-1	5	5	3	-
49	X7*Y46	1	3	5	-9	-11	-1	5	-1	-1	1	-1	-7	-1	1	-5	5	9	-5	1	-5	-3	-1	1	-5	-5	-3	-
50	X7*Y47	-1	-3	-5	9	11	1	-5	1	1	-1	1	7	1	-1	5	-5	-9	5	-1	5	3	1	-1	5	5	3	-
51	X7*Y48	1	3	-5	9	11	1	5	-1	1	-1	-1	-7	-1	1	5	-5	-9	5	1	-5	-3	-1	-1	5	-5	-3	-
52	X7*Y49	-1	-3	5	-9	-11	-1	-5	1	-1	1	1	7	1	-1	-5	5	9	-5	-1	5	3	1	1	-5	5	3	-
53	X7*Y50	-1	-3	5	-9	-11	-1	-5	1	-1	1	1	7	1	-1	-5	5	-9	5	1	-5	-3	-1	-1	5	-5	-3	-
54	X7*Y51	1	3	-5	9	11	1	5	-1	1	-1	-1	-7	-1	1	5	-5	9	-5	-1	5	3	1	1	-5	5	3	-
55	X7*Y52	-1	-3	5	-9	-11	-1	-5	1	1	-1	-1	-7	-1	1	5	-5	9	-5	-1	5	3	1	1	-5	-5	-3	-
56	X7*Y53	1	3	-5	9	11	1	5	-1	-1	1	1	7	1	-1	-5	5	-9	5	1	-5	-3	-1	-1	5	5	3	-
57	X7*Y54	1	3	-5	9	11	1	5	-1	-1	1	1	7	1	-1	-5	5	9	-5	-1	5	3	1	1	-5	-5	-3	-
58	X7*Y55	-1	-3	5	-9	-11	-1	-5	1	1	-1	-1	-7	-1	1	5	-5	-9	5	1	-5	-3	-1	-1	5	5	3	-
59	X7*Y56	-1	-3	5	-9	11	1	5	-1	-1	1	1	7	-1	1	5	-5	9	-5	-1	5	-3	-1	-1	5	5	3	-

Готово NUM

Microsoft Exc... Мои документы статья2003_3-... 19:56

Microsoft Excel - Приемник-3

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

100% Arial Cyr 10 Ж К Ц %

A02 =

	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP
42	-5	-3	1	-1	-3	-5	-3	-1	-3	-1	3	1	-1	-3	3	-3	7	9	1	-1	-7	31	0	0	Y39
43	-5	-3	-1	1	3	5	-3	-1	-3	-1	-3	-1	1	3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y40
44	-5	-3	-1	1	3	5	-3	-1	-3	-1	-3	-1	1	3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y41
45	5	3	1	-1	-3	-5	-3	-1	-3	-1	-3	-1	1	3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y42
46	5	3	1	-1	-3	-5	-3	-1	-3	-1	-3	-1	1	3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y43
47	-5	-3	-1	1	3	5	3	1	3	1	3	1	-1	-3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y44
48	-5	-3	-1	1	3	5	3	1	3	1	3	1	-1	-3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y45
49	5	3	1	-1	-3	-5	3	1	3	1	3	1	-1	-3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	0	0	Y46
50	5	3	1	-1	-3	-5	3	1	3	1	3	1	-1	-3	-3	3	-7	-9	1	-1	-7	31	64	1	Y47
51	5	3	1	-1	-3	-5	-3	-1	3	1	3	1	1	3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	64	1	Y48
52	5	3	1	-1	-3	-5	-3	-1	3	1	3	1	1	3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	64	1	Y49
53	-5	-3	-1	1	-3	-5	-3	-1	3	1	3	1	1	3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	0	0	Y50
54	-5	-3	-1	1	-3	-5	-3	-1	3	1	3	1	1	3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	64	1	Y51
55	5	3	1	-1	-3	-5	3	1	-3	-1	-3	-1	-1	-3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	0	0	Y52
56	5	3	1	-1	-3	-5	3	1	-3	-1	-3	-1	-1	-3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	64	1	Y53
57	-5	-3	-1	1	-3	-5	3	1	-3	-1	-3	-1	-1	-3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	64	1	Y54
58	-5	-3	-1	1	-3	-5	3	1	-3	-1	-3	-1	-1	-3	-3	3	7	9	-1	1	-7	31	0	0	Y55
59	-5	-3	-1	1	-3	-5	3	1	-3	-1	3	1	1	3	-3	-7	-9	-1	1	-7	31	64	1	Y56	

