

ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*На правах рукописи*

ХУЦИШВИЛИ Сулхан Алексеевич

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОНТУРНЫХ  
СОГЛАСОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ  
В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С РОМБОВИДНОЙ  
СТРУКТУРОЙ

05.13.10 — управление в социальных  
и экономических системах

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена в Ордена Ленина Институте проблем управления и в Грузинском научно-производственном объединении вычислительной техники и информатики.

Научный руководитель  
докт. техн. наук КОНДРАТЬЕВ В. В.

Официальные оппоненты:  
докт. техн. наук, проф. КУЛЬБА В. В.,  
канд. техн. наук ЦВЕТКОВ А. В.

Ведущая организация — Республиканский межотраслевой институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов при кабинете министров Казахской ССР (РМИПК).

Защита диссертации состоится «...» . . . 1991 г.  
в . . . час. на заседании специализированного совета  
Д-002.68.03 при Институте проблем управления по адресу:  
117806, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института проблем управления.

Автореферат разослан «...» . . . . . 1991 г.

Ученый секретарь специализированного совета

к. т. н. ВЛАСОВ С. А.

- I -

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Важным направлением совершенствования хозяйственного механизма является разработка систем управления, применяемых в организационных системах. Одним из хорошо известных направлений в этой области является теория активных систем. В последние годы в теории активных систем актуальными являются исследования задач согласования. Эти задачи нацелены на построение таких механизмов управления системой, которые обеспечивают "заинтересованность" активных элементов в реализации заданных целевых требований, между программами, планами, нормативами и их фактической реализацией.

Одно из направлений исследования в теории активных систем связано с распространением этой проблематики на организационных системах с многоуровневой структурой (веерная структура, матричная структура, ромбовидная структура) — В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, В.В. Кондратьев, Н.В. Константинова, К.А. Сагинталиев. Ряд новых проблем возникает в иерархических системах с ромбовидной структурой, на что указывалось одним из пионеров исследования этой проблематики В.А. Гореликом.

Среди этих проблем можно выделить особенность структуры ромбовидной системы (элемент управляет двумя центрами) и возникшая на этой основе проблема согласования интересов между центрами и элементом. Эта проблема характерна для иерархических систем, но в ромбовидных системах она занимает особое место (появляется потребности согласованного взаимодействия центров). В связи с этим актуальным становится разработка таких согласованных механизмов управления, которые устанавливают наличия

5. Апробация и внедрение результатов при построении действующих систем оперативного управления объектами народного хозяйства.

Методы исследования базируются на использовании теории управления в социальных и экономических системах, методологии системного анализа, теории иерархических систем, теории игр, методы теории активных систем.

Связь с планом. Разработки и исследования по теме диссертационной работы проводились в рамках тем Института проблем управления и Грузинским научно-производственным объединением вычислительной техники и информатики: II-86/57 (№ гос. регистрации 01.86.0101870), 24 - 87/57 (№ гос. регистрации 01.87.0001254), 85 - 88/57 "Методические основы описания комплексной оценки научно-технического уровня продукции".

Научная новизна. Основные результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми. Разработан базовый комплекс моделей функционирования активных систем с ромбовидной структурой.

Для базового комплекса моделей сформулированы задачи согласования, когда требуется обеспечить заинтересованность активного элемента в реализации заданного соотношения между планом и его реализацией в каждом нижнем контуре управления. Получены достаточные условия реализации таких целей согласования. Задача согласования решается в условиях полной и неполной информированности центров нижнего уровня, при наличии ограничений на суммарную функцию штрафов или материального поощрения.

Несогласованное действие центров нижнего уровня или/и наличие ограниченного фонда материального стимулирования, часто приводят к ситуации, когда у активного элемента теряется "зан-

согласованности в ромбовидных системах, а потом обеспечивают ее достижения.

Данная диссертация направлена: на разработку моделей и исследование механизмов согласованного управления в организационных системах с ромбовидной структурой; на исследование вопросов координации в таких механизмах.

Цель работы. Целью работы является разработка моделей и исследование задач согласования и координации в ромбовидных активных системах в условиях полной и неполной информированности центров в нижних контурах управления и применение полученных результатов при разработке и настройке согласованных процедур планирования, оценки деятельности и стимулирования, в системах оперативного управления.

Основные задачи диссертационной работы, определяемые поставленной целью, состоят в следующем:

1. Разработка базовой модели активной системы с ромбовидной структурой. Развитие базовой модели в направлении охвата характерных вариантов распределения функций управления (планирование, стимулирование, координация) на контурах управления, и на этой основе сформирования базового комплекса моделей функционирования ромбовидной системы.

2. Постановка и исследование задач согласования для базового комплекса моделей в условиях полной и неполной информированности центров нижнего уровня и при наличии ограничения на суммарную функцию штрафов или материального поощрения.

3. Исследование вопросов координации в задачах согласования для ромбовидных систем.

