

2000-80

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ

Специализированный совет Д 05.98.81

На правах рукописи

Ямпольская Светлана Александровна

**Системный структурный подход к построению
сетевых информационных систем на базе
технологий Internet/Intranet**

Специальность: 05.13.16 Применение вычислительной техники,
математического моделирования и
математических методов в научных
исследованиях

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек 2000

30

Работа выполнена в Институте интеграции международных образовательных программ Кыргызского государственного национального университета.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор, академик НАН КР,
В.П. Живоглядов.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
Т.Т. Оморов,
кандидат технических наук,
А.И. Бочкарев.

Ведущая организация: Институт космических исследований
Российской академии наук (г. Москва)

Защита состоится «26» МАЯ 2000г. в 10⁰⁰ часов на заседании Специализированного Совета Д 05.98.81 по присуждению ученых степеней доктора и кандидата технических наук в Институте автоматике Национальной Академии наук Кыргызской Республики:
720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265^а.

С диссертацией можно ознакомиться в Институте автоматике Национальной Академии Наук Кыргызской Республики.

Автореферат разослан «25» АПРЕЛЯ 2000г.

Ученый секретарь Специализированного
Совета, к.т.н., с.н.с.

К.А.Пресняков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В связи с бурным развитием в последние годы локальных, корпоративных, глобальных (Internet) компьютерных сетей и использованием их в различных сферах человеческой деятельности, становятся все более актуальными вопросы, связанные с созданием распределенных информационных систем и их использованием в науке, образовании, экономике и управлении. Трудно переоценить значение информации и доступа к ее источникам в современных условиях, особенно в условиях нашей Республики.

Об актуальности этого направления свидетельствует также тот факт, что Комиссия Европейского Сообщества одобрила проект 5-й Европейской Программы развития научных исследований и технологий на 1998-2002 годы, в котором говорится, в частности, о создании средств и технологий разработки программного обеспечения, систем и приложений, направленных на повышение эффективности проектных работ и инженерного труда, внедрение средств дружелюбного пользовательского интерфейса в процесс взаимодействия разработчиков и исследователей. Проведение в Кыргызстане работ в этих направлениях будет способствовать интеграции в Мировое информационное пространство. В Республике реализуются проекты, целью которых является не только подключение к сети Internet или создание корпоративных сетей, но и создание информационных систем на базе компьютерных сетей. В настоящее время, когда жизненный цикл многих информационных систем и проектов резко сократился, разработка и применение новых методологий исследований, разработок, повышающих эффективность и дающих сокращение сроков проектирования, являются наиболее актуальными.

Данная работа выполнена в соответствии с планами НИР Кыргызско – Американского факультета компьютерных технологий и Интернет Института Интеграция международных образовательных программ Кыргызского государственного национального университета, Национальной Академии наук Кыргызской Республики, Департамента науки и новых технологий Министерства образования науки и культуры Кыргызской Республики, Института фундаментальных наук Кыргызского государственного национального университета.

Целью работы является развитие методических основ построения научно – исследовательских и образовательных виртуальных лабораторий для целей разработки и исследования компьютерных информационных систем, применение системного структурного подхода с прототипированием и его формализация, построение компьютерных моделей в системах с распределенной обработкой данных, разработка и внедрение прикладных информационных систем на базе корпоративных сетей и технологии Internet/Intranet.

Методика исследований базируется на методах системного анализа, системного структурного подхода, регрессионного анализа больших систем, компьютерном моделировании и использовании спиральных моделей развития

компьютерных информационных систем и языка логических схем алгоритмов (ЛСА). Современные Internet/Intranet-технологии создают предпосылки для создания виртуальных лабораторий и кардинального изменения стиля научных исследований и разработок, позволяют удобно реализовать спиральную модель создания и развития информационных систем.

Научная новизна. Разработана методика построения информационных систем с сетевой структурой для научно-исследовательских и образовательных целей на основе системного структурного подхода с прототипированием и Internet/Intranet технологий. Предложен алгоритм двухуровневой идентификации и построения прогнозирующих регрессионных моделей в компьютерных системах с распределенной обработкой данных. Дано применение языка логических схем алгоритмов для формализованного структурного описания процедур создания и развития компьютерных информационных систем, предложена модификация языка. Дано структурное описание на языке ЛСА и детальное математическое описание алгоритма идентификации двухуровневой регрессионной модели в компьютерных системах с распределенной обработкой данных; доказана сходимость алгоритма.

Практическая ценность. Разработанная методика позволила создать корпоративную сеть для научно-исследовательских и образовательных целей на базе Internet/Intranet, которая включает виртуальную лабораторию для исследования, разработки, развития и внедрения компьютерных информационных систем.

Реализация результатов работы. Теоретические результаты были использованы:

- при создании корпоративной сети для научно-исследовательских и образовательных целей на базе Internet/Intranet Кыргызско-Американского факультета компьютерных технологий и Интернет Института интеграции международных образовательных программ Кыргызского государственного национального университета;
- при компьютерном моделировании и прогнозировании уровня озера Иссык-Куль с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- при проектировании административной информационной системы Кыргызским государственным национальным университетом, выполняемой по проекту TEMPUS/TACIS;
- при создании компьютерных сетей Международного университета Кыргызстана;
- при разработке по проекту USAID информационной системы финансового контроля исполнения бюджета для мэрии г. Каракол и при создании промышленной административной информационной системы.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы представлены на

- Семинаре «Информационные технологии в образовании и науке», в рамках Республиканского совещания МОНК (г.Бишкек, Кыргызско-Российский Славянский университет, ноябрь, 1999);

- Выставке «Достижение ВУЗов и науки» (г.Бишкек, Исторический музей, ноябрь, 1999);
- Международном семинаре UNESCO по дистанционному обучению. Проект UNESCO/DENEMA «ЕВРАЗИЯ ONLINE'98». (г. Бишкек, Кыргызский государственный национальный университет, сентябрь 1998);
- Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию КГУ и 5-летию КГНУ «Современные технологии образования в высшей школе» (г.Бишкек, Кыргызский государственный национальный университет, май 1998);
- Международной конференции по информатике и управлению International Conference of Informatics and Control, ICI&C'97 (г. Санкт-Петербург, июнь, 1997);
- Семинаре Всемирной Метеорологической Организации "Погода и вода в городах", (г. Бишкек, Кыргызско-Российский Славянский университет, март, 1997);
- Научной конференции Международного университета Кыргызстана «Новые технологии в научных исследованиях и образовании» (г. Бишкек, Международный университет Кыргызстана, апрель, 1997);
- Всесоюзной конференции «Перспективы и опыт внедрения статистических методов в АСУ ТП» (г. Смоленск, 1981).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения. Работа изложена на 142 страницах основного текста, содержит 31 рисунок, список литературы из 112 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Создание виртуальных лабораторий для разработки и исследования информационных систем на базе компьютерных сетей и технологии Intranet/Internet

Рассмотрены виртуальные лаборатории, создаваемые для коллективной работы при проектировании информационных компьютерных систем, проведения научных исследований в области компьютерных информационных систем, разработки технической и другой документации. Целью создания таких лабораторий является объединение творческих потенциалов разработчиков и исследователей, способных проводить совместные работы и находящиеся в удаленных точках друг от друга; создание средств их взаимодействия; повышение эффективности проектных работ и уменьшение затрат на разработку. Виртуальная лаборатория определена как компьютерная многопользовательская информационная система с распределенной обработкой данных при удаленном доступе пользователей. Исходя из этого определения рассмотрены ее основные цели, признаки и принципы функционирования. Предложена и реализована функционально-структурная схема виртуальной лаборатории для разработки и исследования информационных систем.

Рассмотрены вопросы технического, методического и программного обеспечения виртуальной лаборатории. Создание виртуальной лаборатории для организации коллективной работы над исследовательскими или проектными разработками осуществимо на базе:

- компьютерных сетей, основанных на современных телекоммуникационных технологиях, Internet-технологиях;
- методических основ построения компьютерных сетей для научно-исследовательских и образовательных целей;
- WEB/DATABASE технологий;
- CASE-технологий;
- современных методических основ для построения информационных компьютерных систем;
- принципов управления проектами.

Принятая в данной работе методология проектирования информационных систем — это методология системного анализа. Последовательное применение этой методологии с учетом прогресса компьютерной и телекоммуникационной техники, новых возможностей и требований к информатизации позволяет установить и обосновать принципы построения информационных систем. Их можно объединить в следующие группы: основные принципы, принципы технического и программного обеспечения, принципы организационного обеспечения, принципы разработки и управления проектом, принципы правового обеспечения.

Укрупненные стадии жизненного цикла компьютерной информационной системы (КИС) следующие: 1) подготовка к созданию и определение проекта, 2) анализ, 3) синтез и проектирование, 4) ввод в действие или конверсия КИС, 5) эксплуатация и сопровождение. Понятие «жизненный цикл» трактуется как процесс модернизации и модификации существующей или разработки новой компьютерной информационной системы.

Развитый и примененный на практике структурный системный подход с прототипированием (ССПП) реализует двухуровневую или многоуровневую спиральную модель создания и развития компьютерных информационных систем. Фактически это схема вложенных циклов. Система создания прототипов обеспечивает полный цикл подготовки и использования всей имеющейся на данном этапе информации, включая ее ввод, корректировку, фрагментирование, просмотр, поиск, распечатку, архивацию, комплекс программ для работы с накопленной информацией, каталогизацию и выбор требуемого программного продукта (программ запроса и формирования режима работы, организации обмена с пользователями в сетевом взаимодействии и др.). ССПП предполагает использование итерационного прототипирования, т.е. разработка системы и предъявление ее заказчику осуществляется в виде последовательности развиваемых прототипов. Финальным функционирующим прототипом системы является сама информационная система, готовая к внедрению и эксплуатации.

Виртуальная лаборатория представлена в виде информационного WEB-сервера с несколькими базами данных и набором инструментальных программных средств для обработки проектов. Каждая разработка будет

состоять из конечного набора проектов, различные версии (прототипы) которых являются основными составляющими информационной базы виртуальной лаборатории. Использование виртуальной лаборатории предполагает коллективную работу над проектами, которые имеют свои календарные планы исполнения, источники финансирования и схему распределения финансов по этапам проектных работ.

Глава 2. Формализация и алгоритмизация задач при создании информационных систем на базе компьютерных сетей

Процессы создания и развития по спирали компьютерных сетей и систем в соответствии с методологией жизненного цикла, структурными методологиями и, наконец, описанным выше структурным системным подходом с прототипированием (ССПП) включают ряд стадий, этапов и процедур. Проведенная структуризация проблемы позволяет дать формализованное описание процессов. Предлагается для описания использовать язык логических схем алгоритмов (ЛСА). Язык ЛСА был разработан первоначально для исследования дискретных систем. Затем он был применен для алгоритмического синтеза нелинейных систем автоматического управления. В работе используется язык ЛСА для формализованного структурного описания процедур создания и развития компьютерных информационных систем. При этом сохраняется структура языка, но вводятся новые обозначения для новой предметной области.

Язык логических схем алгоритмов (ЛСА)

Введем обозначения для языка ЛСА:

$\{A_i\}$ — множество операторов (процессов) A_i , $i = 1, 2, \dots$, $\{\alpha_i\}$ — множество логических условий, $\alpha_i = 1$ или $\alpha_i = 0$, $i = 1, 2, \dots$; операторы A_n и A_r обозначают, начало и конец алгоритма; A_0 — определить проект; A_1 — подготовить техническое задание; A_2 — уточнить требования к системе; A_3 — укрупненный структурный синтез; A_4, A_5, A_6, A_7 — соответственно, разработать прототип; разработать программы и документацию, испытать прототип, утвердить и сохранить прототип. A_8, A_9, A_{10} — разработать проект системы на основе финального прототипа, выполнить поставку технических и программных средств, ввести в действие или провести конверсию системы, перейти к эксплуатации и сопровождению системы.

\uparrow^i — стрелка-отсылка (куда переходить, если $\alpha_i = 0$, иначе продолжить), $\psi \uparrow^j$ или $\psi \uparrow^m$ — условный переход (далее пока $j \leq m$ по стрелке-отсылке, иначе продолжить), $\omega \uparrow^j$ или $\omega \uparrow^m$ — безусловный переход (далее только по стрелке-отсылке), например, в конце жизненного цикла, \downarrow — стрелка-метка (куда войти).

Логическая схема алгоритма прототипирования на языке ЛСА

Для описания жизненного цикла с прототипированием ЛСА запишется следующим образом:

ЛСА_{ЖИ}: $A_n \downarrow^0 A_0 A_1 \downarrow^2 \Pi A_8 A_9 \alpha_2 \uparrow^2 A_{10} A_k \omega \uparrow^0$,

где $\Pi = \downarrow^1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 \alpha_1 \uparrow^1 A_7$ – алгоритм прототипирования, α_2 – логическое условие: качество системы по результатам испытаний в процессе внедрения удовлетворяет требованиям заказчика ($\alpha_2=1$) или нет ($\alpha_2=0$).

Логическая схема алгоритма для распределенной спиральной модели

Для распределенной спиральной модели создания и развития компьютерных информационных систем на языке ЛСА, которая непосредственно следует из ССПП, алгоритм прототипирования для j -й подсистемы запишется следующим образом

$$\Pi_j = \downarrow^1 A_{j2} A_{j3} A_{j4} A_{j5} A_{j6} \alpha_{j1} \uparrow^1 A_{j7}, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Логическая схема алгоритма системного структурного подхода с прототипированием (ССПП), описывающая двухуровневую спиральную модель, имеет вид

$$\text{ЛСА: } A_n \downarrow^0 A_0 A_1 \downarrow^2 A_2 A_3 \downarrow^0 \Pi_j \psi \uparrow^0 A_8 A_9 \alpha_2 \uparrow^2 A_{10} A_k \omega \uparrow^0,$$

где $\psi \uparrow^0$ – логическое условие: условный переход (далее по стрелке – отсылке, пока $j \leq m$).

Формализация и исследование задач идентификации и прогноза в системах с распределенной обработкой информации

Рассмотрена задача построения регрессионной прогнозирующей модели большой системы $y=f(x)$, с территориально разнесенными источниками входных x и выходных y данных.

Структурное описание алгоритмов

Использованы основные принципы архитектуры «клиент – сервер». Для структурного описания алгоритма 2-х уровневых моделей больших систем применим язык ЛСА. Пусть n_x и n_y – размерности векторов входных и выходных переменных x и y соответственно, причем размерность n_x вектора x значительно больше размерности n_y вектора y , т.е. $n_x \gg n_y$.

Вектор x имеет блочную структуру, т.е. может быть представлен в виде совокупности $\{x_1 \dots x_j \dots x_m\}$ частных векторов в системе с распределенной обработкой информации, причем $n_{x_j} \gg n_y$, где $n_{x_j} = k_j$ – размерность частного вектора. Большими буквами X_j, U_j, Y, Z_j обозначим массивы экспериментальных данных соответственно для входных и выходных переменных x_j, u_j, y, z_j .

Этапы построения модели: декомпозиция задачи, выделение подсистем, укрупненный структурный синтез, построение локальных моделей нижнего (первого) уровня, M_1, \dots, M_m ; построение модели верхнего (второго) уровня M_u .

На первом уровне строятся некоторые «частные» или локальные модели M_j на базе определенного числа переменных k_j и формируются локальные оценки u_j

$$u_j = f_j(X_j, C_j) \quad j=1, \dots, m, \quad (1)$$

где $C_j = (c_{0j}, c_{1j}, \dots, c_{kj})^T$ – коэффициенты для j -ой локальной модели M_j , t – знак транспонирования.

На втором уровне реализуются следующие функции: укрупненный структурный синтез и построение модели M_u второго уровня u_u .

$$u_u = f_0(u_1, \dots, u_m, B), \quad (2)$$

где $B^T = (b_1, \dots, b_j, \dots, b_m)$ – коэффициенты модели M_u второго уровня. Глобальная модель M_{rn} включает модели первого (1) и второго (2) уровней.

Описание логической схемы предложенного алгоритма двухуровневой идентификации и прогноза на языке ЛСА имеет вид:

$$\text{ЛСА: } A_n \downarrow^0 A_0 A_{11} \downarrow^2 A_2 \downarrow^0 A_{16}(u_j) M_j \psi \uparrow^0 M_u A_{17}(M_u) \alpha_2 \uparrow^2 A_{10} A_k \omega \uparrow^0,$$

$$M_u = A_{11}(U, Y) A_{12}(Y) \downarrow^1 A_{13}(M_u) A_{14}(B|U, y) A_{15}(y|M_u, U) A_{17}(M_u) \alpha_1 \uparrow^1 A_{18} A_{16}(Z),$$

$$M_j = A_{11}(X_j, Z_j) A_{12}(X_j, Z_j) \downarrow^1 A_{13}(M_j) A_{14}(C_j|X_j, Z_j) A_{15}(u_j|M_j, x_j) A_{17}(M_j) \alpha_1 \uparrow^1 A_{16}(u_j),$$

где M_u – оператор модели верхнего (второго уровня) уровня, M_j – оператор j -ой локальной модели нижнего уровня, α_1 – логическое условие: модель по результатам испытаний удовлетворяет требованиям заказчика ($\alpha_1=1$) или нет ($\alpha_1=0$), $\psi \uparrow^0$ – логическое условие: условный переход (далее по стрелке – отсылке, пока $j \leq m$), A_{10} – завершить построение модели, перейти к эксплуатации и сопровождению системы прогноза, $A_{11}(\ast)$ – оператор сбора (получения) и аккумуляции данных (в скобках может быть указан массив данных, к которому применяется оператор), $A_{12}(\ast)$ – провести предварительную статистическую обработку (центрирование, нормировку и т.д.) данных, $A_{13}(\ast)$ – провести укрупненный структурный синтез и декомпозицию задачи, $A_{14}(C|^\ast)$ или $A_{14}(B|^\ast)$ – вычислить оценки параметров C или B соответственно по заданному набору данных, $A_{15}(u_j|M_j, x_j)$ – вычислить прогнозные значения u_j по модели M_j и входному сигналу x_j , $A_{15}(y|M_u, U)$ – вычислить прогнозные значения y по модели M_u и входному сигналу U , $A_{16}(U_j)$ – переслать выборку $\{u_j\} = U_j$ из j -ой подсистемы в центр, $A_{16}(Z_j)$ – переслать выборку $\{z_j\} = Z_j$ из центра в j -ую подсистему, A_{17} – испытать прогнозирующую модель на экзаменационной выборке, A_{18} – сформировать сигнал корректировки Z_j .

Логическая схема алгоритма прогноза y по текущим наблюдениям x имеет вид:

$$\text{ЛСА: } A_n \downarrow^0 A_{11} \downarrow^0 M_j A_{16}(u_j) \psi \uparrow^0 A_{15}(y|M_u, u) A_k \omega \uparrow^0,$$

где $M_j = A_{11}(x_j) A_{12}(x_j) A_{15}(u_j|M_j, x_j)$, x, u – векторы с компонентами x_j, u_j соответственно.

Математическое описание алгоритмов построения двухуровневых регрессионных моделей прогноза

Пусть модель большой системы можно задать в виде $y=f(x)=\beta^T x$, где β и x – векторы большой размерности n_x .

Для простоты изложения считаем, что y и u – скаляры, т.е., что размерности выхода y и промежуточной переменной u_j равны $n_y=1$.

В случае одноуровневой идентификации методами линейного регрессионного анализа находятся n_x неизвестных параметров модели. При двухуровневой идентификации число параметров увеличено до $n_x + m$, то есть

появляется дополнительно m степеней свободы, причем параметры C и B входят в модель мультипликативно.

Этот факт можно использовать для удовлетворения некоторых дополнительных требований. Например, выбирать B так, чтобы согласовать размерности именованных переменных, если x и y не нормированы, либо принять, что все $b_j = 1$, либо ввести условие $\sum_{j=1}^m b_j = 1$.

Алгоритм построения модели с расширенным числом степеней свободы

При построении модели с расширенным числом степеней свободы параметры b_j модели верхнего уровня находятся из условия:

$$R_u = \min_B E\{(y - u_u)^2\} = \min_B E\{(y - B^T u)^2 / \sum_{j=1}^m b_j = 1\}.$$

Для найденных b_j запишем:

$$R = E\left\{\sum_{j=1}^m b_j^2 (y - u_j)^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m b_i b_j (y - u_i)(y - u_j)\right\} = \sum_{j=1}^m R_j$$

Векторы C_i параметров моделей первого уровня находим из условия минимума R_i и C_i или равенства нулю градиента R_i по C_i .

$$\nabla_{C_i} R_j = -b_j^2 E\{z_j x_j\} + 2b_j^2 E\{x_j x_j^T\} C_j = 0, \quad \text{где } z_j = \frac{1}{b_j} \left(y + b_j y - \sum_{i=1}^m b_i u_i \right).$$

Отсюда получаем $C_j = K_{x_j x_j}^{-1} K_{x_j z_j}$. Здесь $K_{x_j x_j}$, $K_{x_j x_j}^{-1}$, $K_{x_j z_j}$ — корреляционная, обратная корреляционная матрицы вектора входных переменных x_j и взаимная корреляционная матрица вектора x_j и сигнала коррективы z_j , соответственно. В практических расчетах вместо $K_{x_j x_j}$ и $K_{x_j z_j}$ используются их оценки, вычисленные по имеющимся выборкам наблюдений.

После получения оценки $u_u(u)$, для каждой локальной модели M_j формируется вектор коррективов $Z^T = (z_1, \dots, z_m)$, который направляется по соответствующим каналам в подсистемы первого уровня для уточнения локальных моделей M_j , $j=1, \dots, m$. В подсистемах первого уровня определяются уточненные оценки коэффициентов локальных моделей, проводятся расчеты u_j . Результаты расчетов всех локальных моделей передаются на второй уровень для построения более точной глобальной модели. На втором уровне вычисляются параметры b_j , формируются m векторов z_j для коррективов моделей первого уровня. Затем следует корректировка.

После ряда таких итераций и обмена данными между нижним уровнем и верхним строится окончательная модель системы. Процесс нахождения окончательной модели, как показали расчеты, быстро сходится к одноуровневой модели (за 2-3 такта коррективов).

Модифицированный алгоритм построения двухуровневой модели

Выберем параметры модели верхнего уровня равными единице $b_j = b_j = 1$. Переменные считаем центрированными и нормированными. При этом модель

$$\text{верхнего уровня } y_u = \sum_{j=1}^m u_j, \quad (3)$$

а модели нижнего уровня для s -го цикла

$$u_j = C_j^T x_j, \quad j = 1, \dots, m, \quad (4)$$

$$C_j[s] = K_{x_j x_j}^{-1} K_{x_j z_j}[s]. \quad (5)$$

$$\text{Сигналы } z_j[s] = y - \sum_{i=1}^m u_i[s]. \quad (6)$$

Таким образом, в подсистемах нижнего уровня реализуется алгоритм (4)–(5), а алгоритм верхнего уровня очень простой и включает (3)–(6). Сравним с алгоритмом построения одноуровневой регрессионной модели вида

$y_u = \beta_m^T x$, $\beta_m = K_{xx}^{-1} K_{xy}$. В отличие от K_{xx}^{-1} , K_{xy} в системе с распределенной обработкой данных проводятся вычисления и обращение корреляционных матриц $K_{x_j x_j}^{-1}$, $j=1, \dots, k_j$, $\sum_{j=1}^m k_j = n_x$, существенно меньшей размерности чем K_{xx}

($k_j < n_x$).

Для любого цикла s при $j=1, \dots, m$ имеем

$$C_j[s] = K_{x_j x_j}^{-1} K_{x_j z_j}[s], \quad (7)$$

$$z_j[s] = y - \sum_{i=1}^m u_i[s-1], \quad u_j[s] = C_j^T[s] x_j, \quad y_u[s] = \sum_{j=1}^m u_j[s].$$

Сходимость двухуровневого алгоритма

Учитывая, что $K_{x_j x_j} = E\{x_j x_j^T\}$, после некоторых преобразований из (7)

$$\text{получаем } C_j[s] = K_{x_j x_j}^{-1} \left(K_{x_j y} - \sum_{i=1}^m K_{x_j u_i}[s-1] \right) = K_{x_j x_j}^{-1} \left(K_{x_j y} - \sum_{i=1}^m K_{x_j x_i} C_i[s] \right).$$

Аналогично для $(s+1)$ -го цикла имеем

$$C_j[s+1] = K_{x_j x_j}^{-1} \left(K_{x_j y} - \sum_{i=1}^m K_{x_j x_i} C_i[s] \right). \quad (8)$$

Если матрица K_{xx} является диагональной или блочно-диагональной, то сходимость обеспечивается за один цикл. Если матрица K_{xx} является полной, то скорость сходимости будет тем выше, чем матрица K_{xx} ближе к диагональной или блочно-диагональной. Тогда получаем $K_{xx} \beta = K_{xy}$, здесь K_{xx} — блочная матрица с блоками $K_{x_j x_j}$, а вектор β состоит из m векторов C_j меньшей

размерности. Алгоритм (8) реализует метод решения матричных алгебраических уравнений – модифицированный метод простой итерации и обеспечивает сходимость $C^T = (C_1^T, \dots, C_m^T)$ к вектору β при выполнении некоторых условий сходимости. Условия сходимости: $2D > K_{xx}$, $K_{xx} > 0$, где D – диагональная матрица, составленная из диагональных элементов K_{xx} , K_{xx} – симметричная матрица.

Достоинства алгоритмов двухуровневой идентификации и прогнозирования в системах с распределенными параметрами:

- вычисления K_{x,x_i} и K_{x_i,x_i}^{-1} проводятся один раз и сохраняются для последующих итераций;
- размерности каждой матрицы K_{x_i,x_i} существенно меньше размерности K_{xx} , что облегчает расчеты, связанные с обращением матриц большой размерности;
- нет необходимости вычислять полную блочно-диагональную матрицу K_{xx} , достаточно вычислить диагональные блоки матрицы;
- не требуется передавать по каналам связи большие массивы информации $\{x_i\}$ на другие рабочие станции (WS) – узлы обработки данных;
- возможно использование распределенной модели для прогнозирования после первой итерации, а последующие итерации уточняют модель;
- сходимость распределенной модели обеспечивается за несколько итераций.

Формализация и исследование задачи построения компьютерной модели прогноза уровня озера Иссык-Куль

Рассмотрена задача построения регрессионных математических моделей, связывающих изменения уровня озера Иссык-Куль с состояниями в предыдущие годы и внешними климатическими факторами, а также использования математических моделей для прогнозирования, которые базируются на данных многолетних наблюдений Кыргызгидромета (средневзвешенный уровень озера и количество осадков за гидрологический год). Для выходной зависимой переменной $q[s]$ (уровень озера в s -ом году) проведен анализ с целью определения отклонения $e = e[s]$ переменной $q[s]$ от линейного тренда и оценки, в том числе и визуальной зависимости уровня от осадков. Предварительно была построена линейная модель тренда уровня $q[s] = f(s)$.

Структура модели для прогноза уровня озера следующая: M1 – модель влияния осадков – входов $x[s]$, ..., $x[s-m]$ с соответствующими весовыми коэффициентами; M2 – модель самовыравнивания по выходу со взвешенными коэффициентами; M3 – интегральная модель влияния других внешних воздействий и факторов, например, изменения климата. Общий вид математической модели следующий:

$$q[s] = f(q_{s-1}^{s-1}, x_{s-m}^s, u_s, C),$$

где $q_{s-1}^{s-1} = (q[s-1], q[s-2], \dots, q[s-k])^T$ – вектор значений уровня в различные годы от $s-1$ до $s-k$, т.е. с различным запаздыванием от 1 до k лет; $x_{s-m}^s = (x[s], x[s-1], \dots, x[s-m])^T$ – вектор значений осадков в различные моменты времени от $s-1$ до $s-m$; u_s – вектор внешних воздействий в s -ый момент времени; C – вектор настраиваемых коэффициентов модели; s – дискретное время с интервалом квантования в один год; k – глубина памяти по выходу; m – глубина памяти по входу.

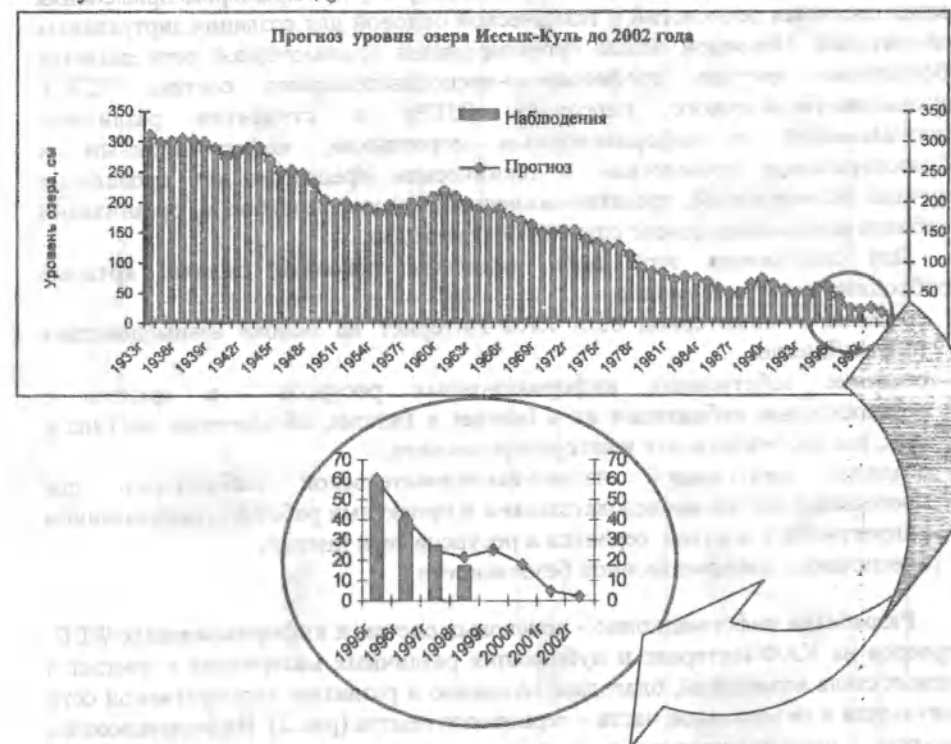


Рис. 1. Сравнение фактических данных и результатов прогноза по модели, построенной в 1996 г.

Модель долгосрочного прогноза, как это принято при моделировании больших систем, выбрана иерархической, двухуровневой, и сформирована она в виде комбинации моделей, описанных выше. Полученные результаты моделирования и прогнозирования могут быть полезными при расчете будущих смещений береговой линии, при планировании развития курортной зоны, строительства на побережье озера и т.д. На базе построенной модели выполнен долгосрочный прогноз изменения уровня озера до 2002 г. (рис.1). Результаты прогноза динамики береговой линии наглядно представлены с помощью геоинформационных систем в компьютерной сети КАФ-Интернет и могут быть использованы в дальнейшем для проведения анализа и мониторинга уровня озера Иссык-Куля.

Глава 3. Сеть Intranet/Internet Кыргызско – Американского факультета компьютерных технологий и Интернет

Созданная и развивающаяся по спиральной модели корпоративная компьютерная сеть Кыргызско - Американского Факультета компьютерных технологий и Интернет (КАФ-Интернет) Института интеграции международных образовательных программ Кыргызского государственного национального университета (ИИМОП КГНУ) служит примером применения вышеописанных технологий и технической основой для создания виртуальных лабораторий. Основной целью проектирования компьютерной сети является обеспечение доступа профессорско-преподавательского состава (ППС), инженерно-технического персонала (ИТР) и студентов различных специальностей к информационным источникам, информационным и образовательным технологиям и техническим средствам для проведения научных исследований, проектно-исследовательских разработок, организации учебного процесса на основе современных методик.

Для достижения этой цели выделены основные задачи, которые необходимо решить, а именно:

- создание компьютерной сети КАФ-Интернет на основе взаимодействия Intranet/Internet,
- создание собственных информационных ресурсов и архивов с возможностью публикации их в Internet и Intranet, обеспечение доступа к ним, как свободного, так и авторизованного,
- создание виртуальной научно-исследовательской лаборатории для проведения научно-исследовательских и проектных работ с использованием коллективного доступа, сервисов и ресурсов сети Internet,
- обеспечение информационной безопасности.

Разработка информационно - поисковых систем и информационных WEB-серверов на КАФ-Интернет и публикация различных материалов в Internet и Intranet стала возможной, благодаря созданию и развитию корпоративной сети факультета и ее составной части – серверного центра (рис.2). Информационные ресурсы, представленные в электронном виде для размещения на информационных серверах и в базах данных, весьма разнообразны и включают материалы научного, учебного и справочного, познавательного и рекламного характера. Кроме того, выделяются ресурсы открытого и авторизованного доступа. На рис.3 приведена схема доступа к различным информационным ресурсам в системе КАФ-Интернет. Информационные ресурсы представлены различными базами данных и Web-серверами, созданных на основе Web/Database технологий. Стрелки на схеме указывают на права и возможности доступа к тем или иным информационным ресурсам различных групп пользователей. К ресурсам виртуальной лаборатории имеют доступ только лица, определенные в базе пользователей лаборатории. К открытым информационным ресурсам доступ обеспечивается с любого компьютера как локальных сетей ИИМОП, так и Internet.

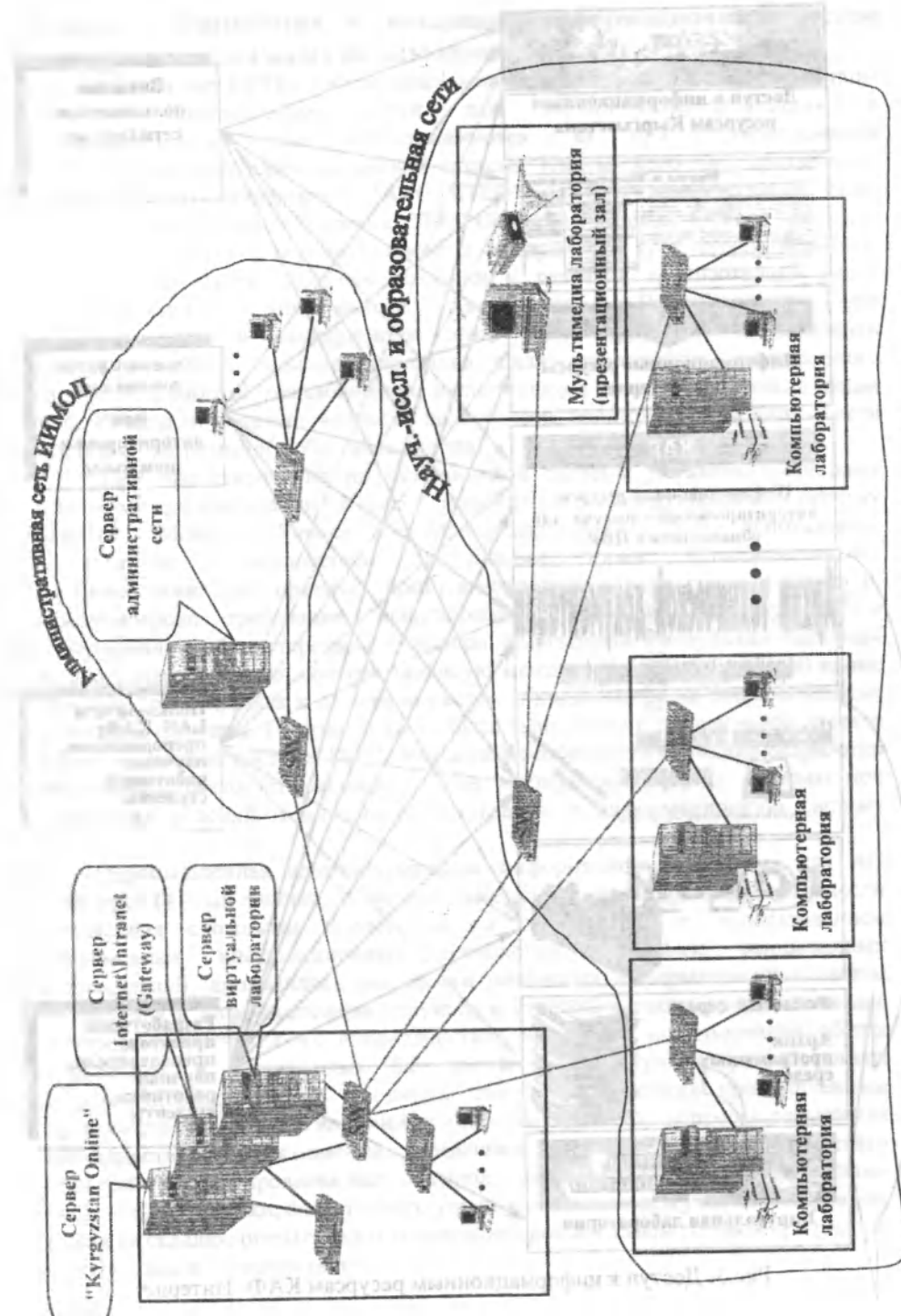


Рис 2. Корпоративная сеть КАФ- Интернет, на базе технологий Internet/ Intranet



Рис.3. Доступ к информационным ресурсам КАФ- Интернет

Глава 4. Разработка и внедрение информационных систем различного назначения на базе компьютерных сетей

Применение ССПП (спиральных моделей), а также эволюция и этапы развития компьютерных сетей для научно-исследовательских и образовательных целей прослеживаются: а) при проектировании административной информационной системы Кыргызского государственного национального университета (АИС КГНУ) на базе корпоративной сети, создаваемой в рамках проекта TEMPUS/TACIS «Реконструкция системы управления КГНУ», осуществляемой в содружестве трех стран: Франции, Италии, Кыргызстана, б) при создании и развитии компьютерных сетей Международного университета Кыргызстана. Разработанные при проектировании и эксплуатации этих сетей принципы и методики централизованного администрирования дали возможность оптимального управления работой пользователей, использования ресурсов Internet, а также способствовали решению вопросов целостности, надежности и защищенности систем и программного обеспечения узла.

При проектировании информационной системы управления органами городской администрации г.Каракол, выполненной по международному проекту USAID - Municipal Finance and Management (MFM), была использована методология, отличающаяся следующими тремя принципиальными особенностями: а) принята прототип-ориентированная методология, б) предусмотрено требование: использовать, наряду с существующей и утвержденной Министерством финансов Кыргызской Республики системой классификации, новую, соответствующую международной практике, в) кроме функций, относящихся к I очереди системы, предусмотрены дополнительные режимы и функции, которые должны быть выполнены в рамках всего проекта информационной системы MFM. Указанные особенности методики разработки обеспечили: резкое сокращение сроков разработки, гибкость системы при изменении условий, возможность интеграции в информационную систему MFM.

Промышленная административная информационная система для АО «Илбирс» (4 - ый филиал, 1994г.) создавалась для повышения эффективности управления сложными процессами на предприятии с использованием современных информационных технологий. На базе выполненных исследований, проводились разработки различных информационных систем управления и информатизация структур и отделов, а также прорабатывались вопросы обеспечения их взаимодействия на основе использования общих справочных и оперативных баз данных и интеграции разработанных информационных систем в единую систему управления промышленным предприятием. Основное внимание концентрировалось на вопросах повышения наглядности и эффективности управления в сфере финансовой политики предприятия, планирования выпуска продукции в соответствии с требованиями рыночной экономики, оперативного управления запасами и учетом материалов, сырья на складах, оперативного управления производством готовой продукции, ее качеством и ассортиментом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе решена задача разработки методики построения информационных систем с сетевой структурой и создания виртуальных лабораторий для научно-исследовательских и образовательных целей на основе системного структурного подхода с прототипированием (ССПП) и Internet/Intranet технологий, формализованного структурного описания и применение методики ССПП в практике исследований и создания ряда прикладных информационных систем с распределенной обработкой данных.

Основные результаты работы:

1. На основе введенного определения виртуальной лаборатории как компьютерной многопользовательской информационной системы с распределенной обработкой данных при удаленном доступе пользователей сформулированы основные цели виртуальной лаборатории, признаки и принципы ее функционирования. Предложена функционально-структурная схема лаборатории для разработки и исследования информационных систем. Рассмотрены вопросы технического, методического и программного обеспечения виртуальной лаборатории.
2. Предложена методика создания виртуальных лабораторий для научно – исследовательских и образовательных целей, основанная на развитии системного структурного подхода с прототипированием применительно к исследованию и проектированию информационных систем на базе сетевых технологий.
3. Развита методика построения виртуальных лабораторий в корпоративных компьютерных сетях, которая позволяет проводить исследования и разработки современных компьютерных информационных систем, применять эффективные средства авторизованного доступа и методы защиты, способствовать формированию высокопроизводительного коллектива разработчиков, обеспечивать тесное взаимодействие между ними для совместной работы над исследовательскими проектами.
4. Развита и применен язык логических схем алгоритмов (ЛСА) для новой предметной области - формализованного структурного описания процедур создания и развития компьютерных информационных систем.
5. Получено с применением языка ЛСА формализованное описание системного структурного подхода с прототипированием в задачах проектирования и развития информационных систем на базе компьютерных сетей.
6. Предложен алгоритм двухуровневой идентификации и построения прогнозирующих моделей в компьютерных системах с распределенной обработкой данных. Дано структурное описание общего алгоритма на языке ЛСА и детальное математическое описание алгоритма идентификации двухуровневой регрессионной модели в компьютерных системах с

распределенной обработкой данных. Исследована задача сходимости алгоритма идентификации двухуровневой регрессионной модели, доказана его сходимость.

7. Построена математическая модель прогноза уровня озера Иссык-Куль на основе данных многолетних наблюдений. Выполнен долгосрочный прогноз уровня озера Иссык-Куль .
8. Создана корпоративная компьютерная сеть Кыргызско-Американского факультета на основе системного структурного подхода с прототипированием на базе технологий Internet/Intranet, которая включает научно-исследовательскую сеть с виртуальной лабораторией, образовательную и административную сети.
9. Теоретические результаты были использованы при выполнении международных проектов TEMPUS/TACIS по реконструкции системы управления Кыргызским государственным национальным университетом и USAID по созданию «Информационной системы финансового контроля мэрии г.Каракол», а также при проектировании компьютерных сетей для научно-исследовательских и образовательных целей в Международном университете Кыргызстана и при разработки промышленной административной информационной системы для АО «Илбирс» на базе компьютерной сети.

ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Живоглядов В.П., Ямпольская С.А. О создании виртуальных лабораторий для разработки и исследования компьютерных информационных систем //Известия НАН КР, – Бишкек, 1999. – № 3-4. – С.9-17
2. Ямпольская С.А. Создание компьютерных сетей на базе Интернет/Интранет для научных исследований и образования //Современные технологии образования в высшей школе. Сб. докладов научно-практической конференции, посвященной 65-летию КГУ и 5-летию КГНУ. – Бишкек, 1999. – Часть 1. – С. 257-265
3. Ямпольская С.А. Виртуальные лаборатории и принципы их создание на современном этапе развития телекоммуникационных технологий //Современные технологии образования в высшей школе, Сб. докладов научно-практической конференции, посвященной 65-летию КГУ и 5-летию КГНУ. //«Современные технологии образования в высшей школе», Бишкек, 1999. – Часть 2. – С. 248-254
4. Ямпольская С.А. Об использовании Internet в современных условиях // Современные технологии образования в высшей школе, Сб. докладов научно-практической конференции, посвященной 65-летию КГУ и 5-летию КГНУ. //«Современные технологии образования в высшей школе». -Бишкек, 1999. – Часть 2. – С.263-268

5. Живоглядов В.П., Ямпольская С.А. Введение в Internet. Бишкек: Изд-во ИИМОП КГНУ, 1998. – 109 с.
(<http://is.kaf-i.kg/contents/scholmaterials/elmaterials/infotech/internet/index.htm>)
6. Живоглядов В.П., Ямпольская С.А. Методология и опыт создания компьютерных сетей для исследовательских и образовательных целей //«Вестник КГНУ», Юбилейный выпуск. – Бишкек, 1998. – С.76-85
7. Valery P. Zhivoglyadov, Svetlana A. Yampolskaya and Vitaliy A. Kuznetsov Research and Academic Computernet of the International University of Kyrgyzstan and its Applications. International Conference of Informatics and Control, Proceedings, ICI&C '97, St. Petersburg, Russia, 1997, Volume 1 of 3, pages 251-258.
8. Живоглядов В.П., Хейфец М.Н., Ямпольская С.А. Компьютерное моделирование и прогнозирование уровня озера Иссык-Куль //Эхо науки, Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – Бишкек, 1997, – №4. – С. 115-122 (<http://echo.online.kg>)
9. Живоглядов В.П., Узакбаев К.Э., Ямпольская С.А. Особенности алгоритмов и программного обеспечения АСУ ТП производства шихты //Опыт разработки и внедрения математического, программного и информационного обеспечения АСУ технологическими процессами. – Выпуск 3. (часть 2). Тезисы к конференциям и совещаниям. – М.: ИНИИЭИ приборостроения, 1984, –С. 37-38
10. Цупко А.И., Ямпольская С.А. К вопросу о применении регрессионных моделей в АСУ ТП помола сырья //Адаптивное управление большими системами. – Фрунзе: Илим, 1981. – С. 139-144.
11. Живоглядов В.П., Тултемирова Е.Ш., Ямпольская С.А. О синтезе двухуровневых алгоритмов идентификации и управления стохастическими объектами //Перспективы и опыт внедрения статистических методов в АСУ ТП. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. – Смоленск, 1981.
12. Живоглядов В.П., Ямпольская С.А. Многоуровневая идентификация больших систем //Обработка информации и принятие решений в условиях неопределенности. – Фрунзе: Илим, 1980, С. 57-65
13. Живоглядов В.П., Сивеева О.М., Ямпольская С.А. Статистическая обработка информации в интегрированных АСУ производством //Обработка информации и адаптация в АСУ технологическими процессами. – Фрунзе: Илим, 1979. – С. 3-12

РЕЗЮМЕ

Internet/Intranet технологияларынын баазасында бир катар прикладдык маалымат системаларын түзүү жана изилдөө тажрыйбасында прототиптештирилген системалык түзүлүштөгү жолду (ПСТЖ) – колдонуу, формалдаштыруу, алгоритмдештирүү, илим-изилдөө жана билим берүү максатында тутумдаш түзүлүштөгү маалымат системаларын жана виртуалдык лабораторияларын түзүү методикасын иштеп чыгуу маселеси ПСТЖнын негизинде чечилди.

Алгоритмдердин логикалык схемалар (АЛС) тили колдонулуп ПСТЖнын формалдаштырылган сүрөттөлүшү алынды. Эки деңгээлдеги идентификациянын алгоритми жана компьютердик системаларда алдын ала маалымдоочу моделдердин түзүлүшү сунуш кылынды. Анын бири-бирине дал келиши далилденди.

Ысык-Көлдүн деңгээлин алдын ала маалымдоо маселесинин компьютердик модели түзүлүп, көп жылдык байкоолордун негизинде анын идентификациясы жүргүзүлдү. 2002 жылга чейинки узак мөөнөткө Ысык-Көлдүн деңгээлин алдын ала маалымдоо иши аткарылды.

ПСТЖ КМУУнун Эл аралык билим берүү программаларын интеграциялоо институтунун Кыргыз-Америка факультетинде Internet/Intranet компьютердик тутумдарын түзүп өркүндөтүүдө колдонулду. Ага административдик жана билим берүү компьютердик тутумдары, маалымат издөөчү системалар, КАФ-Интернеттин Web-сервери, Internet/Intranet компьютердик маалымат системаларын иштеп чыгуу, өнүктүрүү жана изилдөө үчүн виртуалдык лабораториялар кирет.

Изилдөөлөрдүн айрым жыйынтыктары эл аралык TEMPUS/TACIS, USAID долбоорлорунда, ошондой эле Кыргызстан Эл аралык Университетинде билим берүү жана илим-изилдөө компьютердик тутумдарын түзүүдө, «Каракол шаарындагы акимчиликтин финансылык текшерүү иштеринин маалымат системаларын», «Ишканаларды башкаруучу интегралдуу маалымат системаларын» түзүүдө колдонулду.

ABSTRACT

The problem of elaboration on the base of system structured approach with the prototyping (SSAP) techniques of construction of virtual laboratories and information network systems for research and educational purposes, formalization, algorithmization and using SSAP for study practice and producing of some applied information systems on the Internet/Intranet - based technologies was solved.

The formalized description of the system structured approach with the prototyping was received by using of language of the logical schemes of algorithms (LSA). Algorithm of two-level identification and construction of forecasting models in computer systems with distributed data processing was proposed and its convergence was proved.

Computer model in the problem of forecast of Issyk-Kul lake water level was worked out and its identification for many year observations was conducted. Long-term forecast of Issyk-Kul lake water level year was executed.

The system structured approach with prototyping was applied for establishing and developing the computer Internet/Intranet network of Kyrgyz-American Faculty in IEIPI at KNSU. This network includes the virtual laboratory for research, elaboration and computer information system development and in the Internet/Intranet environment, information-search systems and WEB information servers of the KAF-Internet, as well as educational and administrative computer networks.

Some results of studies were used in the international projects such as TEMPUS/TACIS, USAID, as well as for establishing of the research and educational computer network of the International university of Kyrgyzstan, «Information system of financial control for the Karakol city administration» and «Integrated control management information system for the enterprise».