Готово NUM

Microsoft Exc... Мои документы статья2003_3-... 19:57

Рисунки 7, 8 – Таблицы обработки суммарного сигнала корреляторами декодера

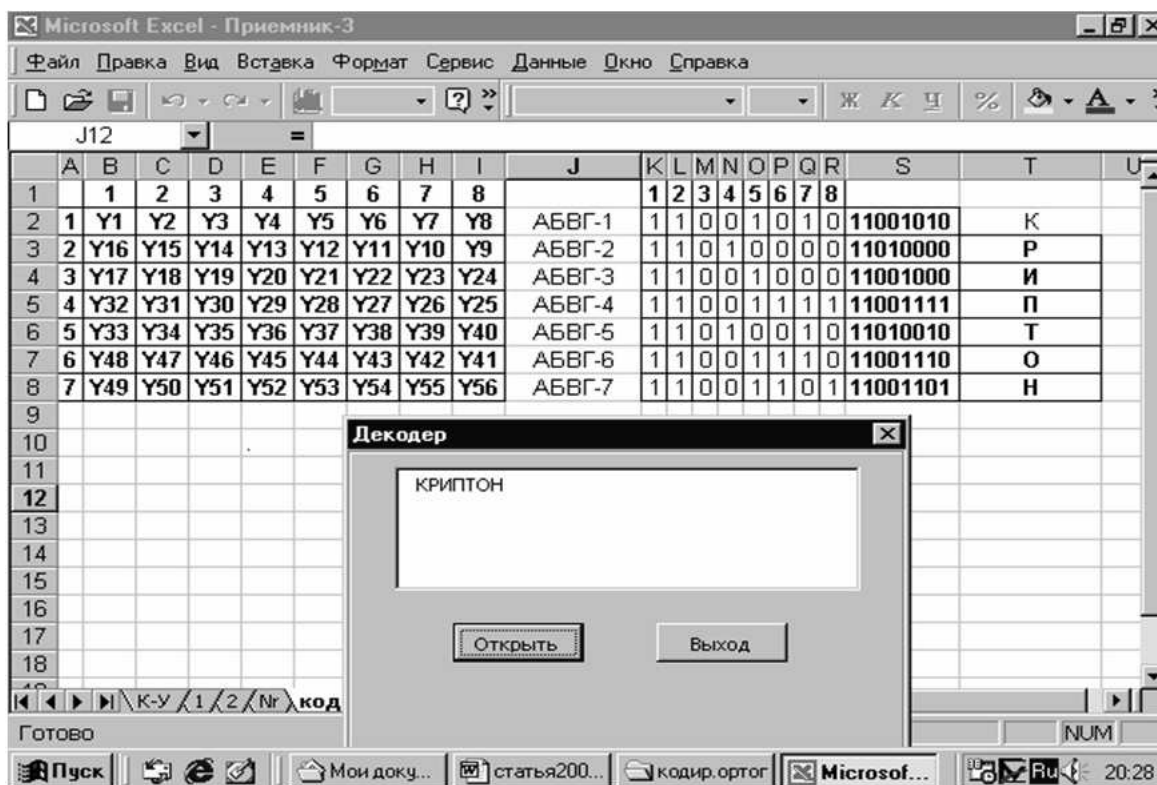


Рисунок 9 – Восстановление Windows-кодов и семантического текста по графику соответствий, задаваемого таблицей, представленной на рисунке 4

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Качмаж, Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов / пер. с нем. – Гутер Р.С., Ульянов П.Л., М.: Физматгиз, 1958. – 579 с. – 5000 экз.
2. Сборник трудов XII Международной научной конференции «Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов. Методы распознавания ортогональных кодов». – М.: Академия управления МВД России, 2008.
3. Макаров В.Ф. Проблемы комплексной защиты информации. Сб. «Безопасность информационных технологий». Выпуск 3/4. – М., 1995.
4. Макаров В.Ф. Обеспечение защиты информации на основе ортогональных преобразований. Сб. «Безопасность информационных технологий». Выпуск 2. – М., 2000.
5. Макаров В.Ф. и др. Устройство для приема телевизионных сигналов. Патент на изобретение N2144741. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 20.01.2000.
6. Макаров В.Ф. и др. Устройство для передачи телевизионных сигналов. Патент на изобретение N2131646. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.06.1999.
7. Макаров В.Ф. Кодирование компьютерных данных с использованием ортогональных преобразований. – Научный журнал «Специальная техника». – Выпуск 2. – М., 2004.

Макаров Валерий Федорович

Академия управления МВД России, г. Москва
 Профессор, доктор технических наук, академик РАЕН
 Тел.: 8(499)745-95-25
 E-mail: ovorta@mail.ru

Афонин Владимир Николаевич

Академия управления МВД России, г. Москва
 Заместитель начальника спецбюро

УДК 004.72

А.Ю. ОСТРИКОВ, О.В. КРЮКОВ

МЕТОДИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ ЗАЩИЩЕННОСТИ НАПРАВЛЕНИЙ СВЯЗИ

Статья посвящена вопросам построения потоковой структуры сети с учетом показателей безопасности. Авторами предложена методика распределения потоков в сети, основанная на равновесной модели, обеспечивающая минимизацию рисков информационной безопасности для передаваемых данных.

Ключевые слова: проектирование; поток; маршрутизация; информационная безопасность; риск; равновесная модель; энтропия.

The article is devoted to network's flow-structures constructing, is in view of information safety parameters. The author offers a technique of streams distribution in a network, based on the equilibrium model, providing minimization of information safety risks in a network for data to provide.

Keywords: designing; a stream; routing; information safety; risk; equilibrium model; entropy.

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование – один из основополагающих этапов жизненного цикла любой технической системы. Характеристики объекта, заложенные на этапе проектирования, определяют его эффективность на дальнейших стадиях, начиная от технической реализации объекта вплоть до его утилизации. Поэтому достижение качества проекта, его соответствие всем условиям и требованиям является первостепенной задачей.

В связи с множественностью аспектов, необходимых для учета в проекте, задача проектирования сводится к многокритериальной задаче оптимизации. Для сетей связи решение такой задачи заключается в поиске рациональных топологической и потоковой структур, а также структуры прикладных служб сети, предоставляющей пользователям разнородные информационно-телекоммуникационные услуги. Процесс этого поиска осуществляется в пределах ограничений по стоимости, времени развертывания, масштабируемости сети, ее технического и технологического оснащения, а цель поиска – нахождение такого решения, при котором реализуется качество предоставляемых сетью услуг.