4. Развитие полученных результатов на активных системах с матричной структурой.

"тересованность" в реализации заданных целей согласования, или их заведомо невозможно реализовать. В такой ситуации требуется необходимое координирующее вмешательство со стороны центра верхнего уровня или/и центров нижнего уровня. Определены способы координации, применяемые центрами ромбовидной системы. Центр верхнего уровня координацию осуществляет с использованием цен, или дополнительные средства материального поощрения, с целью регулировать интересы элемента в нужном направлении.

Центры нижнего уровня применяют методы редукции (замена) целей согласования или осуществляют корректировку плановых значений (новые планы назначаются из множества согласованных планов). Эти способы направлены на решение задач согласования в соответствии с имеющимся ограниченным фондом материального поощрения.

Допускается разные варианты сочетания способов координации.

Полученные результаты исследования задач согласования в ромбовидных системах развиты для систем с матричной структурой.

Научная и практическая ценность работы. Результаты диссертационной работы могут быть использованы на объектах народного хозяйства при моделировании и использовании многоконтурных механизмов оперативного управления производственными объектами, существенными факторами которых являются наличие человека в контуре управления и иерархия управляемых объектов.

Результаты исследования задач согласования могут применяться при разработке процедур оценки деятельности и стимулирования в названных системах оперативного управления, что позволяет обеспечить реализацию характерных требований на соотношение плана и реализации в заданном периоде функционирования.

Результаты разработки задач координации могут применяться при управлении территориально-отраслевыми программами; в качестве обеспечения согласованного принятия решений центрами территориального и отраслевого управления.

Реализация результатов работы. Результаты диссертационной работы получили внедрение.

1. При разработке методики описания механизмов управления социально-экономическими системами в виде структурных схем и графо-семантических описаний (в части описания трехуровневых систем). Работа выполнялась в рамках совместных исследований с Болгарской индустриальной хозяйственной ассоциацией.

2. При разработке методик описания и моделирования много-контурных механизмов оперативного управления, настройки показателей оценки деятельности элементов в таких механизмах.

Использование результатов позволило увеличить обоснованность выбора наилучшего механизма управления, путем повышения аналитического уровня принятия решений.

Личный вклад. Все основные результаты диссертационной работы получены автором.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы доказывались и обсуждались на научных семинарах Института проблем управления, Тбилисского НУЦ Груз. НПО ВТИ, X Всесоюзном совещании-семинаре "Управление иерархическими активными системами" (1986-Тбилиси), XXXIV конференции молодых ученых Института проблем управления (1987-Москва), XI Всесоюзной школе-семинаре "Управление большими системами" (1988-Вильнюс).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит ст., в том числе:

стр. машинописного текста, рис., табл.,  
стр. машинописного текста по списку использованной литературы,  
включающему наименований. Приложение I к диссертационной работе содержит стр. машинописного текста и дополняет гл. 2. Приложение 2 содержит акты о внедрении результатов диссертации.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отмечена научная новизна и практическая ценность, изложены основные научные и практические результаты и положения.

В первой главе приведен обзор результатов и современного состояния исследования механизмов функционирования двухуровневых активных систем. Разработана модель механизма функционирования ромбовидной системы. Базовая модель расширена в направлении охвата характерных сочетаний распределения функции управления и разных вариантов информированности центров принятия решений.

В параграфе I.1 приведен обзор постановок и результатов исследований задач согласованной оптимизации и согласования в базовой модели двухуровневой активной системы, рассматриваемой в качестве исходной.

В параграфе I.2 рассмотрено современное состояние исследований механизмов функционирования трехуровневых активных систем с веерной структурой, с ромбовидной структурой. Даётся описание базовой модели (структурная схема, модель ограничения, механизм функционирования) активных систем с ромбовидной структурой.

Рассматривается трехуровневая организационная система, состоящая из центра верхнего уровня  $U_0$ , центров промежуточного уровня  $U_1$  и  $U_2$  и активного элемента АЭ. Центр  $U_0$  и центры  $U_1$ ,  $U_2$  образуют верхнюю подсистему, а центр  $U_1$  – элемент и центр  $U_2$  – элемент образуют нижние подсистемы. Для описания модели ограничения и механизма функционирования в работе используются следующие обозначения:

$y = (y_1, y_2) \in Y$ ,  $x = (x_1, x_2) \in X$  – состояние и множество возможных состояний, план и множество допустимых планов активного элемента, где  $Y = \{y = (y_1, y_2) / y_1 \in Y_1$ ,

$y_2 \in Y_2(y_1)\}$ ;  $u = (u_1, u_2) \in U$ ,  $v = (v_1, v_2) \in V$  –

состояние и множество возможных состояний, план и множество допустимых планов на верхней подсистеме, где

$U = \{u = (u_1, u_2) / u_1 = \bar{U}(y), u_2 = \bar{U}_2(y); y \in Y, y \in Y_2(y)\}$ ;

$(\bar{U}, \bar{U}_2)$

– является оператором агрегирования, известным центрам нижнего уровня и элементу.

