

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ

Диссертационный совет Д 05.06.319

На правах рукописи
УДК 681.518:004.4-9

ЯНКО ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ
ИНФОРМАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТЕЛЕФОНИИ

Специальность 05.13.01 — Системный анализ, управление и
обработка информации

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек - 2007

24.03.07
28.02.07


Работа выполнена в ОАО "Кыргызтелеком"

- Научный руководитель:** академик НАН КР,
доктор технических наук,
профессор
Шаршеналиев Жаныбек
- Официальные оппоненты:** член-корреспондент НАН КР,
доктор технических наук,
профессор
Орозобаков Токтосун
Орозобакович
- доктор технических наук,
профессор,
Исмаилов Бактыбек Искакович
- Ведущая организация:** Кыргызско-Российский
Славянский Университет
им. Б.Н. Ельцина,
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44.

Защита состоится 27 апреля 2007 г. в 14⁰⁰ часов на заседании специализированного совета Д 05.06.319 при Институте автоматизации Национальной Академии Наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265, Институт автоматизации, ауд. 118.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной Академии Наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265 "а".

Автореферат разослан 26 марта 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета к.т.н., с.н.с.  В.И. Замай

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В настоящее время практически все телекоммуникационные сети являются гетерогенными. Гетерогенность телекоммуникационных сетей обусловлена несколькими факторами: во-первых, произошла неизбежная интеграция телекоммуникационных и информационных технологий, что приводит к созданию информационной инфраструктуры гетерогенной телекоммуникационной сети с последующим переходом на сети нового поколения (NGN – Next Generation Networks); во-вторых, факт присутствия поставщиков разнотипного телекоммуникационного оборудования приводит к тому, что в различные периоды своего развития обладатели информационно-коммуникационных сетей выбирают оборудование различных производителей. В подобных сетях при попытке оптимизации функционирования возникает множество проблем связанных с анализом, разработкой автоматизированных систем на основе алгоритмов и методов обработки информации, а также проблемы управления гетерогенными базами данных. В настоящий момент существующие исследования по гетерогенным автоматизированным системам сводятся к общим теоретическим рекомендациям, которые относятся к сложным системам управления определенного типа, в результате чего применение таких рекомендаций вызывает трудности на практике. Имеющиеся рекомендации в основном относятся к вопросу выбора и адаптации готовых программных продуктов.

Таким образом, имеется необходимость в научно обоснованной методике анализа и разработке новых автоматизированных систем на основе алгоритмов и методов обработки информации в целях качественного улучшения функционирования гетерогенных автоматизированных систем в задачах компьютерной телефонии.

Цель и задачи исследования. Цель заключается в разработке автоматизированной системы обработки информации в гетерогенных системах компьютерной телефонии на основе анализа информационных искажений, модификации алгоритмов, исследовании и обработки в реальных условиях сложных многочастотных сигналов.

Указанная цель определяет следующие задачи диссертационной работы:

- выявление, классификация, описание информационных искажений и расширение классификации сигналов в гетерогенных автоматизированных системах компьютерной телефонии;
- моделирование и анализ сложных многочастотных сигналов;
- анализ и усовершенствование алгоритмов и методов обнаружения и различения сигналов;
- анализ и усовершенствование алгоритмов вербального синтеза речи;
- выбор метода построения распределенных автоматизированных систем;

- разработка автоматизированных систем, исключая выявленные информационные искажения;
- определение экономической эффективности выбранного метода построения распределенных автоматизированных систем.

Объект исследования. Гетерогенные системы компьютерной телефонии, базы данных в системах компьютерной телефонии.

Предмет исследования. Многоуровневые информационные искажения и их признаки с целью создания новых автоматизированных систем на основе алгоритмов и методов обработки информации и управления базами данных в гетерогенных системах компьютерной телефонии для улучшения существующих гетерогенных телекоммуникационных сетей.

Методы исследования. При решении поставленных задач в работе использованы элементы математического и объектно-ориентированного моделирования, возможности математического пакета MathCAD, средства системы управления базами данных Oracle®, средства объектно-ориентированного программирования с использованием таких языков как: Borland Delphi®, Microsoft Visual C/C++®, Java®, Perl®, SQL, PL/SQL®, а также средства языка низкого уровня – Assembler.

Информационная база исследования: научные источники в виде данных и сведений из книг, журнальных статей, научных докладов и отчетов, материалов научных конференций, а также результаты собственных научных исследований, инженерных расчетов и экспериментов.

Научная новизна исследования.

Впервые на базе предложенного автором понятия информационных искажений и их классификации произведен анализ процессов обмена информацией в гетерогенных системах компьютерной телефонии. С учетом особенностей гетерогенных систем проведен анализ применимости алгоритмов различения сигналов и алгоритмов вербального синтеза речи, произведена их модификация для условий гетерогенности систем, впервые разработана комплексная автоматизированная система обработки информации для гетерогенной сети ОАО «Кыргызтелеком».

Теоретические и практические ценности научно-технических исследований подтверждены полученными в КЫРГЫЗПАТЕНТ семнадцатью свидетельствами на разработанные программное обеспечение и программно-аппаратные системы.

Практическая значимость полученных результатов:

- полученные научно-технические результаты использованы при проектировании, эксплуатации, научном исследовании гетерогенных систем компьютерной телефонии Кыргызской Республики и практически внедрены в производственные подразделения ОАО «Кыргызтелеком»;

- разработанные программы моделирования и трехмерного спектрального анализа сложных многочастотных сигналов могут быть использованы различными ведомствами при создании аналоговичных комплексов.

Экономическая значимость полученных результатов. Все разработанные системы, представленные в диссертационной работе, основываются на методе разделения вычислительных мощностей. Выбранный метод позволяет достичь высокой экономии при разработке новых систем, например – разработка подсистемы «Измерение параметров абонентских линий на ЦАТС» повлекла экономии примерно в 1000000 сом.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- система классификации основных информационных искажений в гетерогенных автоматизированных системах компьютерной телефонии;
- расширенная классификация сигналов компьютерной телефонии;
- алгоритм различения сигналов для задач компьютерной телефонии в условиях гетерогенности сети;
- модифицированный алгоритм вербального (кусочного) синтеза речи;
- комплексная автоматизированная система обработки информации для гетерогенной сети ОАО «Кыргызтелеком».

Личный вклад автора. Все научно-технические результаты диссертационной работы в основном получены лично автором под руководством научного руководителя.

А также, в работах [1, 2, 3, 10, 26] Шаршеналиеву Ж.Ш. принадлежат: постановка задач демодуляции FSK сигналов, оптимальной организации многоканальной распределенной автоматической системы информирования абонентов, организации моделирования трехмерных спектров и анализа алгоритмов обнаружения сигналов.

Алиев И.К. и Зимин И.В. в [5] участвовали в разработке многоканального автоматического определителя номера.

В работах [6, 7, 8, 9] Сагымбаев А.А. и Жумалиев К.М. участвовали в разработке вариантов и представлении материалов на международные конференции.

Остальные соавторы работ принимали определенное участие в разработке модулей программно-технического комплекса (ПТК) «Кристалл» и аппаратной части тестера абонентских телефонных линий для системы ЦБР (Ломаций С.А.).

Реализация результатов: результаты диссертационной работы внедрены во всех филиалах ОАО «Кыргызтелеком» – всего 30 объектов внедрения. Получены соответствующие акты о внедрении.

Апробация результатов диссертации. Результаты работы были представлены на следующих научных международных конференциях:

- "Современные технологии и управление качеством в образовании, науке и производстве: опыт внедрения", Бишкек, 2001 г.;
- ИНФООПТИКА-2002 "Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспективы развития", Бишкек, 2002 г.;
- "Достижения голографии", Бишкек, 2004 г.

Также результаты работы докладывались в лаборатории "Оптимальные и цифровые системы управления" Института автоматизации НАН КР, на расширенном заседании технического совета ОАО "Кыргызтелеком" с привлечением специалистов ОТКМ КГТУ им. И. Раззакова и специалистов КРСУ им. Б.Н. Ельцина.

Публикации. Основные научные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в 11 печатных работах (одна на английском языке) и 17 свидетельствах (от Кыргызпатент) на разработанное программное обеспечение и программно-аппаратные системы.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Содержание работы изложено на 134 страницах компьютерного текста, имеется 7 таблиц, 45 рисунков, копия 1 удостоверения на рационализаторское предложение, 17 копий свидетельств на разработанные программное обеспечение и программно-аппаратные комплексы, 3 копии справок об авторстве на части программного обеспечения, 13 копий актов о внедрении, список литературы, содержащий 102 наименования печатных изданий и 30 наименований электронных источников информации.

Диссертантом выражается искренняя признательность научному руководителю - академику НАН КР Шаршеналиеву Ж.Ш., член - корреспонденту НАН КР Оморову Т.Т. за полезные советы и рекомендации, генеральному директору БГТС, вице-президенту ОАО "Кыргызтелеком" Баратбаеву А.С., а также ведущим специалистам ОАО "Кыргызтелеком" Илюбаеву А.А. и Исакжанову О.Г. за неизменное и доброжелательное внимание к этой работе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы его цель и задачи, научная новизна, научная и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, дано обоснование практического внедрения полученных результатов исследования.

В первой главе проведен анализ и охарактеризовано современное состояние проблемы исследования, определено, что компьютерная телефония в настоящее время охватывает широкий спектр технологий и приложений, использующих компьютерный потенциал, чтобы придать телефонии интеллектуальные функции и обеспечить сопряжение этих функций с обработкой данных. Анализ показал, что подавляющее большинство операторов

связи масштаба страны неизбежно сталкивается с проблемами, обусловленными гетерогенностью и масштабностью образовавшихся сетей связи. Результаты анализа выявили, что системы компьютерной телефонии по построению можно разделить на 5 типов:

- 1) системы на базе голосовых модемов;
- 2) системы на базе плат компьютерной телефонии;
- 3) системы на базе подключения к мини-АТС;
- 4) системы на базе плат компьютерной телефонии и мини-АТС;
- 5) системы, базирующиеся на мини-АТС, построенных на основе решений IP-телефонии.

Для построения систем компьютерной телефонии был выбран вариант совместного использования голосовых модемов и звуковой карты персонального компьютера. Выбор основывался на минимизации стоимости и необходимости наличия требуемого функционального состава.

В работе был произведен анализ гетерогенной сети ОАО "Кыргызтелеком", в результате чего было установлено, что базовой телекоммуникационной сетью в ОАО "Кыргызтелеком" является традиционная телекоммуникационная сеть, состоящая из 18 различных типов АТС, на которую наложена сеть передачи данных. В ходе анализа основные функции гетерогенной телекоммуникационной системы (рис. 1) свелись к следующим: предоставление доступа к международным сетям связи; предоставление доступа к междугородним сетям связи; предоставление доступа к местным сетям связи; предоставление дополнительных услуг; предоставление доступа к Internet; тарификация звонков и услуг; информирование клиентов о начислениях, о новых услугах, о предполагаемых текущих работах и пр.; расчеты с клиентами; предоставление справочной информации; диагностирование работы систем (анализ) и управление работой систем.

В ходе анализа основных функций как процессов преобразования услуги в доход предприятия были выявлены и классифицированы возникающие информационные искажения.

Информационные искажения были разделены на три уровня:

- 1) низкоуровневые информационные искажения: искажение сигналов телефонии – в основном вызываются устаревшим оборудованием, разнородностью используемого оборудования, а также различными внешними факторами; приводят к некорректной работе оборудования, реализующего новые функциональные возможности;
- 2) средне уровневые информационные искажения:
 - а) искажение информации диагностирования повреждений – основные причины: несовершенство устаревшего оборудования, чрезмерная нагрузка на оператора, производящего измерения, большое количество вариантов подлежащих анализу, обусловленных наличием различных

типов телефонных станций, недобросовестная работа монтеров; приводит к производственным задержкам и неэффективности работы с клиентами;

- b) искажение тарификационной информации: основная причина возникновения – сбой на этапе преобразований и передачи данных в единую информационную базу данных; приводит к некорректности выставляемых счетов и неэффективности работы с клиентами;
- 3) высокоуровневые информационные искажения:
 - a) искажение информации в финансовых потоках: в основном – результат ручного ввода принятых оплат, отсутствие централизованного контроля; приводит к производственным задержкам и неэффективности работы с клиентами;
 - b) искажение сведений контроля доступа к междугородним и международным сетям связи: основная причина – человеческий фактор; приводит к экономическим потерям и неэффективности работы с клиентами;
 - c) искажения полноты информационного потока к абонентам – результат малой информированности абонентов сети о текущем состоянии своего счета, о новых услугах, о новых тарифах, о текущих работах и пр.; приводят к задержкам оплат, неэффективному использованию создаваемых услуг, увеличивает нагрузку на другие службы.

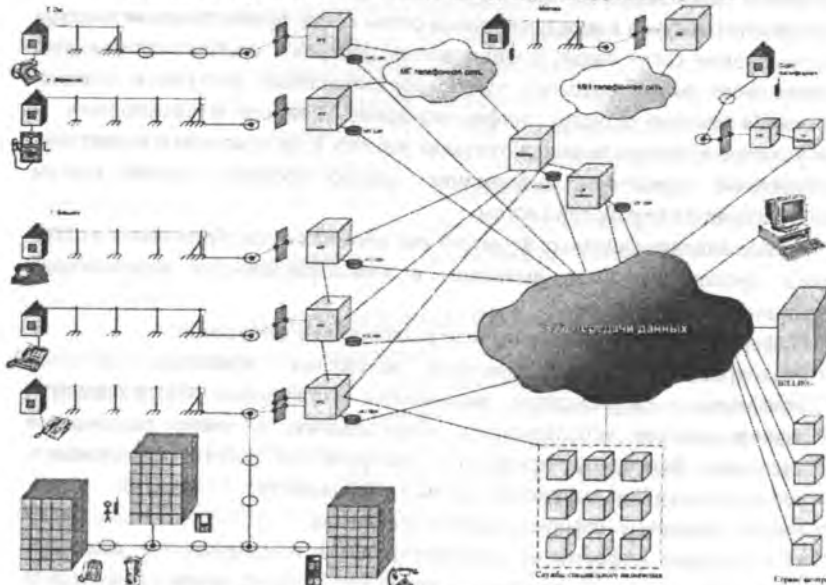


Рис. 1. Основные варианты взаимодействия абонентов с гетерогенной автоматизированной системой

Для устранения влияния всех выше обозначенных информационных искажений обоснована необходимость разработки соответствующих систем:

- 1) система автоматизированного центрального бюро ремонта (ЦБР);
- 2) система сбора CDR-файлов и система промежуточной обработки тарификационной информации;
- 3) распределенная интерактивная система принятия платежей с единым центром (РИСПП);
- 4) система сосредоточенного управления аппаратурой учета стоимости;
- 5) распределенная система автоматического информирования абонентов.

Разработанные системы интегрируются воедино посредством единой сети передачи данных и единой базы данных (рис. 2).

Разработка всех вышеперечисленных систем основывалась на перечисленных ниже требованиях:

1. Минимизация затрат на реализацию дополнительных функций, предоставляемых сетью без ущерба на функциональность созданных систем. Это требование было учтено применением метода совмещения вычислительных мощностей - для реализации различных систем использовать одни и те же вычислительные средства, применяя минимальные аппаратные дополнения, переложив часть аппаратных функций на программные функции.
2. Реализация работы созданных систем в условиях гетерогенной сети. Это требование в большей степени касается интеграции систем компьютерной телефонии (реализация аппаратных интерфейсов информационных инфраструктур) с АТС различных типов и затрагивает низкоуровневые информационные искажения – искажения сигналов телефонии (появляется множество протоколов взаимодействия, которые необходимо учитывать, повышается вероятность возникновения шумов, местами соизмеримых с полезным сигналом, особенно в случае инициации звонка с аналоговой АТС, повышается вероятность значительного отклонения параметров сигналов от нормы: отклонения базовых частот, длительностей и уровней сигналов). Для реализации аппаратного интерфейса к гетерогенной сети были выбраны голосовые модемы и звуковые карты, подключенные к аналоговым абонентским линиям цифровой АТС. Использование подключения к цифровой станции обеспечило разрабатываемые системы дополнительным функциональным составом.

При разработке вышеуказанных систем возникли научно-технические задачи, требующие новых подходов для их решения: улучшение алгоритмов и методов различения сигналов с целью адаптации к особенностям вносимых гетерогенными сетями, а также создание нового алгоритма синтеза речи.

Во второй главе – выполнен анализ сигналов телефонии, в результате которого была расширена классификация сигналов телефонии. В широко известной классификации сигналы делятся на основные (импульсный набор номера, тональный набор номера, вызов станции, ответ, нормированный разрыв шлейфа, отбой, ответ станции, посылка вызова, контроль посылки вызова, занято, занято-перегрузка) и дополнительные (указательный, предупреждение, вмешательство, уведомление, предупреждение об окончании оплаченного интервала времени, неполный состав участников или отключение участника).

В расширенной классификации к дополнительным сигналам были добавлены сигналы, входящие в протоколы автоматических определителей номера (АОН): для аналоговых АТС (протокол "2 из 6"; сигнал запроса сведений АОН: стандартный – 500 Гц и много гармоничный – нечетные гармоники, кратные 500 Гц), для цифровых АТС (протокол DTMF – Dual Tone Multi Frequency – двух тональная многочастотная посылка; протокол FSK – Frequency Shift Keying – частотная манипуляция; SDMF – Single Data Message Format – формат одиночного сообщения и MDMF – Multiple Data Message Format – формат множественного сообщения).

В результате анализа основных алгоритмов и методов обнаружения и различения сигналов построено дерево алгоритмов и методов (рис.3). Показаны основные возможности алгоритмов, особенности применения и методы улучшения. Основные методы обнаружения и различения сигналов классифицированы по пяти основным группам:

- 1) методы цифровой фильтрации;
- 2) методы, основанные на теории обучения и распознавания образов;
- 3) методы прямого счета;
- 4) корреляционные методы;
- 5) методы спектрального анализа:
 - а) методы, основанные на дискретном преобразовании Фурье (ДПФ);
 - б) методы, основанные на быстром преобразовании Фурье (БПФ);
 - в) методы, основанные на вейвлет(wavelet)-преобразованиях;
 - д) непараметрические методы;
 - е) параметрические методы.

На основе автокорреляционного метода разработана программа, реализующая обработку FSK сигнала. Показано, что при частоте дискретизации 8000 Гц и глубине автокорреляции, равной 4 достигается лучший результат различения двух одночастотных сигналов с разными частотами (рис.4). Оптимальное значение глубины автокорреляции найдено экспериментальным путем.

При создании программно-аппаратного комплекса компьютерной телефонии для системы ЦБР и распределенной системы автоматического информирования абонентов были выбраны алгоритм Кули-Тьюки и

автокорреляционный алгоритм. После рассмотрения вопросов улучшения алгоритмов, методов спектрального анализа и обнаружения/различения сигналов, выбранные ранее алгоритмы, легли в основу улучшенного алгоритма различения сигналов с учетом особенностей накладываемых гетерогенными сетями телефонии (рис.5).

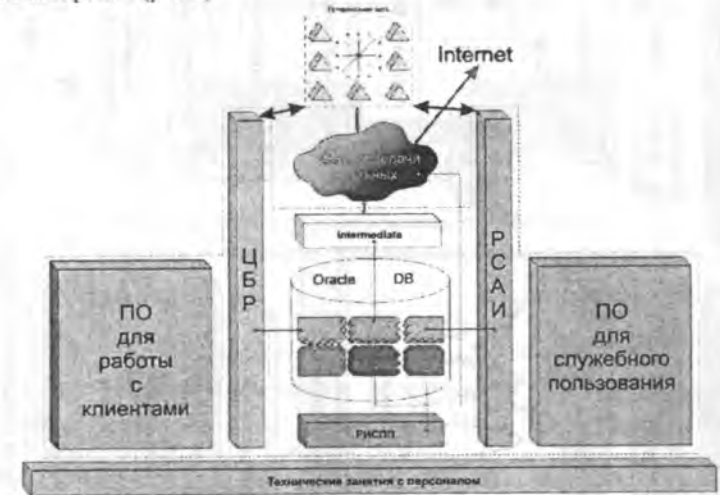


Рис. 2. Интеграция разработанных систем.

Рассмотрим разработанный алгоритм более детально.

1. Частота дискретизации сигнала f_d составляет 8000 Гц. Известно, что ширина канала тональной частоты имеет значение $f_c=3400$ Гц, следовательно, по теореме Котельникова частота дискретизации f_d должна удовлетворять выражению (1)

$$f_d = 2f_c \quad (1)$$

2. Используются прямоугольные окна $w_k(j)$.

$$w_k(j) = \begin{cases} 1, & k = j \dots j + \text{window_width} - 1 \\ 0, & k \neq j \dots j + \text{window_width} - 1 \end{cases} \quad (2)$$

Здесь: window_width=80 – ширина окна,

$j=1, 2, \dots, N - \text{window_width}$ – текущее положение окна.

3. Разработанный алгоритм разбивает исходную последовательность данных (4) на окна $s_n^*(7)$. Исходная последовательность состоит из N равностоящих отсчетов с интервалом дискретности Δt секунд (3). Отсчеты отмечены моментами времени (5).

$$\Delta t = \frac{1}{f_d} \quad (3)$$

$$\{s_n\}, n = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

$$t_n = t_0 + n\Delta t, n = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

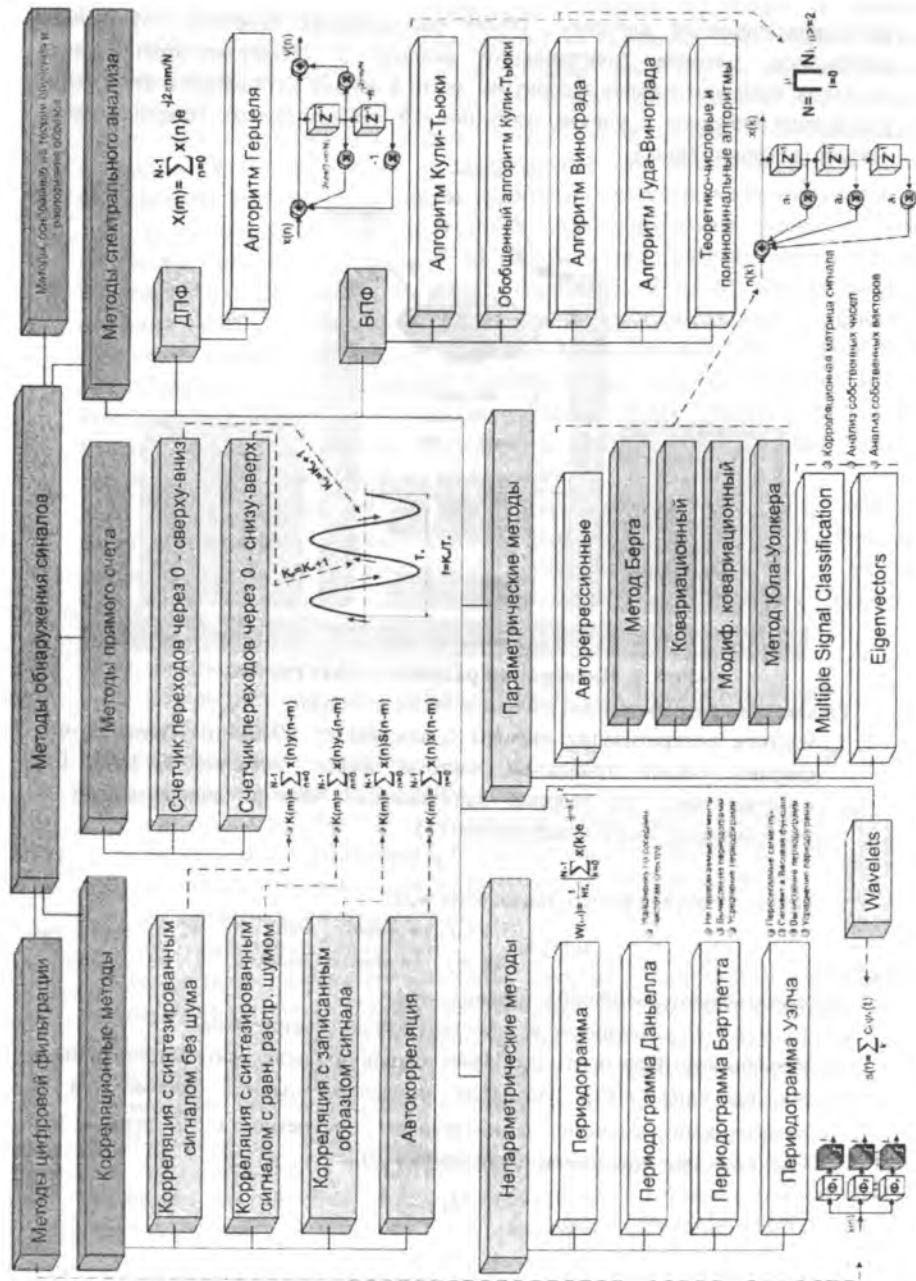


Рис. 3. Методы обнаружения сигналов



Рис.4. а) Прочитанный FSK сигнал

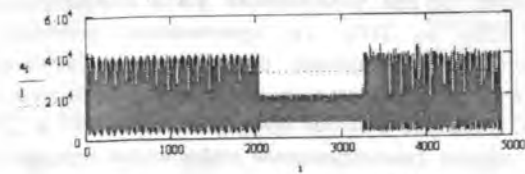


Рис.4. б) Авто коррелированный FSK сигнал

Следует отметить, что момент времени t_0 выбирается произвольно. Таким образом:

$$s_n = s(t_0 + n\Delta t), n = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

$$s_n^* = s_n w_n(j), n = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N - window_width \quad (7)$$

4. Шаг движения окна на частоте дискретизации 8000 Гц составляет 10 точек.

$$window_step = 10, \quad (8)$$

что позволяет в пределах ширины одного окна получать 8 реализаций исходных данных.

5. Для взвешенных окном данных (7) выполняется расчет среднего значения (9), затем из выделенных оконной функцией данных вычитается найденное среднее значение (10), что удаляет постоянную составляющую из сигнала и приводит к повышению избирательной способности алгоритма на низких частотах.

$$\bar{s} = \frac{1}{window_width} \sum_{n=1}^{window_width} s_n^* \quad (9)$$

$$s_n^{**} = s_n^* - \bar{s}, n = 1..window_width \quad (10)$$

6. Обработанные данные без постоянной составляющей дополняются нулями до 128 точек (11), что дает возможность использовать БПФ.

$$s_n^{***} = 0, n = window_width + 1..128 \quad (11)$$

7. Для последовательности (11) вычисляется БПФ, используя алгоритм Кули-Тьюки.

8. Итерационный дискрет на частоте дискретизации 8000 Гц составляет 40 точек, по достижению которого выполняется когерентное усреднение 4-х реализаций БПФ: $S_{n,1}^{****}, S_{n,2}^{****}, S_{n,3}^{****}, S_{n,4}^{****}$:

$$S_n^{****} = \frac{(S_{n,1}^{****} \cdot Re + S_{n,2}^{****} \cdot Re + S_{n,3}^{****} \cdot Re + S_{n,4}^{****} \cdot Re)}{4} + j \frac{(S_{n,1}^{****} \cdot Im + S_{n,2}^{****} \cdot Im + S_{n,3}^{****} \cdot Im + S_{n,4}^{****} \cdot Im)}{4} \quad (12)$$

9. По усредненным данным БПФ выполняется расчет энергетического спектра:

$$E_n = \sqrt{(S_n^{***} \cdot \text{Re})^2 + (S_n^{***} \cdot \text{Im})^2} \quad (13)$$

10. Энергетический спектр E_n подвергается анализу в спектральном анализаторе, где при установлении факта доминирующего присутствия частот 1200 и 2100 Гц принимается решение о включении дополнительного алгоритма, основанного на автокорреляции – это связано с тем, что БПФ не подходит для анализа быстрых сигналов, а FSK сигналы, входящие в состав протокола АОН (1200 и 2200 Гц) являются именно такими (закодированная информация передается со скоростью 1200 бод/с).

11. Как показали эксперименты, наилучшим значением глубины автокорреляции является - 4.

$$\begin{aligned} s_{2k} &= s_k \cdot s_{k-n+1}, \\ n &= 4, N = 40, k = n \dots N-1, \end{aligned} \quad (14)$$

$$s_{2j} = s_{2n}, j = 0 \dots n-1$$

12. После автокорреляции данные подвергаются усреднению.

$$\begin{aligned} \bar{s}_0 &= (5s_{20} + 2s_{21} - s_{22})/6 \\ \bar{s}_i &= (s_{2(i-1)} + s_{2i} + s_{2(i+1)})/3, i = 1 \dots N-1 \\ \bar{s}_N &= (5s_{2N} + 2s_{2(N-1)} - s_{2(N-2)})/6. \end{aligned} \quad (15)$$

13. После усреднения автокорреляционных данных производится пороговый анализ, в результате чего на выходе получаем бинарную последовательность.

$$b_i = \begin{cases} 0, & \bar{s}_i < l \\ 1, & \bar{s}_i \geq l \end{cases}, l = \text{const}, i = 0 \dots N-1 \quad (16)$$

14. Полученные в спектральном анализаторе флаги присутствия частот (частоты, входящие в протоколы, поддержку которых требуется обеспечить в системе): f_1, f_2, \dots, f_q , бинарная последовательность - b_i , полученная в автокорреляторе, а также внешние управляющие сигналы (состояние "телефонной трубки", флаг звонка, флаг переполусовки и пр.): s_1, s_2, \dots, s_r подаются на вход синтезатора символов, где производится анализ совокупности поданных сигналов и случае наличия совпадений с частотно-временными параметрами, описываемыми протоколами, производится синтез символа, который затем помещается в буфер накопления "сырых" данных.

$$\text{buffer} = \text{buffer} + \text{symbol}(f_1, f_2, \dots, f_q, b_i, s_1, s_2, \dots, s_r), \quad (17)$$

где q – количество флагов присутствия частот, $i = 0 \dots N-1$, r – количество внешних управляющих сигналов.

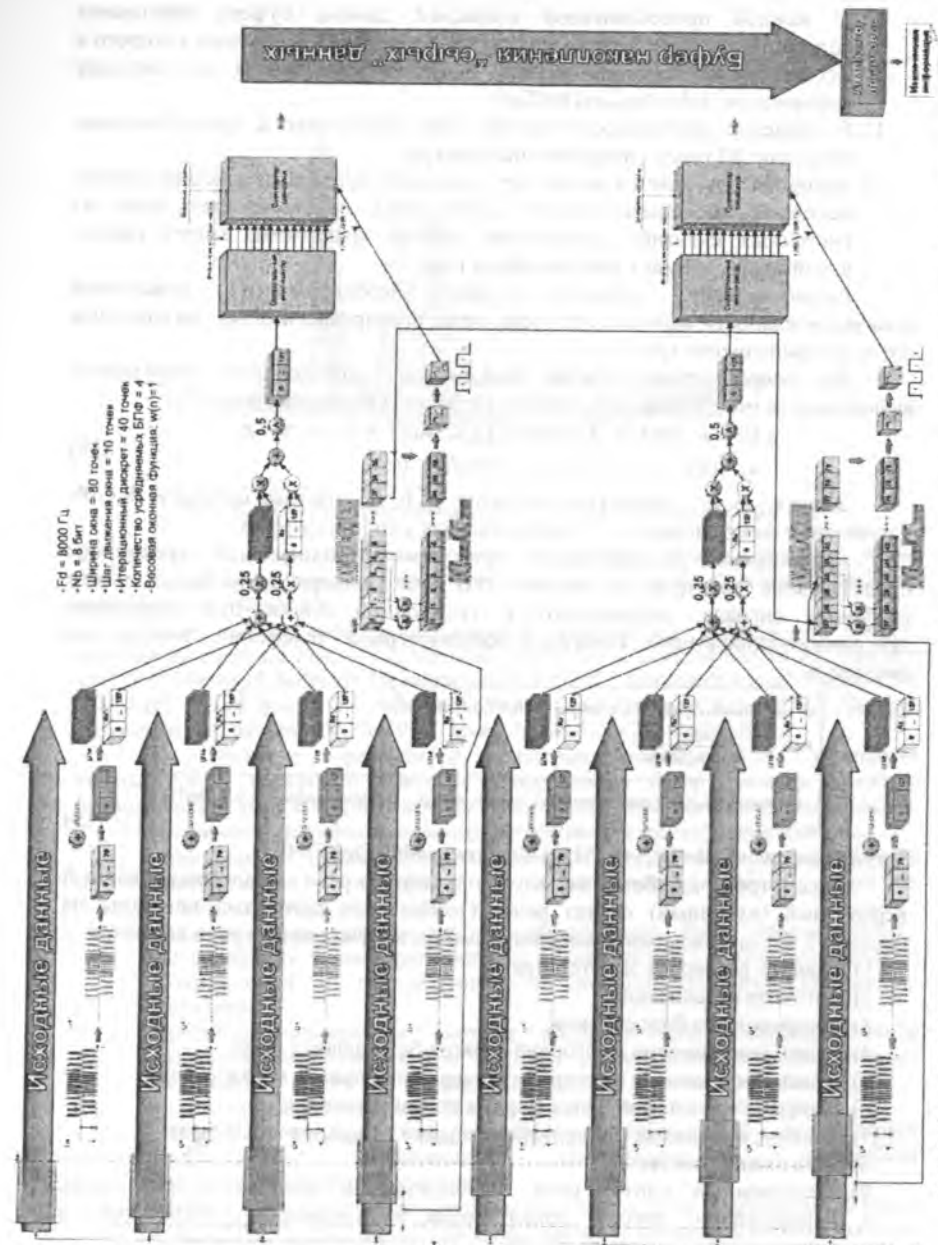


Рис. 5. Алгоритм обнаружения сигналов с учетом особенностей, накладываемых гетерогенными сетями телефони

15. С каждой процессинговой итерацией данные буфера накопления подвергаются обработке анализатором протоколов, на выходе которого в случае положительного исхода попадает извлеченная из сигналов информация: $\text{Info} = \text{Analyze}(\text{Buffer})$.

16. В пределах длительности одного окна происходят 2 процессинговые итерации: 80 точек / итерационный дискрет.

17. Алгоритм повторяется до тех пор, пока не будет достигнут конец данных исходной последовательности, либо пока не произойдет один из системных сигналов: завершение работы программы, запрет работы анализатора, таймаут времени сбора и др.

Разработанный алгоритм при необходимости повышения производительности вычислений очень легко распараллеливается различными потоками выполнения (рис. 5).

Во второй главе также рассмотрена разработанная программа, выполняющая моделирование сложных сигналов. Она основана на (18).

$$s_1(i) = a_1 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot i \cdot \Delta t + \phi_1) + a_2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot i \cdot \Delta t + \phi_2) + a_3 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot i \cdot \Delta t + \phi_3) + \sigma(\text{rnd}(1) - 0.5) \quad (18)$$

Здесь a_1, a_2, a_3 – амплитуды сигналов, f_1, f_2, f_3 – частоты сигналов, ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 – начальные фазы сигналов, σ – максимальная амплитуда шума.

Рассмотрена разработанная программа, реализующая трехмерное представление спектров на основе (19). Для примера трехмерный спектр реального сигнала, полученного с телефонной линии при разработке программно-аппаратного комплекса компьютерной телефонии, показан на рисунке 6.

$$\text{Spectr1} := \begin{cases} z \leftarrow \sqrt{(\text{FFT}(\text{stack}(\text{submatrix}(s1, 0, \text{window_width} - 1, 0, 0), \text{Dop})))^2} \\ \text{for } k \in 2 \dots \frac{\text{rows}(s1)}{\text{window_width}} \\ z \leftarrow \text{augment}(z, \sqrt{(\text{FFT}(\text{stack}(\text{submatrix}(s1, \text{window_width}(k-1), \text{window_width } k - 1, 0, 0), \text{Dop})))^2}) \end{cases} \quad (19)$$

Здесь: $\text{window_width} = 64, j = 0 \dots 512 - 1 - \text{window_width}, \text{Dop}(j) = 0$.

Рассмотрен разработанный алгоритм синтеза речи – модифицированный вербальный (кусочный) синтез речи. Особенности алгоритма показаны на рисунке 7. Отличительными особенностями алгоритма синтеза речи являются:

- 1) клиент - серверная архитектура;
- 2) поточная организация;
- 3) построение на базе списков;
- 4) отдельное хранение на стороне сервера базы данных фраз;
- 5) отдельное хранение на стороне сервера базы правил конкатенации;
- 6) передача только требуемых фраз на сторону клиента;
- 7) наличие механизма кэширования недавно использованных фраз;
- 8) многоканальность;
- 9) качественный синтез речи, обусловленный введением трех видов конкатенации: простая конкатенация, конкатенация с обрезанием и конкатенация с микшированием.

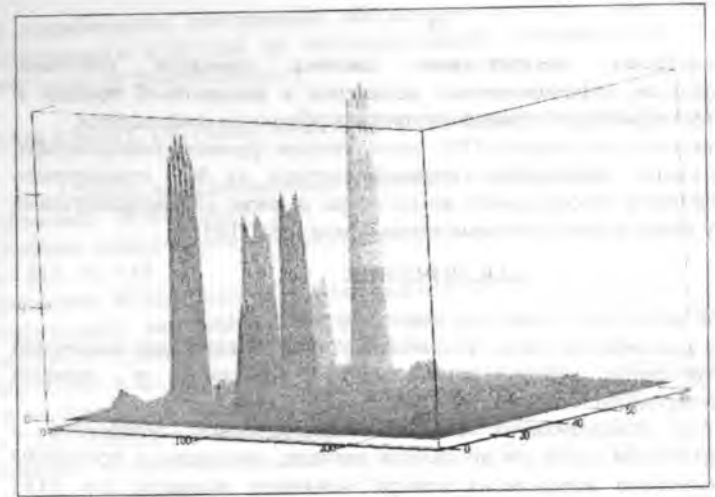


Рис. 6. 3D-спектрограмма (256 точек) в точке обзора №1

В третьей главе определено, что интеграция разработанных систем осуществляется посредством сети передачи данных ОАО "Кыргызтелеком" и единой СУБД Oracle 10g.

Также обосновано использование следующих языков и средств разработки: Borland Pascal 7.1, Borland Delphi 5.0 и Borland Delphi 6.0, Borland C++ 3.0, Microsoft Software Development Kit (SDK), Microsoft Visual Studio 6.0 и Microsoft Visual Studio 7.1, Microsoft Drivers Development Kit (DDK), Numega Drivers Studio, Borland TASM, Perl, Java, Oracle PL/SQL, Oracle SQL.

На примере разработки программно-аппаратного комплекса компьютерной телефонии системы центрального бюро ремонта показана экономическая эффективность метода совмещения вычислительных мощностей.

На основании модифицированных алгоритмов и методов разработаны:

- программа, моделирующая сложные многочастотные сигналы и реализующая трехмерный спектральный анализ сложных многочастотных сигналов;
- программно-аппаратная система центрального бюро ремонта (ЦБР), устраняющая информационные искажения диагностирования повреждений и реализующая улучшенный алгоритм различения сигналов;
- программно-аппаратная система распределенного автоматического информирования абонентов (РСАИ), устраняющая информационные искажения полноты информационного потока к абонентам и реализующая разработанный алгоритм вербального синтеза речи;
- система промежуточной обработки гетерогенной станционной информации, устраняющая информационные искажения тарификационной информации;
- система сосредоточенного управления аппаратурой временного учета стоимости, устраняющая информационные искажения контроля доступа к международным и междугородним сетям;

- распределенная интерактивная система принятия платежей, устраняющая информационные искажения в финансовых потоках и использующая разработанный алгоритм вербального синтеза речи;
- программное обеспечение (ПО), выполняющее функции осциллографа, спектрального анализатора звуковой частоты на базе стандартного оборудования персонального компьютера, а также ПО моделирующее работу микрофонов различных типов и реле типа РПН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе получены следующие результаты:

- 1) впервые классифицированы основные виды информационных искажений в гетерогенных сетях компьютерной телефонии с позиции автоматизированной системы обработки информации;
 - 2) расширена классификация сигналов компьютерной телефонии: к дополнительным сигналам добавлены сигналы, входящие в протоколы автоматического определения номера звонящего абонента; для АОН аналоговых АТС к отдельной группе отнесены сигналы запроса сведений;
 - 3) в результате анализа основных алгоритмов и методов обнаружения и различения сигналов построено дерево алгоритмов;
 - 4) рассмотрены вопросы улучшения алгоритмов и методов спектрального анализа и обнаружения сигналов;
 - 5) разработан улучшенный алгоритм обнаружения/различения сигналов, учитывающий свойственные гетерогенным телекоммуникационным сетям зашумленность равномерно-распределенным шумом, амплитудные, частотные и временные искажения телекоммуникационных сигналов;
 - 6) разработан алгоритм модифицированного вербального синтеза речи, обладающий свойством многоканальности и улучшенными аудио характеристиками с централизацией управления процессом синтеза речи на распределенной сети клиентов;
 - 7) обоснован вариант совместного использования голосовых модемов и звуковых карт для реализации аппаратных интерфейсов;
 - 8) разработано программное обеспечение, выполняющее обработку FSK сигнала автокорреляционным способом, моделирующее сложные сигналы и реализующее трехмерное представление спектров;
 - 9) определена экономическая эффективность метода совмещения вычислительных ресурсов на примере программно-аппаратной системы ЦБР.
- Разработанные алгоритмы и методы были использованы при создании ниже перечисленных систем обработки информации.
1. Распределенная система автоматического информирования абонентов.
 2. Распределенная интерактивная система принятия платежей с единым центром.
 3. Система сосредоточенного управления аппаратурой учета стоимости.
 4. Система сбора CDR-файлов и система промежуточной обработки тарификационной информации.
 5. Система автоматизированного центрального бюро ремонта (ЦБР).

На разработанное программное обеспечение получены свидетельства государственного агентства по интеллектуальной собственности при правительстве КР (Кыргызпатент).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах и сборниках

1. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. FSK signal demodulation // Известия Кыргызского национального технического университета им И. Раззакова. - 2005. - №7. - С.3-10.
2. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. Многоканальная распределенная система автоматического информирования абонентов // НАН КР ИА Проблемы автоматизации и управления. - 2005. - С.120-124.
3. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. Трехмерное представление спектров в базе быстрого преобразования Фурье // Известия НАН КР. - 2005. - №4. С.17-21.
4. Янко Д.В. Разработка универсальной системы классификации и поиска информации (информационный каталог) // НАН КР ИА Проблемы автоматизации и управления. - 2006. - С.127-135.
5. Алиев И.К., Зимин И.В., Янко Д.В. Программный определитель номера // Известия Кыргызского государственного технического университета им И. Раззакова. - 2004. - №6. - С.47-49.
6. Сагымбаев А.А., Янко Д.В. Анализ алгоритмов сжатия информации // Материалы международной конференции ИНФООПТИКА-2002 "Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспективы развития", Бишкек - сентябрь, 2002. - С.266-271.
7. Сагымбаев А.А., Янко Д.В. Согласование виртуальных устройств с локальными вычислительными сетями. // Материалы международной конференции ИНФООПТИКА-2002 "Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспективы развития", Бишкек - сентябрь, 2002. - С.271-273.
8. Жумалиев К.М., Янко Д.В. Обзор технических вариантов реализаций автоматического определителя номера (АОН) и математических методов обнаружения полезного двухчастотного сигнала // Материалы международной конференции ИНФООПТИКА-2002 "Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспективы развития", Бишкек - сентябрь, 2002. - С.273-277.
9. Сагымбаев А.А., Янко Д.В. Программный определитель телефонного номера // Труды международной конференции "Развитие информационно-коммуникационных технологий в информационном обществе: состояние и перспективы", Бишкек - октябрь, 2004. - С.122-125.
10. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. Алгоритмы и методы обнаружения сигналов сервиса идентификации звонящего абонента // Контрольно-измерительные приборы и автоматизация. - Казахстан: г. Алма-Аты - 2006. - №4(14). - С.62-65.
11. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. Об одном алгоритме различения сигналов для гетерогенных сетей компьютерной телефонии // Математический журнал. - Казахстан: г. Алма-Аты - 2006. - №4(22).

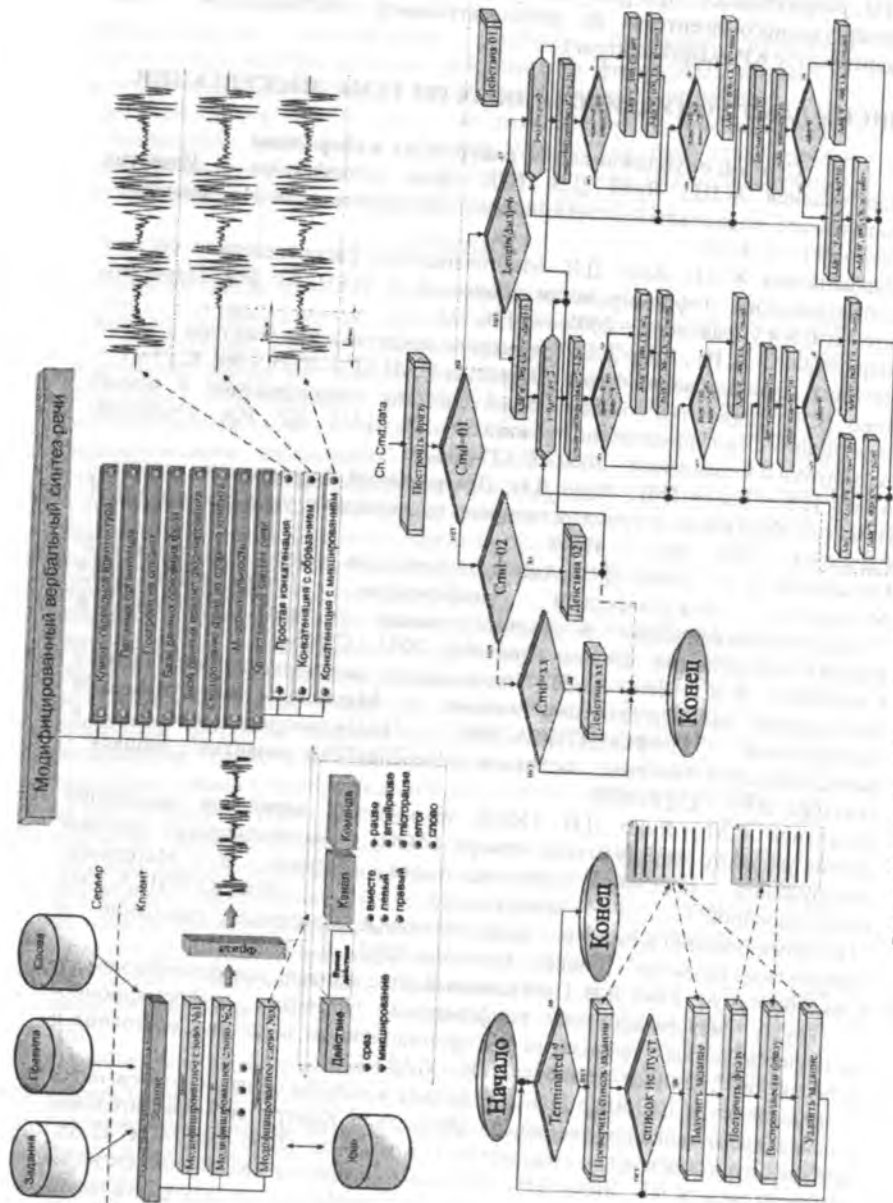


Рис. 7. Модифицированный вербальный (кусочный) синтез речи

Полученные свидетельства на разработанные программное обеспечение и программно-аппаратные системы

12. Янко Д.В. Программное обеспечение для синхронизации времени на распределенной сети клиентов // Государственное агентство по интеллектуальной собственности при правительстве Кыргызской Республики (Кыргызпатент). Свидетельство № 99 от 17 января 2006 года.
13. Янко Д.В. Центр управления распределенной системой информирования абонентов на базе голосовых модемов различных // Кыргызпатент. Свидетельство № 100 от 17 января 2006 года.
14. Янко Д.В. Программно-аппаратный комплекс компьютерной телефонии на базе стандартного оборудования персонального компьютера с функциями многопротокольного программного автоматического определителя номера вызывающего абонента // Кыргызпатент. Свидетельство № 101 от 17 января 2006 года.
15. Янко Д.В. Программное обеспечение для моделирования работы угольного и динамического микрофонов // Кыргызпатент. Свидетельство № 102 от 17 января 2006 года.
16. Янко Д.В. Программное обеспечение для моделирования работы реле РПН // Кыргызпатент. Свидетельство № 103 от 17 января 2006 года.
17. Янко Д.В. Компонент фискальной регистрации платежей с сетевым самодостаточным интерфейсом // Кыргызпатент. Свидетельство № 104 от 17 января 2006 года.
18. Янко Д.В., Исакжанов О.Г. Система сосредоточенного управления аппаратурой ПУС // Кыргызпатент. Свидетельство № 105 от 17 января 2006 года.
19. Янко Д.В., Исакжанов О.Г. Распределенная система автоматического информирования абонентов на базе голосовых модемов различных производителей // Кыргызпатент. Свидетельство № 106 от 17 января 2006 года.
20. Янко Д.В., Исакжанов О.Г. Распределенная интерактивная система принятия платежей в режиме реального времени с поддержкой управляемого кусочного синтеза речи на основе реляционной системы управления базами данных // Кыргызпатент. Свидетельство № 107 от 17 января 2006 года.
21. Янко Д.В. Модифицированный кусочный синтез речи на основе реляционной системы управления базами данных // Кыргызпатент. Свидетельство № 120 от 22 июня 2006 года.
22. Янко Д.В. Цифровой осциллограф звуковой частоты // Кыргызпатент. Свидетельство № 121 от 22 июня 2006 года.
23. Янко Д.В. Цифровой спектральный анализатор звуковой частоты // Кыргызпатент. Свидетельство № 122 от 22 июня 2006 года.
24. Янко Д.В. Сервер распределенной телеметрической системы измерений параметров абонентских телефонных линий аналоговых (АТСК, АТСДШ) и цифровых АТС (АХЕ-10, С&С08) // Кыргызпатент. Свидетельство № 123 от 22 июня 2006 года.

25. Янко Д.В. Эргономический клиент распределенной телеметрической системы измерений параметров абонентских телефонных линий // Кыргызпатент. Свидетельство № 124 от 22 июня 2006 года.
26. Янко Д.В. Система промежуточной обработки тарификационной информации на гетерогенной телефонной сети // Кыргызпатент. Свидетельство № 125 от 22 июня 2006 года.
27. Шаршеналиев Ж.Ш., Янко Д.В. Трехмерное представление спектров в базе быстрого преобразования Фурье // Кыргызпатент. Свидетельство № 126 от 22 июня 2006 года.
28. Автоматизированная система расчетов "Кристалл" / Илюбаев А.А., Исакжанов О.Г., Цой Д.В., Бормотов В.Ю., Гладышев Д. Ю., Лютов В.Ф., Янко Д.В. // Кыргызпатент. Свидетельство № 98 от 26 декабря 2006 года.

Янко Дмитрий Владимирович

РЕЗЮМЕСИ

Компьютердик телефониянын гетерогенналык автоматикалык системалардын маалымат иштеп чыгуусу

05.13.01. «Системалык талдоо, башкаруу жана маалымат иштетүү» адистин техникалык илимдин кандидаты деген даражасын алуу үчүн диссертация эмгегин сунуш кылып жатат.

Негиз сөздөрү: маалымат технологиялар, гетерогенналык телекоммуникациялык тармагы, компьютердик телефониясы, белгилерди корсотүүнүн жакшартуу алгоритмдер, сөздүк синтези.

Эмгектин максаты: талдоо, болуштургон маалымат гетерогенналык автоматикалык системаларды иштеп чыгуусу жана тосколдон сактоо алгоритмдер, жана жаны мыктылоо маалымат-коммуникациялык тармагынын усул иштетүү.

Алуучулук натыйжалары: компьютердик телефониянын гетерогенналык тармактарында автоматикалык маалыматтарды иштетип көз карашына биринчи ирет негизги турлор классификациядан өткөн; компьютердик телефониянын классификациялык белгилери кенейтүүдү; кыйын белгилери жана спекторлордун үчмердик корсотүүсү иштетилди; телефониянын гетерогенналык тармактары өзгөчө белгилүү/ажыралуу алгоритмде иштетилди; модифицировалоо вербалдык синтез сүйлөөшү алгоритмге иштетилди.

РЕЗЮМЕ

Янко Дмитрий Владимирович

Разработка автоматизированной системы обработки информации в гетерогенных системах компьютерной телефонии

Диссертационная работа представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 "Системный анализ управление и обработка информации"

Ключевые слова: информационные технологии, гетерогенная телекоммуникационная сеть, компьютерная телефония, модифицированный алгоритм обнаружения/различения сигналов, синтез речи, метод совмещения вычислительных мощностей.

Цель работы: разработка автоматизированной системы обработки информации в гетерогенных системах компьютерной телефонии на основе

анализа информационных искажений, модификации алгоритмов, исследования и обработки в реальных условиях сложных многочастотных сигналов.

Полученные результаты: впервые классифицированы основные виды информационных искажений в гетерогенных сетях компьютерной телефонии с позиции автоматизированной системы обработки информации, расширена классификация сигналов компьютерной телефонии, разработан алгоритм обнаружения/различения сигналов, учитывающий особенности гетерогенных сетей телефонии, разработан модифицированный алгоритм вербального (кусочного) синтеза речи, разработано программное обеспечение для моделирования и анализа сложных многочастотных сигналов.

RESUME

Yanko Dmitry Vladimirovich

Development of automatic information processing system in heterogeneous systems of computer telephony

05.13.01 – System analysis, management and information processing

The Key words: information technologies, heterogeneous telecommunication network, computer telephony, modified algorithm of signals finding/distinguishing, speech syntheses, and method of combining the computing powers.

The purpose of work: development of automatic information handling system in heterogeneous computer telephony systems on the base of analysis of information distortion, algorithm modifications, researching and processing in real conditions of complex multi frequencies signals.

The results: for the first time classified main types of information distortion in heterogeneous networks of computer telephony from positions of automatic information processing system, extended of a computer telephony signals classification, designed algorithm of signals finding/distinguishing, taking particularities of a heterogeneous telecommunication networks, designed modified algorithm of verbal (partial) speech syntheses, designed software for modeling and analysis of complex multi frequencies signals.

Янко

Подписано к печати 23.03.2007. Формат 60x84^{1/16}. Объем 1,0 п.л.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 150 экз. Заказ № 635

Отпечатано в учебно-издательском центре «Авангард» ИНИТ КГУСТА
720023, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 «б»