Для снижения вычислительной сложности задачи оптимизации ее разбивают на подзадачи меньшей размерности. Для сетей связи оптимизация топологической, потоковой и прикладной структур осуществляется дифференцированно, при этом каждая из этих структур представляется законченным проектом, которые затем в соответствии со стратегией восходящего проектирования согласуют и объединяют. Так как потоковая структура сети выступает в роли связующего звена между технически определяющей топологической структурой и ориентируемой на социально значимый эффект, структурой прикладных служб, в этом смысле потоковая структура выступает ядром сети, вызывающей наибольший интерес для исследования. Поэтому поиску рациональной потоковой структуры посвящена данная статья.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одним из важных аспектов при проектировании ИТКС является обеспечение защищенности сети от угроз информационной безопасности (ИБ). При этом существуют

подходы, основанные на минимизации рисков ИБ по направлениям связи сети, где в качестве защищаемых активов выступают информационные потоки. Их реализация осуществляется за счет построения регулярной структуры безопасных маршрутов сети и распределения информационных потоков таким образом, чтобы риски ИБ по маршрутам с одной стороны были минимальны, а с другой соразмерны. При этом защищенность сети обеспечивается не «силовыми» методами защиты, а повышением условий априорной неопределенности относительно принятия решения о воздействии на то или иное направление связи с минимизацией ущерба данного воздействия [6]. Таким образом, маршруты сети необходимо использовать в соответствии с долями потоков, которые позволят уравновесить значимости этих маршрутов для передачи защищаемой информации. Кроме того, при построении потоковой структуры необходимо учитывать требования по качеству обслуживания (QoS) и ограничения на ресурс пропускной способности физической сети. Таким образом, формальная постановка задачи сводится к расчету потоковой структуры L_c (1) с ограничениями (2)-(4):

$$L_c = (\lambda_i \setminus i)^{k \rightarrow m}; \quad (1)$$

$$(\lambda_i \cdot P_i^{\text{марш}})^{k \rightarrow m} \rightarrow \min; \quad (2)$$

$$\lambda_i^{k \rightarrow m} \leq C_i^{k \rightarrow m}; \quad (3)$$

$$QoS_{k \rightarrow m} \geq QoS_{k \rightarrow m}^{\text{треб}}, \quad (4)$$

где i – индекс маршрута;

k, m – индексы взаимодействующих узлов (информационное направление);

λ_i – объем потока по маршруту;

$P_i^{\text{марш}}$ – вероятность реализации угроз ИБ на маршруте;

C_i – пропускная способность маршрута.

На узлах сети связи необходимо учитывать объемы данных, которые передают по каждому направлению, и проводить его корректировку, например за счет механизмов маршрутизации.

МЕТОДИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Рассмотрим граф, описывающий предполагаемую транспортную сеть (рис. 1).

Методика расчета потоковой структуры сети с учетом защищенности направлений связи реализуется в два этапа.

Первый этап – расчет вероятности реализации угроз ИБ на направлениях связи. Классически значение этого показателя сводится к мультипликативному свертыванию частных вероятностей, характеризующих отдельные угрозы ИБ. Однако такой подход подразумевает независимость частных событий реализации угроз, что на практике не встречается. Как правило, они коррелированы и происходят по определенной стратегии. В работе [5] предложен логико-вероятностный подход (ЛВП) комплексного оценивания безопасности объектов, который снимает отмеченное выше ограничение. Логико-вероятностный подход, основанный на положениях математической

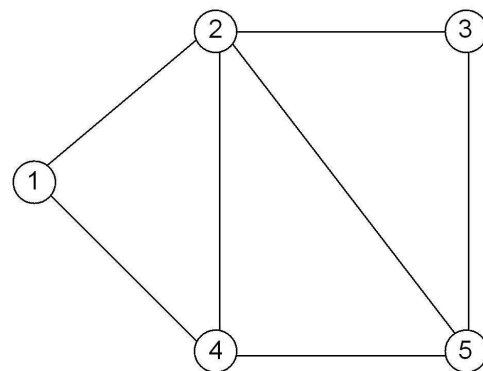


Рисунок 1 – Граф, отражающий структуру сети

логики и теории вероятностей, позволяет дать оценку ИБ объекта, следовательно, и вероятности реализации угроз на нем при многоплановом воздействии нарушителя, поэтому является наиболее адекватным реальным условием. Таким образом, для расчета вероятности реализации угроз ИБ на направлениях связи выбран аппарат ЛПР.

Анализ поведения нарушителя позволил выделить полный перечень множества функций защиты объекта [2].

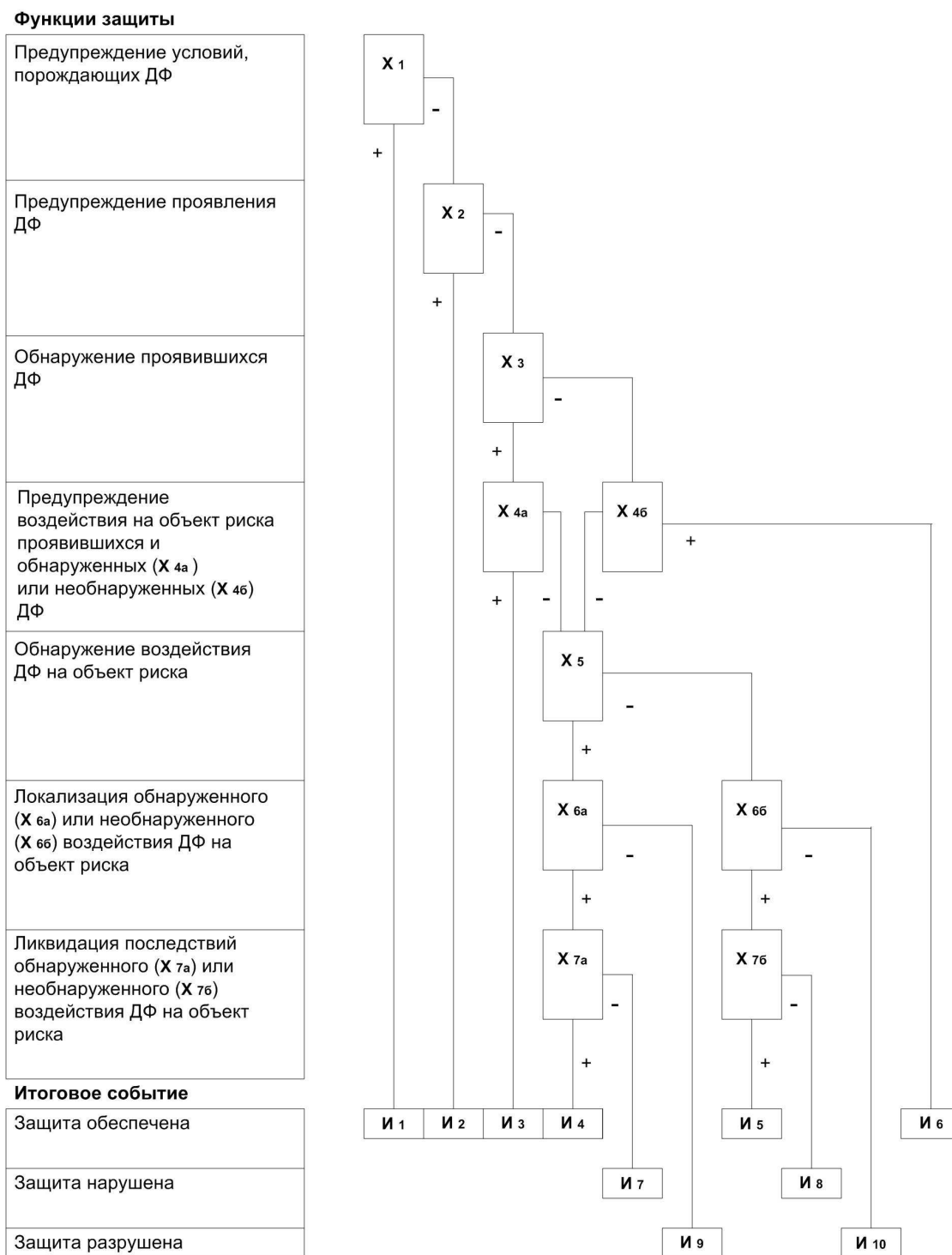


Рисунок 2 – Схема выполнения функций защиты

Результат выполнения каждой из функций защиты или её исход является случайным событием. На рисунке 2 приведены все потенциально возможные сочетания функций в системе и возможные исходы (итоговые события):

X_1 – предупреждение возникновения условий, благоприятствующих порождению (возникновению) дестабилизирующих факторов (ДФ);

X_2 – предупреждение непосредственного проявления ДФ;

X_3 – обнаружение проявившихся ДФ;

X_{4a} – предупреждение воздействия на объект риска проявившихся и обнаруженных ДФ;

$X_{4б}$ – предупреждение воздействия на объект риска проявившихся, но необнаруженных ДФ;

X_5 – обнаружение воздействия ДФ на объект риска;

X_{6a} – локализация (ограничение) обнаруженного воздействия ДФ на объект риска;

$X_{6б}$ – локализация необнаруженного воздействия ДФ на объект риска;

X_{7a} – ликвидация последствий локализованного обнаруженного воздействия ДФ на объект риска;

$X_{7б}$ – ликвидация последствий локализованного необнаруженного воздействия ДФ на объект риска.

Неблагоприятными исходами с точки зрения объекта защиты являются исходы $I7, I8, I9, I10$.

Вероятность неблагоприятного исхода может быть рассчитана по формуле (5):

$$P_H = \sum_{i=1}^4 P(I_{i+6}). \quad (5)$$

В соответствии с выводами работы [5] для уменьшения вычислительной сложности и оптимизации математического аппарата возможна подмена вероятностных значений X_i где $i = 1 \dots 10$ на логические, при этом неблагоприятные исходы $I7, I8, I9, I10$ будут определяться по формулам:

$$\begin{aligned} I_7 &= \bar{X}_{7a} \wedge X_{6a} \wedge X_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1; \\ I_8 &= \bar{X}_{7б} \wedge X_{6б} \wedge \bar{X}_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1; \\ I_9 &= \bar{X}_{6a} \wedge X_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1; \\ I_{10} &= \bar{X}_{6б} \wedge \bar{X}_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1. \end{aligned} \quad (6)$$

Полагая, что неблагоприятный исход выражается переменной I_n , получим логическую формулу (7):

$$\begin{aligned} I_n &= I_7 \wedge I_8 \wedge I_9 \wedge I_{10} = \\ &= \bar{X}_{7a} \wedge X_{6a} \wedge X_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1 \vee \\ &\vee \bar{X}_{7б} \wedge X_{6б} \wedge \bar{X}_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1 \vee \\ &\vee \bar{X}_{6a} \wedge X_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1 \vee \\ &\vee \bar{X}_{6б} \wedge \bar{X}_5 \wedge ((\bar{X}_{4a} \wedge X_3) \vee (\bar{X}_{4б} \wedge \bar{X}_3)) \wedge \bar{X}_2 \wedge \bar{X}_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Для перехода к вероятностному виду необходимо провести ортогонализацию полученного выражения, преобразовав его в функцию перехода к полному замещению (ФППЗ). Одной из таких функций является СДНФ [5]. Используя эквивалентности алгебры логики, находим СДНФ для выражения (8):

$$\begin{aligned}
 I_n = & \bar{X}_1 \bar{X}_2 (\bar{X}_{7a} X_{7b} X_{6a} X_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} X_{4b} X_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} X_{6a} X_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} X_{4b} X_3 \vee \\
 & \vee \bar{X}_{7a} X_{7b} X_{6a} X_{6b} X_5 X_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} X_{6a} \bar{X}_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} \bar{X}_{7b} X_{6a} X_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} X_{4b} X_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} X_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} X_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} \bar{X}_{7b} X_{6a} X_{6b} \bar{X}_5 X_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} X_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} X_{7b} \bar{X}_{6a} X_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} X_{4b} X_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} \bar{X}_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} X_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} X_{7b} \bar{X}_{6a} X_{6b} X_5 X_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} \bar{X}_{6b} X_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} X_{7b} X_{6a} \bar{X}_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} X_{4b} X_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} \bar{X}_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} X_3 \vee \\
 & \vee X_{7a} X_{7b} X_{6a} \bar{X}_{6b} \bar{X}_5 X_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3 \vee \bar{X}_{7a} \bar{X}_{7b} \bar{X}_{6a} \bar{X}_{6b} \bar{X}_5 \bar{X}_{4a} \bar{X}_{4b} \bar{X}_3.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Заменой логических переменных на вероятности по правилам (9) получаем выражение для расчета вероятности реализации угроз ИБ P_n на объекте риска.

$$\begin{aligned}
 X_i & \rightarrow P_i; \\
 \bar{X}_i & \rightarrow (1 - P_i).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Таким образом рассчитываются вероятности P_n для всех возможных направлений связи рассматриваемой сети (таблица 1).

Таблица 1 – Вероятности реализации угроз ИБ для возможных направлений связи

№ п\п	Направление связи	P_n
1	1 → 2	$P_n^{1 \rightarrow 2}$
2	1 → 4	$P_n^{1 \rightarrow 4}$
3	2 → 4	$P_n^{2 \rightarrow 4}$
4	2 → 3	$P_n^{2 \rightarrow 3}$
5	2 → 5	$P_n^{2 \rightarrow 5}$
6	4 → 5	$P_n^{4 \rightarrow 5}$
7	3 → 4	$P_n^{3 \rightarrow 4}$

Второй этап – распределение потоков. Цель этого этапа – сбалансировать значения информационных рисков по возможным маршрутам между двумя узлами сети.

Рассмотрим задачу k путевой маршрутизации, которая характерна для современных протоколов, таких, как OSPF, ISIS, PNNI. Для реализации второго этапа первоначально определяют взаимодействующие узлы (исток и сток) и находят связывающие их маршруты. Для k -путевой маршрутизации с этой целью целесообразно применение алгоритма Йена, позволяющего определить k кратчайших маршрутов между двумя вершинами графа. Далее производят оценку рисков для каждого из найденных маршрутов.

Формула, используемая при расчете рисков, представляет собой произведение трех параметров [1,3]:

- стоимость ресурса (Asset Value, AV). Указанная величина характеризует ценность ресурса и в контексте рассматриваемой задачи выражается ценностью маршрута, зависящей от объема данных, передаваемых по ним;
- мера уязвимости ресурса к угрозе (Exposure Factor, EF). Этот параметр показывает, в какой степени тот или иной ресурс уязвим по отношению к рассматриваемой

угрозе. Полагая, что сеть связи функционирует в условиях дестабилизирующих факторов одной и той же природы, т.е. характер воздействия на объемы данных по всем направлениям связи сети однороден, то данный параметр в конкретном примере принимается за единицу.

– оценка вероятности реализации угрозы (Annual Rate of Occurrence, ARO) демонстрирует, насколько вероятна реализация угрозы информационной безопасности. В качестве этого параметра выступает вероятность $P_i^{\text{марш}}$, представляющая собой мультипликативную свертку вероятностей реализации угроз ИБ на направлениях связи, входящих в состав конкретного маршрута:

$$P_i^{\text{марш}} = 1 - \prod_{(k \rightarrow m) \in i} (1 - P_n^{k \rightarrow m}). \quad (10)$$

На основании полученных данных выводится оценка ожидаемых потерь (уровень риска).

Оценка ожидаемого возможного ущерба от реализации угрозы ИБ (Single Loss Exposure, SLE) рассчитывается по формуле (11):

$$SLE = AV \cdot EF. \quad (11)$$

Итоговые ожидаемые потери (Annual Loss Exposure, ALE) характеризуют величину риска и рассчитывается по формуле (12):

$$ALE = SLE \cdot ARO. \quad (12)$$

Таким образом, конечная формула расчета рисков представляет собой произведение (13):

$$ALE = AV \cdot EF \cdot ARO. \quad (13)$$

С учетом рассматриваемых ограничений, имеем выражение (14):

$$ALE = AV \cdot ARO. \quad (14)$$

Таким образом, распределение потоков в сети определяет ценность того или иного маршрута, а значит, необходимо найти такие доли потока по каждому маршруту, которые бы обеспечили баланс рисков по информационному направлению.

В качестве аналитического аппарата, позволяющего решить поставленную задачу, выбрана равновесная модель теории макросистем [4].

Для нахождения долей потоков по маршрутам информационных направлений сети находят максимум функции энтропии $H(F_i, P_i^{\text{марш}})$ (15), которая является мерой, характеризующей баланс потоков с учетом априорных характеристик $P_i^{\text{марш}}$ при ограничении (16).

$$H(F_i, P_i^{\text{марш}}) = - \sum_{i=1}^x F_i \ln \frac{F_i}{(1 - P_i^{\text{марш}}) \setminus P_{const}} \xrightarrow{F_i} \max; \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^x F_i = 1, \quad (16)$$

где x – количество маршрутов информационного направления.

Решая оптимизационную задачу (15) с ограничением (16) любым из известных методов, например, методом множителей Лагранжа [4], находят значения F_i , определяющие долю потока по каждому маршруту i (таблица 2).

Таблица 2 – Доли потоков по маршрутам сети

Информационное направление	№ маршрута, i	Доля потока по маршруту F_i
1 → 2	1	F_1^{1-2}
	2	F_2^{1-2}

	x	F_x^{1-2}
1 → 3	1	F_1^{1-3}
	2	F_2^{1-3}

	x	F_x^{1-3}
...		
$k \rightarrow m$	1	F_1^{k-m}
	2	F_2^{k-m}

	x	F_x^{k-m}

Таким образом, найденные значения долей потока по маршрутам обеспечивают равномерное распределение рисков информационной безопасности. Оно, с одной стороны, способствует минимизации потенциального ущерба в целом, который возможен при реализации угроз ИБ на сети, а с другой – повышает степень априорной неопределенности в выборе направлений как объектов угрозы.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОТОВОЙ СТРУКТУРЫ СЕТИ

В качестве исходных данных для расчета будем использовать:

1. Топология сети, описываемая графом (рис.1).
2. Вероятности реализации функций защиты на каждом направлении связи (таблица 3).

Таблица 3 – Вероятности реализации функций защиты на направлениях связи

№ п\п	Направление	P_1	P_2	P_3	P_{4a}	$P_{4б}$	P_5	P_{6a}	$P_{6б}$	P_{7a}	$P_{7б}$
1	1 → 2	0,9	0,8	0,85	0,91	0,92	0,97	0,81	0,75	0,99	0,98
2	1 → 4	0,84	0,95	0,8	0,97	0,75	0,87	0,97	0,87	0,85	0,87
3	2 → 4	0,78	0,8	0,79	0,89	0,68	0,95	0,86	0,68	0,86	0,56
4	2 → 3	0,86	0,94	0,97	0,97	0,85	0,97	0,83	0,95	0,82	0,87
5	2 → 5	0,97	0,9	0,89	0,95	0,67	0,86	0,86	0,99	0,87	0,94
6	4 → 5	0,99	0,87	0,91	0,86	0,59	0,91	0,87	0,97	0,86	0,67
7	3 → 5	0,89	0,78	0,87	0,84	0,87	0,78	0,9	0,89	0,94	0,94

Первый этап. В соответствии с выражением (8) и правилами подстановки (9) производим расчет вероятности реализации угроз ИБ на каждом направлении связи. Итог расчета представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Рассчитанные показатели реализации угроз ИБ

№ п\п	Направление связи	P_n
1	1 → 2	$2,293 \cdot 10^{-4}$
2	1 → 4	$7,121 \cdot 10^{-5}$
3	2 → 4	$5,609 \cdot 10^{-4}$
4	2 → 3	$5,729 \cdot 10^{-5}$
5	2 → 5	$3,738 \cdot 10^{-5}$
6	4 → 5	$2,239 \cdot 10^{-5}$
7	3 → 5	$3,556 \cdot 10^{-4}$

Далее определяем возможные маршруты между каждой парой узлов. Для рассматриваемого примера совокупность таких маршрутов сведена в таблице 5.

Таблица 5 – Возможные маршруты в сети

i	j	Маршрут	i	j	Маршрут
1	2	1 → 2	2	4	2 → 4
		1 → 4 → 2			2 → 1 → 4
		1 → 4 → 5 → 2			2 → 3 → 5 → 4
		1 → 4 → 5 → 3 → 2			2 → 5 → 4
1	3	1 → 2 → 3	2	5	2 → 5
		1 → 2 → 4 → 5 → 3			2 → 1 → 4 → 5
		1 → 4 → 2 → 5 → 3			2 → 3 → 5
		1 → 4 → 2 → 3	3	4	3 → 2 → 4
		1 → 4 → 5 → 2 → 3			3 → 2 → 1 → 4
		1 → 4 → 5 → 3			3 → 2 → 5 → 4
1	4	1 → 4	3	5	3 → 5 → 4
		1 → 2 → 4			3 → 5 → 2 → 4
		1 → 2 → 5 → 4			3 → 5 → 2 → 1 → 4
		1 → 2 → 3 → 5 → 4			3 → 5
1	5	1 → 2 → 3 → 5	3	5	3 → 2 → 5
		1 → 2 → 5			3 → 2 → 4 → 5
		1 → 2 → 4 → 5			3 → 2 → 1 → 4 → 5
		1 → 4 → 5	4	5	4 → 5
		1 → 4 → 2 → 5			4 → 2 → 5
		1 → 4 → 2 → 3 → 5			4 → 2 → 3 → 5
					4 → 1 → 2 → 5
		2 → 1 → 4 → 5 → 3			4 → 1 → 2 → 3 → 5
		2 → 4 → 5 → 3			
		2 → 5 → 3			
		2 → 3			

Дальнейший расчет потоков производится по каждому информационному направлению.

Информационное направление 1 → 2.

Определяем вероятности реализации угроз ИБ на маршрутах выбранного информационного направления (выражение 10):

$$P_1^{\text{марш}} = P_n^{1 \rightarrow 2} = 2,293 \cdot 10^{-4};$$

$$P_2^{\text{марш}} = 1 - ((1 - P_n^{1 \rightarrow 4}) \cdot (1 - P_n^{4 \rightarrow 2})) = 1 - ((1 - 7,121 \cdot 10^{-5}) \times (1 - 5,609 \cdot 10^{-4})) = 6,321 \cdot 10^{-4};$$

$$P_3^{\text{марш}} = P_n^{1 \rightarrow 4} \cdot P_n^{4 \rightarrow 5} \cdot P_n^{5 \rightarrow 2} = 1 - ((1 - 7,121 \cdot 10^{-5}) \times (1 - 2,239 \cdot 10^{-5}) \times (1 - 3,738 \cdot 10^{-5})) = 1,309 \cdot 10^{-4};$$

$$P_4^{\text{марш}} = P_n^{1 \rightarrow 4} \cdot P_n^{4 \rightarrow 5} \cdot P_n^{5 \rightarrow 3} \cdot P_n^{3 \rightarrow 2} = 5,064 \cdot 10^{-4}.$$

Далее, решая задачу (15) с ограничением (16), находим значения, определяющие долю потока по каждому маршруту информационного направления сети (таблица 6).

Таблица 6 – Доли потоков для информационного направления 1 → 2

№ маршрута	Значение $P_i^{\text{марш}}$	Значение F_i	Значение функции $H(F_i, P_i^{\text{марш}})$
1	$2,293 \cdot 10^{-4}$	0,308	5,991
2	$6,321 \cdot 10^{-4}$	0,147	
3	$1,309 \cdot 10^{-4}$	0,348	
4	$5,064 \cdot 10^{-4}$	0,197	

Рассчитав значения для остальных информационных направлений сети, получим сводные данные, характеризующие ее потоковую структуру (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика потоковой структуры сети

1	2	3	4	5	6
1	2	1 → 2	$2,293 \cdot 10^{-4}$	0,308	5,991
		1 → 4 → 2	$6,321 \cdot 10^{-4}$	0,147	
		1 → 4 → 5 → 2	$1,309 \cdot 10^{-4}$	0,348	
		1 → 4 → 5 → 3 → 2	$5,064 \cdot 10^{-4}$	0,197	
1	3	1 → 2 → 3	$2,87 \cdot 10^{-4}$	0,179	3,817
		1 → 2 → 4 → 5 → 3	$1,17 \cdot 10^{-3}$	0,087	
		1 → 2 → 5 → 3	$6,221 \cdot 10^{-4}$	0,144	
		1 → 4 → 2 → 5 → 3	$1,025 \cdot 10^{-3}$	0,102	
		1 → 4 → 2 → 3	$6,893 \cdot 10^{-4}$	0,137	
		1 → 4 → 5 → 2 → 3	$1,883 \cdot 10^{-4}$	0,189	
		1 → 4 → 5 → 3	$4,492 \cdot 10^{-4}$	0,162	
1	4	1 → 4	$7,121 \cdot 10^{-5}$	0,312	3,49969
		1 → 2 → 4	$7,901 \cdot 10^{-4}$	0,196	
		1 → 2 → 5 → 4	$2,891 \cdot 10^{-4}$	0,277	
		1 → 2 → 3 → 5 → 4	$6,645 \cdot 10^{-4}$	0,216	

Продолжение Таблицы 7

1	2	3	4	5	6
1	5	1- > 2- > 3- > 5	$6,421 \cdot 10^{-4}$	0,160	4,006301
		1- > 2- > 5	$2,667 \cdot 10^{-4}$	0,205	
		1- > 2- > 4- > 5	$8,124 \cdot 10^{-4}$	0,140	
		1- > 4- > 5	$9,36 \cdot 10^{-5}$	0,225	
		1- > 4- > 2- > 5	$6,694 \cdot 10^{-4}$	0,157	
		1- > 4- > 2- > 3- > 5	$1,045 \cdot 10^{-3}$	0,113	
2	3	2- > 3	$5,729 \cdot 10^{-5}$	0,327	3,448293
		2- > 1- > 4- > 5- > 3	$6,784 \cdot 10^{-4}$	0,223	
		2- > 4- > 5- > 3	$9,387 \cdot 10^{-4}$	0,179	
		2- > 5- > 3	$3,93 \cdot 10^{-4}$	0,271	
2	4	2- > 4	$5,609 \cdot 10^{-4}$	0,217	3,927971
		2- > 1- > 4	$3,005 \cdot 10^{-4}$	0,256	
		2- > 3- > 5- > 4	$4,353 \cdot 10^{-4}$	0,236	
		2- > 5- > 4	$5,977 \cdot 10^{-5}$	0,292	
2	5	2- > 5	$3,738 \cdot 10^{-5}$	0,296	3,530995
		2- > 1- > 4- > 5	$3,229 \cdot 10^{-4}$	0,253	
		2- > 4- > 5	$5,833 \cdot 10^{-4}$	0,214	
		2- > 3- > 5	$4,287 \cdot 10^{-4}$	0,237	
3	4	3- > 2- > 4	$6,182 \cdot 10^{-4}$	0,156	3,988844
		3- > 2- > 1- > 4	$3,578 \cdot 10^{-4}$	0,185	
		3- > 2- > 5- > 4	$1,171 \cdot 10^{-4}$	0,212	
		3- > 5- > 4	$3,78 \cdot 10^{-4}$	0,183	
		3- > 5- > 2- > 4	$9,536 \cdot 10^{-4}$	0,118	
		3- > 5- > 2- > 1- > 4	$6,933 \cdot 10^{-4}$	0,147	
3	5	3- > 5	$3,556 \cdot 10^{-4}$	0,252	3,764273
		3- > 2- > 5	$9,467 \cdot 10^{-5}$	0,292	
		3- > 2- > 4- > 5	$6,405 \cdot 10^{-4}$	0,208	
		3- > 2- > 1- > 4- > 5	$3,801 \cdot 10^{-4}$	0,248	
4	5	4- > 5	$2,239 \cdot 10^{-4}$	0,249	3,71229
		4- > 2- > 5	$5,983 \cdot 10^{-4}$	0,196	
		4- > 2- > 3- > 5	$9,735 \cdot 10^{-4}$	0,144	
		4- > 1- > 2- > 5	$3,379 \cdot 10^{-4}$	0,233	
		4- > 1- > 2- > 3- > 5	$7,324 \cdot 10^{-4}$	0,178	

Анализ полученных данных показал, что в случае рассчитанного распределения потоков по возможным маршрутам значения рисков ИБ, а также их дисперсия ниже по сравнению с равномерным распределением потока (рисунок 3).

Соотнося значения рисков ИБ со временем функционирования сети, можно сделать вывод о существенном выигрыше предложенной потоковой структуры сети над структурой с равномерным распределением потоков. Таким образом, предложенная методика позволяет эффективно распределить имеющуюся нагрузку информационных направлений по нескольким маршрутам с учетом значений показателя ИБ для этих маршрутов. Реализация подобного механизма в маршрутизаторах транспортной сети позволит снять ряд вопросов, касающихся сетевой безопасности.

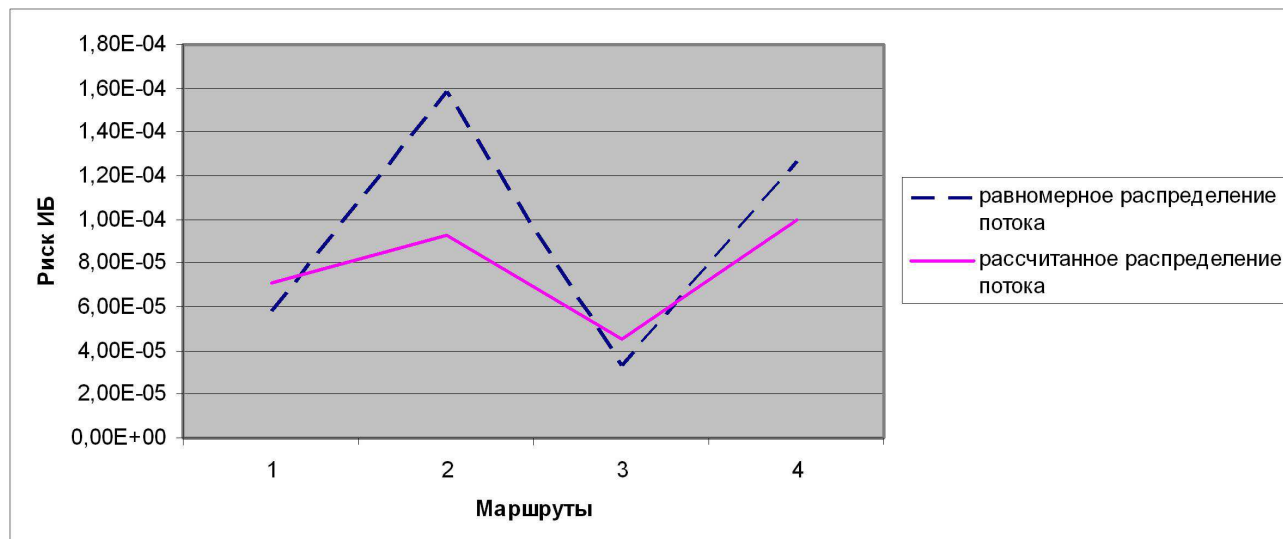


Рисунок 3 – Сравнительные значения рисков ИБ для маршрутов информационного направления 1 → 2

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005. Руководство по управлению рисками информационной безопасности.
2. Малюк А.А., Пазизин С.В., Погожин Н.С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах: Учебное пособие для ВУЗов. – 3-е издание. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. –147 с.; ил.
3. Покровский П. Оценка информационных рисков. – Издательство «Открытые системы» <http://www.osp.ru/lan/2004/10/139689/>
4. Попков Ю.С. Теория макросистем (равновесные модели). М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 320 с.
5. Рябинин И.А. Логико-вероятностное исчисление как аппарат исследования надежности и безопасности структурно-сложных систем. – М.; // АиТ, «Наука», 2003. – № 7. – С. 178-186.
6. Сычев К.И. Моделирование, анализ эффективности процессов функционирования и оптимизация сетей передачи данных с коммутацией пакетов. – Орел : Академия ФСО России, 2005. – 118 с.

Остриков Алексей Юрьевич

Академия ФСО России, г. Орел

Адъюнкт

Тел.: 8(4862)41-99-51

E-mail: ostrikov_au@mail.ru

Крюков Олег Витальевич

Академия ФСО России, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры

Тел.: 8(4862)41-99-51