Выделение подсистем в ромбовидной системе, приводят к возможности, образования контуров управления. Под контуром управления понимается целостный механизм управления, охватывающий все функции управления: целеполагание, планирование, координация, учет, контроль, оценка деятельности, стимулирование. В соответствии с подсистемами ромбовидной системы можно выделить следующие контуры управления на уровнях иерархии: верхний контур

управления; два нижних контура, под нижним подсистемам.

Одной из особенностей ромбовидных систем является возможность распределения функции управления по контурам в разных сочетаниях. С этой целью в § I.3 выделяются основные функции управления (планирование, стимулирование, координация) и даются возможные варианты их распределения по контурам ромбовидной системы (рис. I).

Характеристики ромбовидной модели (Центры) Контуры управления	Функции управления		
	Планирова- ние	Стимулирова- ние	Координация
I (Центр $U_0$ ) Верхний контур управления	Планирует — — — — —	стимулирует — — — — —	координирует — — — — —
2 (Центр $U_1$ ) Нижний контур управления	Планирует — — — — —	стимулирует — — — — —	координирует — — — — —
3 (Центр $U_2$ ) Нижний контур управления	Планирует — — — — —	стимулирует — — — — —	координирует — — — — —

Рис. I

Определенные таким образом варианты распределения функции управления по контурам, порождают значительное число разных ситуаций функционирования и тем самым разных механизмов ромбовидной системы.

В качестве компонентов механизма рассматриваются только  $\pi_1$  и  $\pi_2$  – процедуры планирования на нижних контурах, и  $f(x_1, x_2, y_1, y_2, z)$  – целевая функция элемента, так как

$f(U, U)$  – целевая функция центра;  $f_1(U_1, U_1)$  и  $f_2(U_2, U_2)$  – целевые функции нижних центров,  $\pi_0$  – процедура планирования на верхнем контуре, считаются заданными и фиксированными.

В работе указывается на тот факт, что каждый вариант сочетания функции управления на контурах, целиком отражается в модели активного элемента, и определяет вид его целевой функции. Надо отметить, что не все сочетания функции управления на контурах являются рациональными. С такой точки зрения в § I.4 определяются рациональные, с практической точки зрения, сочетания функции управления по контурам. Это позволяет, выделить базовый комплекс моделей функционирования ромбовидной системы и определить соответствующие виды целевых функций элемента.

Во второй главе исследуются согласованные механизмы управления для базового комплекса моделей ромбовидной системы. Исследование проводится при полной и неполной информированности центров. Полученные результаты расширяются для систем с матричной структурой.

В параграфе 2.1 дается обзор современного состояния исследований задач согласования в трехуровневых системах с веерной структурой и состояние исследований в ромбовидных системах (некоторые классы моделей ромбовидных систем были исследованы В.А. Гореликом, но задачи согласования в таких системах пока не ставились).

Дается постановка задачи синтеза согласованных механизмов в ромбовидной системе, когда реализация заданных целей согласования обеспечивается нижними контурами управления с помощью настройки системы стимулирования элемента (предполагается, что планы в нижних контурах заданы и фиксированы).

Рассматривается ситуация, когда функция стимулирования элемента имеет вид:

$$f(x_1, x_2, j_1, j_2, \lambda_1, \lambda_2) = h(j_1, j_2, \lambda) - X_1(x_1, j_1) - X_2(x_2, j_2), \quad (1)$$

где  $h(j_1, j_2, \lambda_1, \lambda_2)$  – функция уровня (фиксированная часть функции стимулирования);  $X_1(x_1, j_1) \geq 0$  и  $X_2(x_2, j_2) \geq 0$  – функции штрафов, заданные центрами  $U_1$  и  $U_2$  соответственно (изменяемая часть функции стимулирования),  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in \Lambda$  – фиксированные параметры, заданные центром.

В таких условиях задачу согласования можно формализовать следующим образом:

$$X_1(x_1, j_1) \rightarrow ?, \quad \forall x_1 \in X_1, \quad j_1 \in Y; \quad x_1 \in X_1;$$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_{x_1}^{(j_1)}(x_1) \neq \emptyset;$$

$$X_2(x_2, j_2) \rightarrow ?, \quad \forall x_2 \in X_2, \quad j_2 \in Y; \quad x_2 \in X_2;$$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_{x_2}^{(j_2)}(x_2) \neq \emptyset;$$

при условии

$$X_1(x_1, j_1) + X_2(x_2, j_2) \leq M, \quad (2)$$

где

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) = \{j / j \in \text{фигурных } f(x_1, x_2, j_1, j_2, \lambda)\}. \quad (3)$$

Если требуется выполнение целевых ограничений на верхнем уровне, то необходимым становится применение условия межуровневого согласования:

$$\forall (j_1, j_2) \in P(x_1, x_2, f, \lambda), \quad \sigma \in V \cap U;$$

$$(T_1(j_1), T_2(j_2)) \in h(\sigma). \quad (4)$$

В работе рассматриваются следующие цели согласования:

$$1. \quad L_{x_1}^{(j_1)}(x) = \{j \in Y / j = x\}$$

$$2. \quad L_{x_2}^{(j_2)}(x) = \{j \in Y / j > x\}$$

$$3. \quad L_U^{(b)} = \{U \in U / U = b\}$$

– точное выполнение плана;

– выполнение и перевыполнение плана;

– точное выполнение плана на верхнем контуре.

Для формализации процессов принятия решений в ромбовидных системах не достаточно тех предположений о поведении и информированности центров и элемента, которые были приняты для базовой модели функционирования. Необходимо ввести дополнительные принципы взаимодействия центров. Принципы могут быть разные, но мы остановимся на двух вариантах (§ 2.2). Первый вариант основан на знании центрами задаваемых плановых значений в других контурах; второй – на информации о множествах допустимых планов в других контурах. Ниже приводится в первый вариант взаимодействия центров, а второй можно сформулировать аналогично.

Вариант I.

1. Центры знают задаваемые в других контурах планы.

2. Центры знают множество возможных состояний элемента  $Y$ .

3. Центры считают, что в нижних контурах планы выполняются точно, т.е.  $U_1$  допускает, что  $\forall x_1(a_1) \in X_1, \exists j_1 \in Y$ :

имеет место  $j_1 = x_1; x_1 \in X_1 \cap U$ .  $U_2$  допускает, что

$\forall x_2(a_2) \in X_2, \exists j_2 \in Y$ : имеет место  $j_2 = x_2; x_2 \in X_2 \cap U$ .

Для выделенного таким образом принципов взаимодействия,

ставится задача реализации активным элементом типовых целей согласования. Рассматриваются следующие сочетания этих целей на контурах  $L_1^{(x_1)}(x_1), L_2^{(x_2)}(x_2)$  (§ 2.3) и  $L_1^{(x_2)}(x_1), L_2^{(x_1)}(x_2)$  (§ 2.4).

Утверждение 1. Для реализации целей  $L_1^{(x_1)}(x_1), L_2^{(x_2)}(x_2)$  элементом ромбовидной системы, при взаимодействии центров  $U_1$  и  $U_2$  по варианту 1, достаточно выполнение следующих условий одновременно:  $\forall x_1 \in X_1(x_1), j_1 \in P(x_1, x_2, f, \lambda),$

$j_2 \in Y; j_2 = x_2, x_2 \in \tilde{X}_2 \cap Y;$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_1^{(x_1)}(x_1) \neq \emptyset; \quad (5)$$

$\forall x_2 \in X_2(x_2), j_2 \in P(x_1, x_2, f, \lambda), j_2 \in Y;$

$j_1 = x_1, x_1 \in \tilde{X}_1 \cap Y;$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_2^{(x_2)}(x_2) \neq \emptyset.$$

Утверждение 2. Для реализации целей  $L_1^{(x_1)}(x_1), L_2^{(x_2)}(x_2)$  элементом ромбовидной системы, при взаимодействии центров  $U_1$  и  $U_2$  по варианту 2, достаточно выполнение следующих условий:  $\forall x_1 \in X_1(x_1), j_1 \in P(x_1, x_2, f, \lambda),$

$x_2 \in \tilde{X}_2 \cap Y;$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_1^{(x_1)}(x_1) \neq \emptyset; \quad (6)$$

$\forall x_2 \in X_2(x_2), j_2 \in P(x_1, x_2, f, \lambda), x_2 \in \tilde{X}_1 \cap Y;$

$$P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap L_2^{(x_2)}(x_2) \neq \emptyset.$$

Получены легко проверяемые достаточные условия, реализующие разные сочетания целей согласования на контурах при обоих вариантах гипотез. Например, цель  $L_1^{(x_1)}(x_1), L_2^{(x_2)}(x_2)$  — реа-

лизована на множестве допустимых планов следующими разрывными функциями штрафа  $\chi_2(x_2, j_2)$  (рис. 2).

$$x_1 \in \tilde{X}_1$$

$$\chi_1(x_1, j_1)$$

и

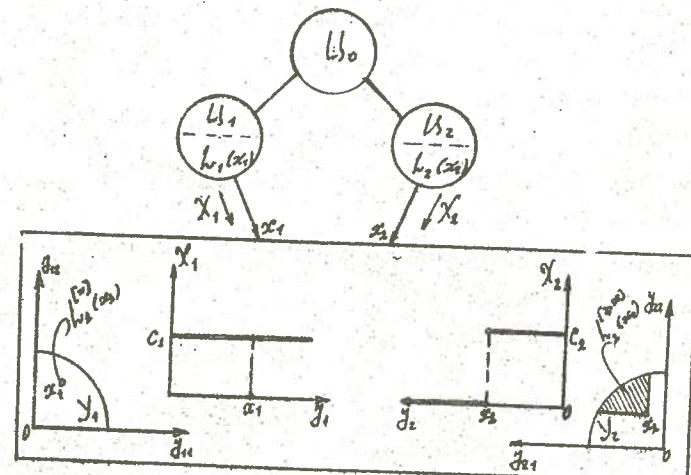


Рис. 2

где  $C_1 \geq \Delta_{X_2} h;$

$$C_2 \geq \Delta_2 \max\{\Delta_{X_2} h, \Delta_{X_1} h\}, \Delta_2 = Y_2^{\max} - X_2^{\min}; \quad (7)$$

при условиях

$$C_1 + C_2 \leq M; \quad (8)$$

$\Delta_{X_2} h, \Delta'_{X_2} h$  и  $\Delta''_{X_2} h$  — заданные характеристики фиксированной части в (I), с позиции  $U_1$  и  $U_2$  соответственно.

Одной из особенностей диссертационной работы можно считать наличие в модели системы ограничение на суммарной функции

штрафов типа (8), (функционирование активной системы при таких ограничениях раньше не исследовалось). Наличие ограничения такого вида в системе достаточных условий решения задачи согласования позволяет связывать выделяемые в нижних контурах средства материального поощрения и указать, достаточны ли они для реализации заданных целей согласования.

В связи с этим в § 2.5 проводится анализ совместности системы достаточных условий (7), (8). Доказывается следующее утверждение.

Утверждение 3. Система достаточных условий (7), (8) совместна, если:

$$\forall x \in X, y \in P(x_1, x_2, f, \lambda) \text{ и } y:$$

$$M \geq \max_{y \in Y} (\max_{x_2 \in X} h(y_1, y_2, \lambda) - h(x_2, y_2, \lambda)) / \max_{y \in Y} h(y_1, y_2, \lambda), \quad (9)$$

$$\max_{x_1 \in X} (h(y_1, y_2, \lambda) - h(y_1, x_2, \lambda))_{y_2 = x_2};$$

где  $M > 0$  — ограниченное средство материального поощрения.

Условие (9) является достаточным условием совместности (7), (8). Оно имеет простой вид и легко проверяется.

В качестве причин, которые могут привести условия (7), (8) к несовместности, обозначаются следующими моментами:

— ограниченность величины  $M$ ;

— не достаточная "заинтересованность" элемента в выполнении заданных требований, т.е.  $\forall (x_1, x_2) \in X, y \in P(x_1, x_2, f, \lambda)$ :

$$y_1 \notin h_1(x_1), y_2 \notin h_2(x_2);$$

На эти и другие причины указывается в третьей главе. Там же определяются пути их устранения.

В § 2.6 исследуется задача согласования для рассматриваемой в предыдущих параграфах модели функционирования. Отличие в том, что в этой задаче центры нижнего уровня не полностью информированы о множестве возможных состояний элемента. Такая ситуация часто приводит к назначению нереализуемых планов в нижних контурах.

В качестве решений (метода решений) этой задачи можно предложить постановку целевых ограничений в виде различного рода суперпозиций требования на соотношение плановых и фактических состояний нижних подсистем: приближение к нереализуемому плану, точного выполнения, если план реализуем, выполнение и перевыполнение плана в заданной "зоне" и т.д.

Реализация такого ряда набора требований производится соответствующим подбором центрами нижнего уровня изменяемой части целевой функции элемента. Модель поведения элемента имеет вид (10)

$$f(x_1, x_2, y_1, y_2, \lambda) = h(y_1, y_2, \lambda) - \chi_1(x_1, y_1) - \chi_2(x_2, y_2) \xrightarrow{\max_{y_1 \in Y_1(x_1), y_2 \in Y_2(x_2)}}, \quad (10)$$

где  $h(y_1, y_2, \lambda)$  — фиксированная часть, а  $(\chi_1(x_1, y_1) + \chi_2(x_2, y_2)) \geq 0$  — изменяемая часть,  $(x_1, y_1) \in X_1$ ,  $(x_2, y_2) \in X_2$   
 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in \Lambda$  — фиксированный параметр.

Задача состоит в нахождении таких  $X_1(x_1, y_1) \geq 0, X_2(x_2, y_2) \geq 0$ , которые стимулировали бы элемент в выборе состояния из определенного конусного отрезка, а затем приближение к плану, если план не реализуем, выход на границу множества возможных состояний, если план реализуем и ненапряженный и точное выпол-

нение, если план реализуем и напряженный.

Таким условиям удовлетворяют штрафы следующего вида:

$$\chi_1(x_i, y_j) = \begin{cases} C_1 > 0, y_j \in K(x_i - a_1, x_i) \cup K(x_i, x_i + b_1) \cap Y_i(z_i) \\ C_1 - \gamma_1(y_j - (x_i - a_1)), y_j \in K(x_i - a_1, x_i) \cap Y_i(z_i) \\ C_1 - \gamma_1(y_j - x_i), y_j \in K(x_i, x_i + b_1) \end{cases}$$

где  $C_1 \geq (y_{j_{\max}} - x_i^{min} + \theta_1) \cdot \max\{\bar{U}_{X_1}^h, \bar{U}_{X_1}^l\}$ ;

$$\gamma_1 \geq \bar{U}_{X_1}^h, x_i - \theta_1 \leq y_j \leq x_i + b_1; \quad (II)$$

а также

$$\chi_2(x_2, y_j) = \begin{cases} C_2 > 0, y_j \in K(x_2 - a_2, x_2) \cup K(x_2, x_2 + b_2) \cap Y_2(y_j, z_i) \\ C_2 - \gamma_2(y_j - (x_2 - a_2)), y_j \in K(x_2 - a_2, x_2) \cap Y_2(y_j, z_i) \\ C_2 - \gamma_2(y_j - x_2), y_j \in K(x_2, x_2 + b_2) \end{cases}$$

где

$$C_2 \geq (y_{j_{\max}} - x_2^{min} + \theta_2) \cdot \max\{\bar{U}_{X_2}^h, \bar{U}_{X_2}^l\};$$

$$\gamma_2 \geq \bar{U}_{X_2}^h, x_2 - \theta_2 \leq y_j \leq x_2 + b_2; \quad (II)$$

совместное выполнение этих условий вместе с (2) обеспечивает реализацию всех вариантов целевых постановок в обоих нижних контурах управления.

В § 2.7 задача согласования развита для систем с матричной структурой: центр верхнего уровня  $L_0$  —  $m$  центров нижнего уровня —  $n$  активных элементов.

Дается описание и схема функционирования таких систем с выделением контуров управления на уровнях иерархии. Задача синтеза согласованных механизмов решается с применением следующей совокупности приемов: структурной декомпозиции системы на совокупность ромбовидных систем и применение для них полученных результатов решений задач согласования; устранение дополнительных неопределенностей по связям ромбовидных систем; редукция целей согласования каждого элемента в зависимости от центров нижнего уровня.

В третьей главе рассматривается вопрос координации в задачах согласования для ромбовидных систем. Предлагается координация двух видов: первый — с помощью координирующих параметров, находящихся в целевой функции элемента; второй — с использованием координирующих параметров, имеющихся в модели ограничения системы.

Задача координации возникает тогда, когда задача согласования не имеет решения, т.е. не выполняется условие (2). Причинами такой ситуации могут быть следующие моменты:

1. Задаваемая центром величина  $M$  ограничена.

2.  $M$  не ограничен, но (2) все равно нарушается.

С целью уточнить эти моменты и наметить пути их устранения в параграфе 3.1 предлагается следующая последовательность ходов:

— определить приоритет целей согласования  $L_1(x_1)$  и  $L_2(x_2)$ ;

— имеющиеся средства  $M$  распределить по приоритету, т.е. определить  $M_1^{min}$  для реализации, например, цели  $L_1(x_1)$ ;

— проверить, хватает ли  $M_2 = M - M_1^{min}$  для реализации  $L_2(x_2)$ . В результате этих действий получим две

разные ситуации.

1.  $M_1^{min} + M_2 \leq M$ , т.е.  $M_2$  достаточно для реализации  $L_2(x_2)$ . Это означает, что причинами невыполнения (2) являются:

- не достаточная "заинтересованность" элемента в выполнении заданных требований,

- не обоснованные процедуры взаимодействия центров  $B_1$  и  $B_2$  и т.д.

2.  $M_1^{min} + M_2 > M$  это означает, что причинами невыполнения (2) могут быть:

- ограниченность средства поощрения  $M$ ;

- недостоверность информации от других центров, на основе которой определяются плановые значения в контурах.

Для устранения первой ситуации в § 3.2 предлагается способ "стимулирующей" координации с использованием цен  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in \Lambda$  или средства дополнительного поощрения  $X(v, u)$ .

При координации с ценами функция стимулирования имеет вид

$$f(x, j, \lambda_1, \lambda_2) = h(j, j_2, \lambda_1, \lambda_2) - X_1(x_1, j_1) - \quad (13)$$

$$- X_2(x_2, j_2) \underset{j_1 \in L_1(x_1)}{\underset{j_2 \in L_2(x_2)}} \max$$

Задача ставится следующим образом:

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_1 \rightarrow ?, \quad \tilde{\lambda}_2 \rightarrow ?: \quad \forall x \in \tilde{X}, \\ j \in P(x, x_2, f, \tilde{\lambda}); \quad j \in L_1(x_1) \cup L_2(x_2). \end{aligned} \quad (14)$$

Дается схема решения этой задачи. По этой схеме определяются новые цены  $(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2) \in \Lambda$  и после сравнения со старыми, назначаются подходящие.

При координации с использованием  $X(v, u)$  функция стимулирования элемента имеет вид:

$$\begin{aligned} f(x, j, v, u, \lambda) = h(j, \lambda) - X_1(x_1, j_1) - X_2(x_2, j_2) + \\ + X(v, u) \underset{(T_1(j_1), T_2(j_2)) \in U}{\max} \end{aligned} \quad (15)$$

где  $X(v, u) \geq 0$  является средством материального поощрения, задаваемое центром верхнего уровня. Оно направлено на реализацию целевых требований на верхнем контуре и дополнительно стимулирует элемент.

Задача состоит в нахождении  $X(v, u) \geq 0$ , который обеспечивал бы выбор  $y \in P(x, T_1(v), T_2(u), f)$  таким образом, что  $(T_1(j_1), T_2(j_2)) \in h(v)$ .

Утверждение 4. Для реализации цели согласования  $L^{(v)}$ , достаточно выполнение следующего условия  $X(v, u) \rightarrow ?$ ,

$$\forall v \in V, \quad u = (T_1(j_1), T_2(j_2)) \in U,$$

$$\begin{aligned} j \in P(x, T_1(x_1), T_2(x_2), f, \lambda) \cap Y: \\ X(v, v) - X(v, u) \geq \Delta_X H. \end{aligned}$$

где  $\Delta_X H$  - предельное приращение фиксированной части в (15).

Механизм реализации  $L^{(v)}$  можно назвать и двухконтурным механизмом управления в ромбовидной системе.

Для устранения ситуации  $M_1^{min} + M_2 > M$  в § 3.3 предлагаются способы "лимитирующей" координации с использованием редукции (замена) целей согласования и корректировка плановых значений в нужном контуре.

Если, редукций целей, вычисляемый для него средства, например,  $M_2$  все таки не хватает для реализации  $L_2(x_2)$ ,

то в этом контуре строится множество согласованных планов

$$X_2^{(x)}(f, \tilde{M}_2, M) = \left\{ x \mid P(x_1, x_2, f, \lambda) \cap \right. \\ \left. \cap (h_1^{(x_1)}(x_2) \cup h_2^{(x_1)}(x_2)) \neq \emptyset \right\}. \quad (17)$$

и  $X_2$  назначается из  $X_2 \cap X_2(f, \tilde{M}_2, M)$ .

В параграфе 3.4 излагаются разные варианты сочетания предлагаемых способов координации.

В параграфах 4.1 и 4.2 дается описание этапов построения структурных срезов системы управления в последовательности:

- выбирается основание декомпозиции системы на компоненты;
  - по выбранному основанию проводится декомпозиция, в результате чего система представляется как набор связанных компонент;
  - выбирается тип связей, принимаемых к рассмотрению (тип структуризации системы).

Объектом управления рассматривается жизненный цикл изделия, представленный по стадиям. На одном из этапов построения основанием декомпозиции выбирается поуровневой аспект срабатывания системы управления одной из стадий жизненного цикла, что порождает выделение контуров управления на уровнях иерархии. На этапе декомпозиции стадий жизненного цикла по группам однородной продукции и/или по месту прохождения стадий, декомпозируется и система управления, соответственно на отраслевой и/или территориально-отраслевой системы управления. На следующем этапе основанием декомпозиции можно рассматривать функции управления. В результате получим функциональную структуру системы управления, которая в свою очередь декомпозирована по контурам управления. Выбор варианта сочетаний функции управления на контурах дает возможность получить соответствующую функциональ-

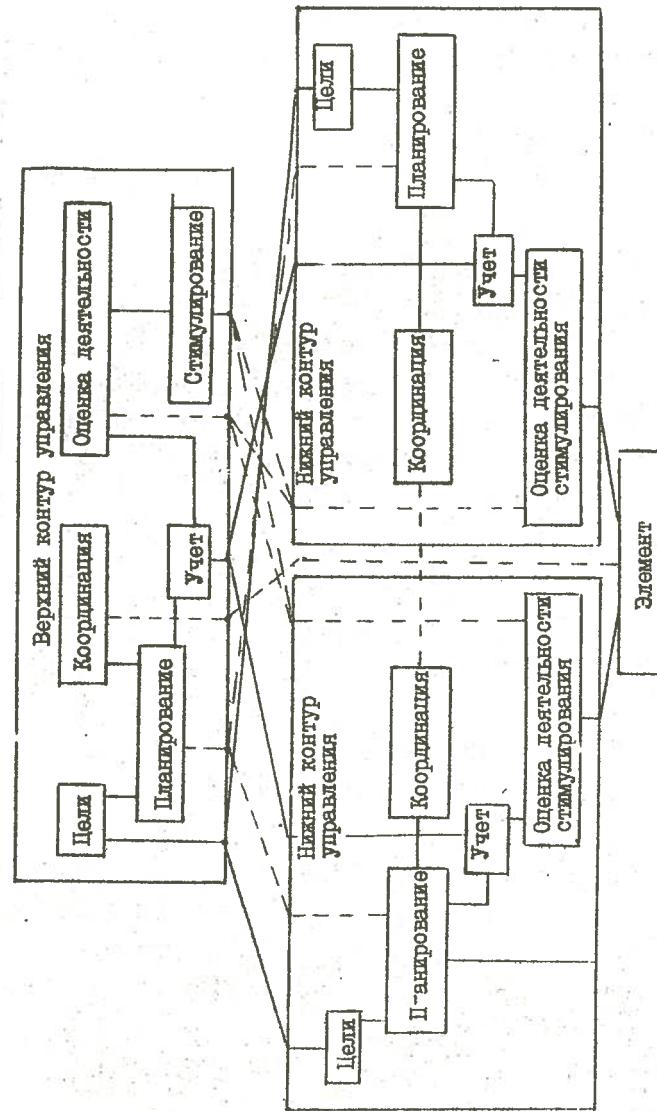


Рис. 3. Пример функциональной структуры многоконтурного механизма управления томографической системой

ную структуру системы управления, один из примеров которой (для ромбовидной системы) дается на рис. 3.

В параграфах 4.3 и 4.4 разработаны основные этапы обследования организационных систем с ромбовидной структурой и выделенными контурами на уровнях иерархии. Составной частью обследования является схема построения и настройки согласованных механизмов оценки деятельности и стимулирования. Схема построения обосновывается на существовании разных уровней иерархии и учитывает разные варианты распределения функции управления между контурами. Осуществляется настройка показателей оценки деятельности и стимулирования, реализующие цели согласования  $L_1(x_1), L_2(x_2)$  и  $L_1(x_1), L_2(x_2)$  в нижних контурах управления ромбовидной системы.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Разработана базовая модель функционирования ромбовидной системы. Базовая модель расширена в направлении охвата характерных особенностей ромбовидных систем (распределение функций управления между центрами управления) с учетом выделенных контуров управления на уровнях иерархии. На этой основе разработан базовый комплекс моделей ромбовидных систем.

2. Для базового комплекса моделей сформулированы задачи согласования, когда требуется обеспечить заинтересованность элемента в реализации заданного соотношения между планом и его реализацией. Получены достаточные условия реализации типовых целей согласования для базового класса моделей в условиях полной и неполной информированности центров нижнего уровня, при

наличии ограничения на суммарную функцию штрафов или материального поощрения.

3. Для систем с ромбовидной структурой, исследованы вопросы координации в задачах согласования. Разработана последовательность этапов решения задачи координации. В зависимости от возникших ситуаций в задачах согласования координация осуществляется или центром верхнего уровня или центром нижнего уровня. Центр координацию осуществляет с использованием цен (разработана схема вычисления новых цен) или материального поощрения (получены достаточные условия реализации целевых требований на верхнем контуре).

Центры нижнего уровня координацию осуществляют с использованием методов редукции (замена) целей согласования или корректировки плановых значений (новые планы назначаются из множества согласованных планов).

Определены разные варианты сочетания способов координации в задачах согласования ромбовидной системы.

4. Результаты полученные в ромбовидных системах, развиты на системы с матричной структурой.

5. Разработаны: методика выделения и структуризации контуров управления в социально-экономических системах; схема обследования и моделирования механизмов с выделенными контурами управления и процедур оценки деятельности и стимулирования в активных системах с ромбовидной структурой с учетом разных вариантов распределения функции управления между контурами управления; методики оценки настройки систем стимулирования в ромбовидных системах на достижение цели согласования.

Использование разработанных методик, которые основываются на результатах диссертационной работы, позволило увеличить обо-

основанность выбора наилучшего механизма управления путем повышения аналитического уровня принятия решений.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хуцишвили С.А. Модели многоуровневых активных систем. /В кн.: Тезисы докладов X Всесоюзного совещания-семинара "Управление иерархическими активными системами". Тбилиси: Мецниреба, 1986.
2. Константинова Н.В., Хуцишвили С.А. Задачи согласования в трехуровневых системах с распределенным принятием решений. /В кн.: Тезисы докладов XXI Всесоюзной школы "Автоматизация научных исследований". - Фрунзе: Илим, 1987.
3. Кондратьев В.В., Курмангалиев А.М., Хиджакадзе А.Г., Хуцишвили С.А. Стимулирование в организационных системах о несколькими контурами управления. /В кн.: "Анализ и синтез распределенных систем". Тезисы и сообщения. - Тбилиси: Мецниреба, 1987.
4. Хуцишвили С.А. Технология исследований задач согласования в организационных системах с ромбовидной структурой. /В кн.: Тезисы докладов XI Всесоюзной школы-семинара "Управление большими системами". Вильнюс, 1988.
5. Курмангалиев А.М., Хиджакадзе А.Г., Хуцишвили С.А. