

**Набиева Гулназ Социалевна**

**БЛОЧНО-СИММЕТРИЧНЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

**Автореферат**

Диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Республика Казахстан  
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева

<b>Научный руководитель:</b>	доктор технических наук, профессор Казиев Г.З.
<b>Официальные оппоненты:</b>	доктор технических наук, профессор Абдикаликов К.А.  кандидат технических наук Жантасова Ж.З.
<b>Ведущая организация:</b>	Казахстанско-Британский технический университет

Защита состоится 9 декабря 2010 г. в 16-00 ч. на заседании объединенного диссертационного совета ОД 14.13.03 при Казахском национальном техническом университете им. К.И.Сатпаева по адресу: Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева 22, нефтяной корпус, конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева.

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета ОД 14.13.03,  
доктор технических наук

Б.Х.Айтчанов

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Повсеместная разработка и внедрение новых информационных и инновационных технологий в различные сферы и отрасли жизнедеятельности и рост потребностей в комплексной автоматизации организаций, предприятия и фирм обуславливает резкое возрастание объемов работ по созданию и внедрению систем обработки данных (СОД), к качеству и эффективности которых предъявляются все более высокие требования. Поэтому необходима высокоэффективная технология проектирования, позволяющая создавать системы различной сложности, уровня и назначения в сжатые сроки при минимальных затратах труда.

Традиционные технологии проектирования систем ориентированы на последовательную разработку, т.е. вначале проводится изучение и системный анализ организации, для которой создается СОД; формируются требования к автоматизированной системе; осуществляется ее декомпозиция, разрабатывается технический проект системы в целом и отдельных ее подсистем. Затем приступают к рабочему проектированию системы, т.е. разработка программного и информационного обеспечений, проводится отладка программного обеспечения, а также опытная эксплуатация и модификация созданной системы.

Следуя такой технологии, разработчики СОД в последние годы сталкиваются с проблемами, возникающими из-за динамизма существующего общества. Пока создается СОД, организация приспосабливается к условиям меняющегося делового мира, и разработанная для него система оказывается устаревшей. Поэтому создание современных СОД должно базироваться на новых положениях, при реализации которых вместо одного длительного цикла разработки всей системы будет существовать несколько коротких циклов разработки для системы в целом и для ее подсистем. При этом должны быть получены не уникальные промышленные, а потребительские изделия быстро и по умеренной цене.

Одним из подходов проектирования эффективных и качественных систем обработки данных является разработка формализованных моделей и методов оптимального синтеза программного и информационного обеспечения модульных систем обработки данных. Автоматизация технического проектирования оптимальных по заданным критериям систем обработки данных значительно повышает эффективность и качество создаваемых систем, сокращает сроки разработки и внедрения систем в эксплуатацию на 30 – 50% по сравнению с традиционным индивидуальным проектированием.

Поэтому задачи разработки новых подходов, формализованных моделей и методов, алгоритмов и программных средств проектирования систем обработки данных являются актуальными.

**Цель исследований.** Целью диссертационной работы является разработка и исследование блочно-симметричных моделей, методов и алгоритмов проектирования эффективных систем обработки данных, обеспечивающих создание систем на этапе технического и рабочего проектирования.

**Методы исследования.** В процессе постановки и решения задач исследования использованы методы системного анализа, теории графов, теории матриц, дискретного программирования.

**Научная новизна результатов исследования:**

– разработан комплекс взаимосвязанных моделей и методов проектирования систем обработки данных, сформулированных, в отличие от известных, как задачи нового класса - блочно-симметричные задачи;

– сформулирована общая блочно-симметричная дискретная задача проектирования систем обработки данных;

– впервые поставлена и решена задача декомпозиции функциональных задач и информационных ресурсов, которая решается на этапе технического проектирования систем обработки данных.

– построена модель синтеза модульных блок-схем обработки данных, реализуемая на этапе рабочего проектирования систем;

– впервые сформулирована и решена многокритериальная блочно-симметричная задача проектирования модульных блок-схем обработки данных.

– Разработан эффективный алгоритм итеративных отображений решения блочно-симметричных задач.

**Достоверность полученных результатов.** Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы строгими математическими методами, результатами вычислительных экспериментов и внедрены на предприятиях и в организациях.

**Практическая ценность.** Разработанные в диссертации комплекс моделей и методов, алгоритмов и программных средств использованы при проектировании систем обработки данных на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате, в Комитете по информатизации и связи, а также внедрены в учебный процесс.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

На защиту выносятся следующие положения:

1. Новый подход и общая постановка блочно-симметричной дискретной задачи проектирования систем обработки данных.

2. Постановка задачи декомпозиции систем обработки данных на кластеры функциональных задач и информационных ресурсов.

3. Постановка задачи синтеза модульных блок-схем обработки данных, а также постановки частных задач проектирования модульных блок-схем.

4. Постановка многокритериальной блочно-симметричной задачи разработки модульной блок-схемы обработки данных.

5. Новые эффективные алгоритмы решения дискретных блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных.

**Внедрение результатов диссертационного исследования.** Исследования, выполненные в работе, проводились в соответствии с планом госбюджетных работ кафедры «Вычислительная техника» КазНТУ им. К.И.Сатпаева, г. Алматы, грантом программы фундаментальных исследований МОН РК: по теме 0100РК00633 - «Разработка и исследование блочно-симметричных моделей и методов проектирования модульных систем обработки» и по теме 0101РК00696 - «Разработка технического задания информационной системы «Введение государственного регистра информационно-телекоммуникационных систем» в части определения функциональных требований, состава сведений и их классификаций необходимые для ведения регистра».

Результаты работы внедрены в процессе проектирования систем обработки данных в подразделениях Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината и в Комитете по информатизации и связи, а так же использованы при разработке лабораторных работ и лекционных занятий в КазНТУ имени К.И.Сатпаева.

Акты внедрения приведены в приложении.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на международных конференциях и конференциях Республики Казахстан: научная конференция магистрантов и аспирантов «Наука и творчество молодых: опыт, проблемы, перспективы» (Усть-Каменогорск, 2001г), международная конференция «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» (Алматы, 2003, часть II, IV), международная научно-практическая конференция «Состояние, проблемы и задачи информатизации в Казахстане» (Алматы, 2004), республиканская научно-практическая конференция «Молодежь и информационные технологии» (Актау, 2009), международная научно-методическая конференция «Актуальные проблемы естественно-научных дисциплин» (Алматы, 2010), а

также научных семинарах кафедр «Техническая кибернетика» и «Вычислительная техника».

**Публикации.** Научные результаты исследований опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в изданиях, рекомендованных для публикации положений диссертации – 4 работы. В научных журналах опубликовано 4 работы, в материалах научных конференций – 8 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников 147 наименований, 13 рисунков, 2 таблиц и двух приложений.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении обоснована актуальность исследуемой темы, сформулированы основная цель и постановка задач исследования. Приведены научная новизна, практическая ценность и апробация полученных результатов.

**В первом разделе** проведен анализ формализованных моделей и методов проектирования модульных систем обработки данных (МСОД). Рассмотрены задачи предпроектного анализа предметной области, формирования исходных данных для проектирования систем обработки данных. Как правило, поставленные задачи сведены к задачам дискретного программирования, которые сложны и не часто позволяют решать задачи большой размерности. В разделе приведен краткий обзор моделей и методов решения задач дискретного программирования (ДП).

На основе проведенного анализа моделей и методов проектирования СОД сформулированы задачи исследования.

Необходимо разработать взаимосвязанный комплекс моделей и методов, алгоритмов и программ формализованного проектирования систем обработки данных, включающий следующие задачи:

- разработать общую блочно-симметричную модель проектирования систем обработки данных;
- сформулировать и решить задачу декомпозиции систем обработки данных на кластеры функциональных задач и исходных документов;
- разработать методы синтеза модульных блок-схем обработки данных;
- разработать многокритериальные блочно-симметричные модели и методы проектирования модульных блок-схем обработки данных;
- разработать подход, эффективные методы, алгоритмы решения блочно-симметричных задач и программное обеспечение.

**Во втором разделе** разработан общий подход постановки и решения блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных. Рассмотрены особенности и свойства данного класса задач.

Сформулирована задача декомпозиции систем обработки данных на кластеры прикладных (функциональных) задач и исходных документов в виде блочно-симметричной задачи дискретного программирования. Задача решается на этапе технического проектирования систем обработки данных. С использованием результатов этой задачи поставлена задача проектирования модульных блок-схем обработки данных, обеспечивающая разработку прикладного программного обеспечения и базы данных, на этапе рабочего проектирования.

Сформулированы также частные задачи проектирования модульных блок-схем обработки данных.

Рассмотрим общую постановку блочно-симметричных задач дискретного программирования.

**Постановка задачи.** Пусть задано множество объектов  $A = \{a_i; i = \overline{1, I}\}$  и множество объектов  $B = \{b_j; j = \overline{1, J}\}$  с элементами различных типов, а также взаимосвязи между элементами этих множеств, которые определяются матрицей

$$W = \|\omega_{ij}\|, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J},$$

элементы которой целочисленные и булевы. Необходимо объединить элементы множества  $A$  в непересекающиеся подмножества  $A_n, n = \overline{1, N}$ , а элементы множества  $B$  - непересекающиеся подмножества  $B_m, m = \overline{1, M}$ , таким образом, чтобы доставить экстремум целевой функции  $F(A_n, B_m)$ .

Для формализованной постановки задачи введем следующие переменные. Пусть  $X = \|x_{in}\|, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$  - булева матрица, где  $x_{in} = 1$ , если  $i$ -й элемент распределяется в  $n$ -ю группу,  $x_{in} = 0$  в противном случае. Аналогично,  $Y = \|y_{jm}\|, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}$ , где  $y_{jm} = 1$ , если  $j$ -й элемент распределяется в  $m$ -ю группу и  $y_{jm} = 0$ , в противном случае. В общем случае матрицы переменных  $X$  и  $Y$  могут быть целочисленными.

Определим на множестве  $A \times B$  функцию  $F(X, Y)$ , зависящую от распределения элементов множеств  $A$  и  $B$  по подмножествам  $A_n$  и  $B_m$ . Соответственно, на множестве  $A$  - функции  $\varphi_k(X), k = \overline{1, K}$ , а на множестве  $B$  - функции  $\psi_s(Y), s = \overline{1, S}$ , определяющие ограничения на множествах  $A$  и  $B$ .

Блочнo-симметричная задача дискретного программирования формулируется следующим образом:

$$F(X, Y) \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

при ограничениях

$$\varphi_k(X) \leq \varphi_{k0}, \quad k = \overline{1, K} \quad (2)$$

$$\psi_s(Y) \leq \psi_{s0}, \quad s = \overline{1, S} \quad (3)$$

В множестве ограничений (2) и (3) в зависимости от постановок задач знаки неравенств могут меняться на противоположные.

В общем случае двухиндексные матрицы переменных  $X$  и  $Y$  и заданная матрица  $W$  могут быть целочисленными.

Рассмотрим задачу при условии, когда переменные  $X$ ,  $Y$  и  $W$  - булевы матрицы. В качестве функции  $F(X, Y)$  часто используют функцию вида  $F(Z)$ , где

$$Z = XWY \quad (4)$$

Рассмотрим выражение (4), которое представляет собой произведение матриц переменных  $X$  и  $Y$  и заданной матрицы  $W$ , на которой определена целевая функция. В отличие от традиционных постановок задач дискретного программирования, в данной постановке имеются два типа переменных  $X$  и  $Y$ , переменные  $X$  и  $Y$  симметричны относительно заданной матрицы  $W$ .

В задаче (1)-(3) можно выделить множество ограничений вида (2), которые зависят от переменной  $X$ , и множество ограничений вида (3), которые зависят от переменной  $Y$ .

Функционал вида  $F(X, Y)$  можно представить следующим образом:

$$F(p(X), g(Y)) \rightarrow \text{extr} \quad (5)$$

$$p(X) \rightarrow \text{extr} \quad (6)$$

$$\varphi_k(X) \leq \varphi_{k0}, \quad k = \overline{1, K} \quad (7)$$

$$g(Y) \rightarrow \text{extr} \quad (8)$$

$$\psi_s(Y) \leq \psi_{s_0}, \quad s = \overline{1, S} \quad (9)$$

В постановке задачи (5) - (9) выделим блок функции (6), (7), зависящий только от переменной  $X$ , и блок функций (8), (9), зависящий только от переменной  $Y$ , объединенных единым функционалом вида (5). Заметим, что в ряде постановок задач может быть блок ограничений вида

$$f_r(X, Y) \leq f_{r_0}, \quad r = \overline{1, R} \quad (10)$$

зависящий от переменных  $X$  и  $Y$ .

В этом случае можно выделить блок функционала цели вида (5), (10).

Отсюда следует определение.

**Определение 1.** Блочно-симметричной задачей дискретного программирования назовем задачу вида (5) - (9), где переменные  $X$  и  $Y$  и значения функций  $F(p(X), g(Y))$ ,  $p(X)$ ,  $g(Y)$  - целое, либо булевы.

Рассмотрим выражение (4), из него следует что переменные  $X$  и  $Y$  симметричны относительно заданной матрицы  $W$  и функция (4) может быть определена как слева направо, так и наоборот, т.е.

$$Z = XWY = YWX \quad (11)$$

На основе общей постановки определим основные свойства сформулированного класса задач, отличающие его от традиционных постановок задач дискретного программирования.

**Свойство 1.** В блочно-симметричной задаче имеется два типа переменных  $X$  и  $Y$  различного содержания, определенных как целочисленные (булевы) матрицы на заданной матрице  $W$ .

В общем случае переменных может быть и больше в зависимости от постановок задач.

**Свойство 2.** Блочность задачи заключается в выделении в постановке отдельных блоков функций вида (5), (10); (6), (7) и (8), (9), которые соответственно зависят от переменных  $X$  и  $Y$ .

Как видно из указанных соотношении каждый из блоков имеет свою целевую функцию и координируется общим функционалом вида (5).

**Свойство 3.** Блочно-симметричную задачу в большинстве случаев можно представить в матричной форме вида (11).

Матричная форма постановки блочно-симметричных задач позволяет использовать аппарат теории матриц и разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач этого класса.

**Свойство 4.** Симметричность задачи заключается в возможности вычисления (11) как слева направо, так и обратном направлении.

Указанные свойства и особенности блочно-симметричных задач ДП позволяют синтезировать алгоритмы, обеспечивающих решение практических задач большой размерности.

В ряде постановок задач функционал (1) можно представить в виде вектора функций  $F(f_k; k = \overline{1, K})$ . В этом случае формулируется многокритериальная блочно-симметричная задача дискретного программирования.

Анализ постановки, свойств и особенностей блочно-симметричных задач позволил разработать и предложить подход и схему метода решения общей задачи.

При проектировании систем обработки данных на этапе предпроектного анализа объектов определяется перечень прикладных задач обработки данных, подлежащих автоматизации, последовательность их решения, исходные документы, используемые для решения прикладных задач, характеристики прикладных задач и документов. Создание масштабных и сложных систем связано с большим числом прикладных задач и документов, которые необходимо анализировать, систематизировать и обрабатывать с

целью сокращения затрат и времени на проектирование систем обработки данных. При этом в зависимости от сложности систем, необходимо разделить её на слабосвязанные компоненты (кластеры прикладных задач и документов), чтобы в дальнейшем передать полученные компоненты различным группам разработчиков проекта. В процессе декомпозиции (разделения) множества задач на отдельные компоненты могут быть учтены квалификация и опыт специалистов, а также затраты и время проектирования. Поэтому декомпозиция прикладных задач и множества исходных документов является актуальной задачей, позволяющей разрабатывать эффективные системы обработки данных. Компоненты системы позволяют разработчикам тщательно провести анализ и изучение системы, определить взаимосвязи (интерфейс) с другими прикладными (функциональными) задачами, особенности и характеристики решаемых функциональных задач и документооборота.

Результатом данного этапа проектирования являются компоненты разрабатываемой СОД, в каждой из которых в последующем выделяются процедуры обработки данных и информационные элементы, устанавливаются взаимосвязи между ними, с целью разработки модульных блок-схем прикладного программного обеспечения и базы данных.

Рассмотрим постановку задачи декомпозиции сложных систем обработки данных на этапе технического проектирования.

Этап технического проектирования является наиболее сложным и длительным. На данном этапе формируется общая функциональная структура, состав и последовательность решения прикладных задач, структура прикладного программного обеспечения, структура базы данных, определяется общесистемное программное обеспечение проектируемой системы обработки данных.

При большом числе прикладных задач и сложном документообороте возникает необходимость декомпозиции системы на кластеры.

Под *кластером прикладных задач* понимается объединение задач в подмножества, а кластерами документов – объединение документов в подмножества и установление взаимосвязей между соответствующими подмножествами. Таким образом, разрабатываемая система может быть представлена в виде двудольного графа, вершинами верхнего уровня которого являются функциональные задачи, а вершинами нижнего уровня – документы используемые при реализации задач. Дуги двудольного графа отражают взаимосвязи между задачами и документами в процессе решения задач. Результатом декомпозиции системы является также двудольный граф, вершинами верхнего уровня которого являются кластеры функциональных задач, вершинами нижнего уровня кластеры исходных документов. Взаимосвязи между ними отражают интегрированные связи между кластерами. Опыт проектирования систем обработки данных и проведенные исследования показали, необходимость декомпозиции исходной системы, которая позволяет на этапе технического проектирования глубже проанализировать кластеры задач и документов, распараллелить объемы работ между проектировщиками, выделить процедуры обработки данных и информационные элементы для разработки прикладного программного обеспечения и базы данных СОД.

Поэтому в качестве критерия эффективности процесса декомпозиции исходной системы используем минимум информационных взаимосвязей между кластерами задач и документов.

Для математической постановки задачи декомпозиции системы введём следующие переменные и обозначения.

Пусть,  $X = \|x_{mi}\|$ ,  $m = \overline{1, M}$ ,  $i = \overline{1, I}$  - переменная отражающая распределенные  $i$ -ой прикладной задачи в  $m$ -ой кластер (группу) задач. В данном случае

$$x_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{ая прикладная задача распределяется в } m - \text{й кластер,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$



Аналогично введём переменную

$$Y = \|y_{jn}\|, n = \overline{1, N}, j = \overline{1, J}, \text{ где}$$

$$y_{jn} = \begin{cases} 1, \text{ если } j\text{-й документ распределен в } n\text{-й кластер документов,} \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

В ряде случаев на данном этапе определяются характеристики задач и документов.

Введем  $t_i$  - время разработки  $i$ -ой задачи,  $v_j$  - объем  $j$ -ого документа,  $c_{ij}$  - общая стоимость разработки  $i$ -ой задачи и  $j$ -ого документа,  $\tau_j$  - время разработки и подготовки  $j$ -го документа,  $c_i$  - стоимость разработки  $i$ -ой задачи,  $s_j$  - стоимость подготовки  $j$ -ого документа.

Пусть,  $A = \{a_i, i = \overline{1, I}\}$  и - множество прикладных задач обработки данных, подлежащие автоматизации;  $B = \{b_j, j = \overline{1, J}\}$  - множество исходных документов, используемое для решения прикладных задач. Задана, матрица  $W = \|\omega_{ij}\|, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$ , где  $\omega_{ij} = 1$ , если  $j$ -й исходный документ используется для решения  $i$ -ой прикладной задачи системы и  $\omega_{ij} = 0$ , в противном случае.

Необходимо разбить систему на подмножества прикладных задач и используемых ими документов таким образом, чтобы минимизировать взаимосвязи между кластерами прикладных задач и документов в процессе проектирования СОД.

Определим дополнительные переменные следующим образом:

$$\alpha_{mj} = \begin{cases} 1, \text{ если } \sum_{i=1}^I x_{mi} \omega_{ij} \geq 1, \\ 0, \text{ если } \sum_{i=1}^I x_{mi} \omega_{ij} = 0. \end{cases}$$

Данная переменная отражает использование  $j$ -го документа для решения задач  $m$ -го кластера.

$$\beta_{in} = \begin{cases} 1, \text{ если } \sum_{j=1}^J \omega_{ij} y_{jn} \geq 1, \\ 0, \text{ если } \sum_{j=1}^J \omega_{ij} y_{jn} = 0. \end{cases}$$

Переменная  $\beta_{in}$  отражает использование в процессе решения  $i$ -ой задачи  $n$ -го кластера документов.

Взаимосвязи между кластерами прикладных задач и документов определяются из выражения:

$$\gamma_{mn} = \begin{cases} 1, \text{ если } \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \alpha_{mj} \beta_{in} \geq 1, \\ 0, \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \alpha_{mj} \beta_{in} = 0. \end{cases}$$

Задачу декомпозиции СОД сформулируем следующим образом.

Необходимо минимизировать функцию вида

$$\min \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N x_{mi} \omega_{ij} y_{jn}. \quad (12)$$

При ограничениях на:

- включение каждой прикладной задачи только в один кластер

$$\sum_{m=1}^M x_{mi} = 1, \quad i = \overline{1, I}; \quad (13)$$

- включение документа только в один кластер документов

$$\sum_{n=1}^N y_{jn} = 1, \quad j = \overline{1, J}; \quad (14)$$

- время разработки каждого кластера задач

$$\sum_{i=1}^I t_i x_{mi} + \sum_{j=1}^J \tau_j \alpha_{mj} \leq T_m, \quad m = \overline{1, M}; \quad (15)$$

- стоимость проектирования каждого кластера задач

$$\sum_{i=1}^I c_i x_{mi} + \sum_{j=1}^J s_j \alpha_{mj} \leq R_m, \quad m = \overline{1, M}; \quad (16)$$

- число прикладных задач в кластере

$$\sum_{i=1}^I x_{mi} \leq \rho_0, \quad m = \overline{1, M}; \quad (17)$$

- число исходных документов в кластере

$$\sum_{j=1}^J y_{jn} \leq g_0, \quad n = \overline{1, N}. \quad (18)$$

Поставленная задача относится к блочно-симметричным задачам дискретного программирования. Для её решения разработан и предложен эффективный алгоритм позволяющий решать задачи большой размерности.

**Определение 2.** Модульной блок-схемой обработки данных будем называть совокупность процедур, объединенных в модули и множество информационных элементов, объединенных в массивы (таблица) данных с отображением интегрированных связей между модулями и массивами.

Модульная блок-схема позволяет автоматизировать процесс программирования прикладных задач и создания базы данных и сократить затраты и длительность разрабатываемых систем.

На этапе рабочего проектирования наиболее общим критерием синтеза оптимальных блок-схем модульных СОД является их сложность, которая на логическом уровне измеряется числом информационных взаимосвязей между программными модулями и массивами базы данных. При синтезе блок-схемы должны быть учтены основные характеристики и ограничения систем управления базами данных и вычислительных средств, на которых предполагается эксплуатация создаваемого программного и информационного обеспечения.

Рассмотрим задачу синтеза модульной блок-схемы системы обработки данных, минимизирующей общее число связей между модулями и файлами базы данных.

Для постановки задачи введем следующие обозначения. Пусть,  $P = \{p_r; r = \overline{1, R}\}$  - множество процедур обработки данных для решения прикладных задач системы;  $D = \{d_l; l = \overline{1, L}\}$  - множество информационных элементов, необходимых для реализации процедур из множеств  $P$ . На множестве  $P \times D$  введем отношение  $W$ , определяемое матрицей  $|w_{rl}|$ , где

$$w_{rl} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-ый информационный элемент необходим для реализации } r\text{-й} \\ & \text{процедуры,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Необходимо синтезировать модульную блок-схему СОД путем распределения множества процедур по модулям обработки данных, множества информационных элементов – в логическую структуру базы данных и установить оптимальные взаимосвязи

между модулями и логической структурой базы данных, минимизирующих число взаимосвязей между компонентами блок-схемы.

Введем следующие переменные:

$$x_{vr} = \begin{cases} 1, & \text{если } r\text{-ая процедура обработки данных распределяется в состав } v\text{-го} \\ & \text{модуля;} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

$$y_{lf} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-ый информационный элемент распределяется в } f\text{-й логический} \\ & \text{массив базы данных;} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Введем вспомогательные переменные:

$$\pi_{vl} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{r=1}^R x_{vr} \omega_{rl} \geq 1, \\ 0, & \text{если } \sum_{r=1}^R x_{vr} \omega_{rl} = 0. \end{cases}$$

Переменная отражает использование  $l$ -го информационного элемента  $v$ -м модулем, т.е. если хотя бы один информационный элемент обрабатывается  $r$ -ой процедурой, включенной в состав  $v$ -го модуля, то данный элемент также обрабатывается этим модулем.

$$q_{rf} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{l=1}^L \omega_{rl} y_{lf} \geq 1; \\ 0, & \text{если } \sum_{l=1}^L \omega_{rl} y_{lf} = 0. \end{cases}$$

Переменная отражает использование  $f$ -го массива данных  $r$ -ой процедурой, т.е. если процедура использует хотя бы один информационный элемент, включенный в состав  $f$ -го массива данных, то данная процедура использует этот массив.

Переменную отражающую взаимосвязь между модулями блок-схемы и массивами базы данных можно определить следующим образом:

$$z_{vf} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{r=1}^R x_{vr} q_{rf} \geq 1, \\ 0, & \text{если } \sum_{r=1}^R x_{vr} q_{rf} = 0; \end{cases}$$

либо,

$$z_{vf} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{l=1}^L \pi_{vl} y_{lf} \geq 1, \\ 0, & \text{если } \sum_{l=1}^L \pi_{vl} y_{lf} = 0. \end{cases}$$

Определение указанных переменных вытекает из свойства симметричности блочно-симметричных задач.

Задача проектирования модульных блок-схем систем обработки данных (МСОД) формулируется следующим образом.

Необходимо синтезировать модульную блок схему путем распределения множества процедур по модулям обработки данных, множества информационных элементов – в логическую структуру базы данных и установить оптимальные взаимосвязи

между модулями и логической структурой базы данных, минимизирующих число взаимосвязей между компонентами блок-схем.

При этом должны быть учтены такие требования, как ограниченность размеров модулей и логических массивов базы данных, отсутствие дублирования процедур в модулях и информационных элементов в логических массивах.

Математическая постановка задачи имеет вид:

$$\Phi(X, Y) = \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F x_{vr} w_{rl} y_{lf} \rightarrow \min \quad (19)$$

при ограничениях на:

- число процедур в составе каждого модуля блок-схемы

$$\sum_{r=1}^R x_{vr} \leq k_v, \quad v = \overline{1, V}, \quad (20)$$

где  $k_v$  - допустимое число процедур в  $v$ -ом модуле;

- включение отдельных процедур обработки данных в состав одного модуля

$$x_{vr} + x_{vr^1} = 1, \quad v = \overline{1, V}, \quad (21)$$

для заданных  $r$  и  $r^1$ ;

- дублирование процедур в модулях блок-схемы

$$\sum_{v=1}^V x_{vr} = 1, \quad r = \overline{1, R}, \quad (22)$$

- размер записи массива базы данных

$$\sum_{l=1}^L y_{lf} \leq N_f; \quad f = \overline{1, F}, \quad (23)$$

где  $N_f$  - допустимое число информационных элементов в записи  $f$ -го массива данных;

- дублирование информационных элементов в массивах базы данных

$$\sum_{f=1}^F y_{lf} = 1, \quad l = \overline{1, L}; \quad (24)$$

- число информационных элементов, обрабатываемых каждым модулем

$$\sum_{l=1}^L \pi_{vl} \leq p_v, \quad v = \overline{1, V}. \quad (25)$$

Сформулированная задача относится к новому классу задач дискретного программирования - блочно-симметричным задачам с булевыми двухиндексными переменными.

Целевую функцию (19) блочно-симметричной задачи разработки модульной блок-схемы удобно представить в матричной форме.

$$\Phi(X, Y) = \sum_{v=1}^V \sum_{f=1}^F z_{vf} \quad (26)$$

или

$$Z = XWY. \quad (27)$$

Решением задачи (19)-(25) является множество булевых матриц  $\{X, Y, Z\}$ , в котором  $X$  - состав модулей блок-схемы,  $Y$  - состав массивов базы данных блок-схемы,  $Z$  - взаимосвязи между модулями и массивами базы данных блок-схемы, а также оптимальное значение целевой функции  $\Phi(X, Y)$ . Для решения данной задачи разработан и предложен эффективный алгоритм итеративных отображений.

В работе сформулированы и решены частные блочно-симметричные задачи проектирования систем обработки данных. Задача разработки программных модулей при заданной базе данных в матричной форме имеет вид

$$Z = XW. \quad (28)$$

Разработка массивов базы данных при заданной системе программных модулей формулируется в матричной форме следующим образом.

$$Z^* = WY. \quad (29)$$

Сформулированные задачи относятся к блочно-симметричным задачам.

**В третьем разделе** рассматриваются алгоритмы решения блочно-симметричных задач. Разработан и предложен эффективный алгоритм решения синтеза модульных блок-схем систем обработки данных. Произведена оценка вычислительной сложности алгоритма. Сформулирована двухкритериальная задача разработки модульных блок-схем систем обработки данных. Обоснованы и предложены критерии эффективности проектирования модульных блок-схем. Разработан алгоритм решения двухкритериальной задачи. Приведены численные примеры реализации алгоритмов.

Анализ методов и алгоритмов решения задач дискретного программирования показал, что они, во многих случаях, являются NP-полными и имеют экспоненциальную вычислительную сложность. Следовательно, не могут быть решены задачи большой размерности в различных приложениях.

В отличие от известных методов и алгоритмов, путем анализа и исследования постановки, свойств и особенностей блочно-симметричных задач разработан и предложен эффективный алгоритм решения задач этого класса.

Рассмотрим алгоритм решения блочно-симметричных задач вида (19)-(25), а также частных задач.

Для описания алгоритма введем следующие понятия.

В случае, если в процессе проектирования модульных блок-схем не заданы число разрабатываемых модулей  $V$  и массивов базы данных  $F$ , они могут быть определены из следующих соотношений  $V = \left\lfloor \frac{R}{M} \right\rfloor$ ,  $F = \left\lfloor \frac{L}{N} \right\rfloor$ , где  $M$  и  $N$  соответственно максимальное число процедур в модуле и максимальное число информационных элементов в массивах базы данных. Определим понятие базиса решения задачи.

**Определение 3.** Подматрицу  $B = \|b_{i^*j^*}\|$ , где  $i^* = \overline{1, V}$ ;  $i < r$ ;  $j^* = \overline{1, F}$ ;  $j < l$ , определенную на исходной матрице  $W = \|w_{rl}\|$ , назовем исходным базисом решения задачи.

В качестве базиса используются ключевые информационные элементы и используемые ими процедуры обработки данных. Если ключевые информационные элементы не определены, то элементы (строки и столбцы матрицы  $B$ ) определяются исходя из технологических требований проекта.

**Определение 4.** Величины

$$d_{ri} = \sum_{l=1}^L (w_{rl} - b_{il}) \quad (30)$$

и

$$\bar{d}_{lj} = \sum_{r=1}^R (w_{rl} - b_{rj}) \quad (31)$$

назовём расстоянием между строками (столбцами) не вошедшими в базис и строками (столбцами), которые вошли в базис.

Вычисленные значения величин  $d_{ri}$  и  $\bar{d}_{lj}$  составляют матрицу  $D = \|d_{ri}\|$  и  $\bar{D} = \|\bar{d}_{lj}\|$ . Минимальные значения элементов  $d_{ri}$  и  $\bar{d}_{lj}$  определяют оптимальное однозначное отображение процедур в модули и информационных элементов в массивы базы данных.

В процессе отображения с матрицами  $D$  и  $\bar{D}$  тесно связаны матрицы состояний соответственно  $\pi = \|\pi_{vi}\|$  и  $Q = \|q_{rf}\|$  указывающие текущее состояние исходной матрицы после операции отображения, которые заключаются в логическом сложении небазисных строк (столбцов) с базисными.

Алгоритм состоит из ряда итераций. Поэтому определим его как *алгоритм итеративных отображений* (АИО). Алгоритм состоит из следующих операций:

1. Ввод матрицы  $W$ . Выделение базиса в матрице  $W$ . Переход к 2.
2. Вычислить величины  $d_{ri}$  и составить матрицу  $D = \|d_{ri}\|$ . Зафиксировать состояние матрицы  $\pi = \|\pi_{vi}\|$ . Переход к 3.
3.  $k$ -я итерация.
  - 3.1. В матрице найти  $k$ -й минимальный элемент  $d_{r^*i^*}$ . При наличии нескольких минимальных элементов, среди них выберем такой элемент, для которого значение суммы элементов по строке максимально. Таким образом выбирая минимальный элемент, избавляемся от больших связей. Если элементов такого свойства несколько, то среди этих минимальных элементов выберем элемент расположенный первым от начала отсчета строк. Переход к 3.2.
  - 3.2. Определить элементы  $x_{r^*i^*} = 1$  матрицы  $X$ . Проверить ограничения на число процедур в составе каждого модуля. Если оно неудовлетворительно, то перейти к 3.3, иначе к 3.1.
  - 3.3. Исключить из рассмотрения элемент  $d_{r^*i^*}$ . Установить  $k = k + 1$ . Переход к 3.1.
  - 3.4. Вычислить состояние матрицы  $\pi$ . Переход к 3.5.
  - 3.5. Исключить из рассмотрения строку с номером  $i^*$ . Пересчитать величины  $d_{ri}$  относительно  $i^*$  столбца с учетом нового состояния  $\pi$ . Переход к 3.6.
  - 3.6. Проверить условие: все ли процедуры распределены? Если нет, то перейти к следующей итерации, приняв  $k = k + 1$ . Иначе переход к 4.
4. Запомнить содержание матриц  $X$  и  $\pi$ . Переход к 5.
5. Вычислить  $\bar{d}_{lj}$  относительно  $\pi$  и составить матрицу  $\bar{D} = \|\bar{d}_{lj}\|$ . Переход к 6.
6.  $n$ -я итерация.
  - 6.1. В матрице  $D$  найти  $n$ -й минимальный элемент. При наличии нескольких минимальных элементов, среди них выберем такой элемент, для которого значение суммы по строкам минимально. Если элементов такого свойства несколько, то среди этих минимальных элементов выберем элемент расположенный первым от начала отсчета строк. Переход к 6.2.
  - 6.2. Определить элементы  $y_{l^*j^*} = 1$  матрицы  $Y$ . Проверить ограничения на число информационных элементов в логическом файле. Если оно неудовлетворительно, то перейти к 6.3.
  - 6.3. Исключить из рассмотрения элемент  $\bar{d}_{l^*j^*}$ . Установить  $n = n + 1$ . Переход к 6.1.
  - 6.4. Вычислить состояние матрицы  $\pi$ . Переход к 6.5.
  - 6.5. Исключить из рассмотрения строку с номером  $l^*$ . Пересчитать величины  $\bar{d}_{lj}$  относительно  $j^*$  столбца с учетом нового состояния  $\pi$ . Переход к 6.6.
  - 6.6. Проверить условие: все ли информационные элементы распределены? Если нет, то перейти к следующей итерации, приняв  $n = n + 1$ . Иначе переход к 7.
7. 7) Вывод решения задачи: матриц  $X$ ,  $Y$ ,  $\pi = Z$  и значение целевой функции  $\sigma(Z)$ .

Вычислительная сложность разработанного алгоритма полиномиально, по сравнению с классическими алгоритмами дискретного программирования.

Как показал опыт проектирования систем обработки данных в ряде случаев к ним предъявляются различные технологические требования, часто противоречивые, которые необходимо учитывать. При этом одни требования имеют важное значение в качестве критериев эффективности, а другие – определяют технологические ограничения в процессе проектирования систем обработки данных.

В процессе проектирования систем обработки данных возникает необходимость одновременного учета нескольких показателей эффективности, которые определяют качество к разрабатываемой системы в области заданных ограничений. Тогда задача сводится к необходимости использовать несколько критериев, чтобы наиболее адекватно отобразить требуемую постановку. В этом случае необходимо формулировать и решать многокритериальные блочно-симметричные задачи.

Общая постановка многокритериальной задачи формулируется следующим образом.

Необходимо найти экстремум вектора функций, отражающих показатели эффективности разрабатываемых систем обработки данных, в области заданных технологических ограничений.

Приведем математическую постановку общей многокритериальной задачи.

Пусть,  $X$  - двухиндексная переменная, отражающая распределение элементов одного типа по группам, а  $Y$  - распределение элементов другого типа по соответствующим группам. Задана матрица  $W$  взаимосвязи элементов различных типов между собой.

Определены критерии  $F_i(X, Y)$ ,  $i = \overline{1, I}$  эффективности, зависящее от переменных  $X$  и  $Y$ , доставляющие экстремум функции вида  $F_i(X, Y)$ ,  $i = \overline{1, I}$ .

Многокритериальная блочно-симметричная задача дискретного программирования формулируется следующим образом:

$$F_i(X, Y) \rightarrow \text{extr}, \quad (32)$$

при ограничениях вида

$$\varphi_m(X) \geq \varphi_0, \quad m = \overline{1, M}, \quad (33)$$

$$\psi_n(Y) \geq \psi_0, \quad n = \overline{1, N}. \quad (34)$$

Для решения однокритериальной блочно-симметричной задачи ( $i = 1$ ) разработан и предложен эффективный алгоритм, позволяющий определить оптимальные решения при определенных условиях. Используя разработанный алгоритм можно предложить следующую схему решения многокритериальной задачи.

1) Решается однокритериальная задача  $F_i(X, Y) \rightarrow \text{extr}$  ( $i = 1$ ) при ограничениях вида (33) - (34) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные  $X$  и  $Y$ .

2) Определяются значение функций  $F_i(X, Y)$ ,  $i = \overline{2, I}$ .

3) Решается однокритериальная задача  $F_i(X, Y) \rightarrow \text{extr}$  при ограничениях вида (33) - (34) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные  $X$  и  $Y$ .

4) Определяются значение функций  $F_i(X, Y)$ ,  $i = \overline{3, I}$ .

5) Решается однокритериальная задача  $F_i(X, Y) \rightarrow \text{extr}$  при ограничениях вида (33) - (34) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные  $X$  и  $Y$ .

6) Экстремальные значения функций  $F_i(X, Y)$  определяют область нахождения решения.

Таким образом, в результате решения многокритериальной задачи определяется область, в которой находится решение, удовлетворяющее всем критериям и соответствующим условиям.

Рассмотрим постановку и решение двухкритериальной задачи разработки модульной блок-схемы системы обработки данных.

В данной постановке необходимо множество процедур обработки данных  $P = \{p_r; r = \overline{1, R}\}$  распределить по программным модулям, а множество информационных элементов  $D = \{d_l; l = \overline{1, L}\}$ , необходимых для реализации заданных процедур, распределить по массивам базы данных таким образом, чтобы минимизировать связи между программными модулями.

В качестве критерия эффективности используем минимум взаимосвязей между модулями блок-схем и массивами базы данных. Данный критерий позволяет представить структуру блок-схемы в виде слабосвязанных компонент модулей и связанных с ними массивами базы данных, уменьшить число обращений модулей к массивам в процессе их обработки. При заданных числовых характеристиках: времени обработки процедуры информационных элементов, времени обращения модулей к массивам базы данных, объемов процедур и информационных элементов, формируется критерий минимума времени обработки блок-схем, минимума памяти при обработке блок-схем и т.д.

В матричной форме данный критерий запишется в виде

$$\sum (XWY) \rightarrow \min . \quad (35)$$

В процессе проектирования модульных блок-схем часто необходимо определить межмодульный интерфейс, который представляет собой состав и число информационных элементов между различными модулями систем обработки данных. Данный критерий позволяет определить содержание межмодульного интерфейса и оптимальную структуру всей модульной блок-схемы.

Критерий минимума информационных элементов используемых программными модулями (межмодульный интерфейс) блок-схемы обработки данных в матричной форме записывается следующим образом:

$$\sum Y^T Y \rightarrow \min . \quad (36)$$

В общем случае данные критерии противоречивы, для которых трудно определить точное решение.

В матричной форме двухкритериальная блочно-симметричная задача запишется в следующем виде:

$$\sum (XWY) \rightarrow \min \quad (37)$$

$$\sum Y^T Y \rightarrow \min \quad (38)$$

при ограничениях вида (20) – (26).

$\sum$  - сумма единичных элементов результирующих булевых матриц;

$X = \|x_{vr}\|$ ,  $r = \overline{1, R}$ ,  $v = \overline{1, V}$  - переменная распределения процедур обработки данных по модулям;

$Y = \|y_{lf}\|$ ,  $l = \overline{1, L}$ ,  $f = \overline{1, F}$  - переменная распределения информационных элементов по массивам баз данных;

$W = \|w_{rl}\|$  - взаимосвязи между информационными элементами и процедурами обработки данных;

$Y^T$  - транспонированная матрица.

Для решения поставленной задачи разработан и предложен алгоритм, основанный на вышеуказанной схеме решения общей многокритериальной задачи.



Разработано программное обеспечение решения однокритериальных и многокритериальных блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных в среде Delphi 7.0.

Разработанный комплекс моделей и методов, алгоритмов и программного обеспечения внедрен при проектировании систем обработки данных на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате и комитете по информатизации и связи, а также в учебный процесс КазНТУ им К.И.Сатпаева.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертационной работе получены следующие результаты:

1. Разработан подход, взаимосвязанный комплекс моделей, методов, алгоритмов и программных средств формализованного проектирования систем обработки данных на основе нового класса задач – блочно-симметричных задач дискретного программирования.

2. Предложена общая постановка блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных. Разработана общая модель и схема её реализации, определены свойства и особенности задач данного класса.

3. Сформулирована и решена задача декомпозиции систем обработки данных на кластеры прикладных задач и исходных документов, решаемая на этапе технического проектирования систем.

4. Поставлена и решена задача синтеза оптимальных модульных блок-схем обработки данных, обеспечивающая минимум общих информационных взаимосвязей между модулями и массивами базы данных системы. Задача решается на этапе рабочего проектирования систем обработки данных и позволяет сократить затраты и время разработки прикладного программного обеспечения и базы данных.

5. Разработан новый эффективный алгоритм итеративных отображений решения блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных полиномиальной вычислительной сложности.

6. Сформулирована и решена многокритериальная задача проектирования модульных блок-схем обработки данных. Разработан алгоритм решения многокритериальной задачи при заданном векторе целевых функции.

7. Разработано программное обеспечение решения блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных.

Разработанные блочно-симметричные модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение внедрены на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате, комитет по информатизации и связи, а также в учебный процесс КазНТУ имени К.И.Сатпаева.

Результаты научных исследований позволили сократить длительность проектирования прикладного программного и информационного обеспечения систем обработки данных в 5-10 раз по сравнению с традиционными технологиями проектирования.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Туенбаева А.Н., Набиева Г.С. Автоматизация приложений // Тезисы докладов научной конференции магистрантов и аспирантов «Наука и творчество молодых: опыт, проблемы, перспективы»: - Усть-Каменогорск: ВКГУ; 2001. С. 248-249.
2. Туенбаева А.Н., Набиева Г.С. Численное исследование математической модели сетей связи // Региональный Вестник ВКГТУ. - Усть-Каменогорск, 2001г. С. 119-123.
3. Набиева Г.С. Методы проектирования баз данных при заданном множестве программных модулей // Совместный выпуск научных журналов «Вычислительные

- технологии» РАН и «Региональный вестник Востока» ВКГУ по итогам международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании», часть II. - Новосибирск, Алматы, Усть – Каменогорск, 2003 г. С. 270-271.
4. Казиев Г.З., Набиева Г.С. Методы проектирования модульного прикладного программного обеспечения и массивов базы данных в информационных системах. // Совместный выпуск научных журналов «Вычислительные технологии» РАН и «Региональный вестник Востока» ВКГУ по итогам международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании», часть VI. - Новосибирск, Алматы, Усть – Каменогорск, 2003 г. С. 272-274.
  5. Казиев Г.З., Набиева Г.С., Оспанова С.Б. Многокритериальные блочно – симметричные задачи дискретного программирования. // Труды международной научно-практической конференции «Состояние, проблемы и задачи информатизации в Казахстане», посвященной к 70-летию КазНТУ им.К.И.Сатпаева и 10-летию Международной Академии Информатизации (МАИН). – Алматы: РИО, 2004, С. 258-263.
  6. Казиев Г.З., Сагимбекова А.О., Набиева Г.С., Оспанова С.Б. Эффективный алгоритм решения блочно-симметричных задач // Вестник КАЗ НТУ имени К.И. Сатпаева. - Алматы, 3/4 (37/38), 2003. С. 310-315.
  7. Казиев Г.З., Набиева Г.С., Шукатаев А. Программная реализация многокритериальных блочно-симметричных задач дискретного программирования. // Научный журнал Министерства образования и науки «Поиск», №4. – Алматы, 2006. с. 191-196.
  8. Набиева Г.С. Берілген деректер базасы кезінде қосымшаларды жобалау әдісі. // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Молодежь и информационные технологии». - Актау: КГУТиИ им.Ш.Есенова, 2009. С. 80-81.
  9. Набиева Г.С., Ескендинова Д.М., Сыдыбаева М.А. Информационная безопасность в современных системах управление базами данных. // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Молодежь и информационные технологии». - Актау: КГУТиИ им.Ш.Есенова, 2009. С. 242-249.
  10. Ескендинова Д.М., Набиева Г.С., Тулегенова Б.А. Использование новых технологий в учебном процессе вузов. // Сборник материалов международной научно-методической конференции «Актуальные проблемы естественно-научных дисциплин». - Алматы: КазГАСА, 2010, С.140-142.
  11. Г.С.Набиева. Дискретті программалаудың модельдері мен әдістерін зерттеу бойынша программалық қамтаманы өңдеу // Научный журнал Министерства Образования и Науки «Поиск», №3(1), 2010г. С. 232-238.
  12. Казиев Г.З., Набиева Г.С., Сатмагамбетова Ж.З., Абылхасенова Д.К. Модели и методы дискретного программирования. Блочно-симметричные модели - эффективный класс задач дискретного программирования. // «Вестник КБТУ», №3, 2010. С.61-68

## Набиева Гулназ Социалевна

### Деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың блокты-симметриялы модельдері мен әдістері

#### ТҮЙІН

05.13.01 - Жүйелі талдау, басқару және ақпаратты өңдеу мамандығы бойынша

**Зерттеу мақсаты.** Диссертациялық жұмыстың мақсаты жаңа ғылыми жаңашылдығын зерттеу және өңдеу, яғни жобалаудың жұмыс және техникалық бөлімдерінде есептерді шешуді қамтамасыз ететін деректерді өңдеу жүйесін тиімді жобалаудың блокты-симметриялы модельдерін, әдістерін мен алгоритмдерін зерттеу және өңдеу болып табылады.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеу есебінің қойылымы мен шешу үрдісінде жүйелік талдау әдістері, графтар теориясы, матрица теориясы, дискреттік программалау қолданылды.

**Зерттеудің нәтижелері.** Зерттеу нәтежесінің ғылыми жаңашылдығы келесілермен қорытындылады:

- өзара байланысқан моделдер мен әдістер жинағы, яғни белгілі есептерден басқа жаңа есептер класы ретінде блокты-симметриялы моделдер құрылды;
- деректерді өңдеу жүйесінде жобалаудың дискреттік программалаудың жалпы блокты-симметриялы есебі құрылды;
- деректерді өңдеу жүйесінің техникалық жобалау этапында шешілетін берілген документтер мен декомпозиция функционалды есебі алғашқы рет қойылды және шешілді;
- жүйені жобалаудың жұмыс этапында берілген деректерді өңдеудің модульдік блок-схемасының синтез модулі құрылды;
- деректерді өңдеудің модульдік блок-схемада жобалаудың көп критерилі блокты-симметриялы есебі алғашқы рет құрылды және шешілді;

**Тәжірибелік бағалығы.** Диссертацияда өңделген модульдер, әдістер, алгоритмдер және программалық құралдар Өскемен қаласының мыс және мырыш комбинатында, байланыс және ақпарат бойынша комитетінің деректерін өңдеу жүйесін жобалау барысында, сонымен қатар Қ.И.Сатпаев атындағы ҚазҰТУ-дың оқу үрдісінде байқаудан өтті. Қорғауға келесі мәселелер ұсынылады:

1. Дискретті бағдарламалаудың жаңа есептер класы ретінде деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың жалпы блокты-симметриялы моделі ұсынылады.
2. Берілген ақпарат ресурстары мен функционалды есептер кластерінің деректерді өңдеу жүйесіндегі декомпозиция есебі қойылды.
3. Деректерді өңдеудің модульдік блок-схемалық синтез есебі қойылды, сонымен қатар модульдік блок-схемасын жобалаудың дербес есебі қойылды.
4. Деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың блокты-симметриялы есебін шешу үшін алгоритм және программалық қамтыма ұсынылды.
5. Деректерді өңдеу жүйесінің модульдік блок-схемалы көп критерилі блокты-симметриялы есебі қойылды және шешілді.

Диссертациялық зерттеудің нәтежиелері, яғни жұмыста орындалған зерттеулер Алматы қаласының Қ.И.Сатпаев атындағы ҚазҰТУ-дың ЕТ кафедрасының жоспарға сәйкес мемлекеттік бюджеттің - ҚР БЖҒМ бағдарламаларының грантында фундаментальді зерттеудің келесі тақырыптары бойынша орындалды: 0100РК00633 - “Жүйелерді өңдеудің модульдік жобалаудың блокты-симметриялы модельдері мен әдістедін зерттеу және өңдеу” және 0101РК00696 - ““Ақпаратты-телекоммуникациялық жүйелерге мемлекеттік регистр енгізу” ақпараттық жүйесін өңдеу, функционалдық талаптарын, мәліметтер құрылымын және олардың регистрді енгізу үшін қажетті жіктеулерін анықтау”.

### **Диссертациялық жұмыста келесі нәтежиелер алынды:**

- Дискретті бағдарламалаудың блокты-симметриялы жаңа есептер класы негізінде деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың модельдер жиыны, әдістері, алгоритмдер және программалық құралдары өңделді.

- Деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың блокты-симметриялы есебінің жалпы қойылымы ұсынылды. Ұсынылған есеп класының ерекшеліктері және қасиеттері анықталды.

- Жүйені жобалаудың техникалық этапында шешілетін ақпараттық ресурстар мен қолданбалы есептер жүйесінің декомпозиция есебі өңделді және шешілді.

- Жүйенің деректер қорының массивтері мен модульдері арасындағы жалпы ақпараттық байланыстың минимумын қамтамасыз ететін деректер қорының тиімді модульді блокты-симметриялы синтез есебін қойылды және шешілді. Есеп деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың жұмыс этапында шешіледі және қолданбалы бағдарламалық қамтама мен деректер қорының шығыны мен өңдеу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

- Полиномиалды есептеу қиындығы бар деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың блокты-симметриялы есебін шешудің итеративті бейнеленген жаңа тиімді алгоритмі өңделді.

- Деректерді өңдеудің модульді блок-схемасын жобалаудың көп критерилі есебі құрылды және шешілді;

- Деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың блокты-симметриялы есеін шешудің бағдарламалық қамтамасы өңделді;

Деректерді өңдеу жүйесін жобалаудың бір критерилі және көп критерилі блокты-симметриялы есептерін шешудің бағдарламалық қамтамасы Delphi 7.0 ортасында өңделген,

Ғылыми зерттеудің нәтижесі деректерді өңдеу жүйесінің қолданбалы бағдарламалық және ақпараттық жобалаудың ұзақтығын әдеттегі жобалау технологияларымен салыстырғанда 5-10 ретке дейін қысқартуға мүмкіншілік береді.

**Block - symmetrical models and methods of the system designing data processing**

**Summary**

05. 13. 01 – System analysis, control and information processing

**Aim of the research.** Aim of the dissertation work are development and study of new approaches, as follows block- symmetrical models, methods and algorithms of the designing the efficient systems data processing, providing decision of the problem in step of technical and worker of the designing.

**Methods of the research.** Process of the production and decisions of the problems of the study are used methods of the system analysis, graph theory, theories of the matrixes, discrete programming.

– In development of the complex of the interconnected models and methods, worded unlike known problems, as problems of the new class block-symmetrical models;

– It is worded general block-symmetrical problem of the discrete programming the system designing data processing.

– For the first time it is delivered and solved problem to decompositions of the functional problems and information resource, which dares in step of technical systems designing data processing.

– The model of the syntheses of the module block diagrams data processing was built and realized in step of the work system designing.

– For the first time it is worded and solved multicriterional block- symmetrical problem of the designing the module block diagrams data processing.

**Practical value.** Designed in dissertation work complex models and methods, algorithm and software programs are used when system designing data processing in leaded- zinc combine of Ust-Kamenogorsk, in committee of relation ship and informatizations, as well as introduced in scholastic process of KazNTU named by Satpaeva.

**Positions, stood on protection.**

Following positions are stood on protection:

1. General block-symmetrical models of the System designing of data processing as new class of the problems of the discrete designing.

2. Statement of the problem to decompositions of the systems of data processing on clusters functional problems and source documents.

3. Statement of the problem the syntheses of the module block diagrams data processing, and production quotient problems of the designing module block diagrams.

4. The algorithms and software of the decisions block-symmetrical problems of the system designing data processing.

5. Statement and decision of multicriterional block-symmetrical problems, the development of module block-diagrams data processing.

The development and study of block – symmetrical models and methods of the module system designing of data processing and on subject 0101 PK00696 – The development of technological problems of the information systems. “Entering the state register information – Telecommunication systems” in part of the determination of the functional requite ments, the composition of the information and their categorization required for conduct of the register .

**In dissertation work are received following results:**

1. Designed approach, interconnected complex of the models, methods, and algorithm and software programs of the formalized system designing data processing on base of the new class of the problems – block-symmetrical problems of the discrete programming.

2. It is offered general production block-symmetrical problems of the system designing data processing. It is designed general and model scheme to its realization, is determined characteristic and particularities of the problems given class.

3. It is worded and solved problem to decompositions of the systems data processing on cluster applied problems and information resources, solved in step of technical system designing.

4. It is delivered and solved problem of the syntheses of the optimum module block diagrams data processing, providing minimum to general information of the Intercropping between module and system database array. Problem dares in step of worker of the System designing data processing and allows to shorten expenses and time of the development applied and software and database.

5. It is designed new efficient algorithm of the iterative images of the decision block-symmetrical problems of the system designing data processing to polynomial computing difficulty.

6. It is worded and solved multicriterional problem of the designing the module block diagrams data processing. Designed algorithm of the decision of multicriterional problem under given vector to target functions.

7. It is designed software of the decision block-symmetrical problems of the system designing data processing.

It is designed software of the decision one criterional and multicriterional block-symmetrical problems of the system designing data processing data processing in ambience Delphi 7.0

It is designed block-symmetrical models, methods, algorithms and software programs are introduced in leaded-zinc combine of Ust-Kamenogorsk, in committee of informatization and relationships, and introduced in scholastic process of KazNTU named by Satpaeva.

The results of the scientific studies have allowed to shorten duration of the designing applied programmer and data ware of the systems data processing in 5-10 once in contrast with traditional technology of the designing.

Подписано к печати 04.11.2010  
Формат 60x84/16. Печать KYOCERA.  
Усл.печ.л.1.4. Тираж 100 экз. Заказ 507.

---

Типография ТОО «Капир&Ка»  
050022, г.Алматы, пр-т Абая, 36  
Т: 2-606-300; 2-606-400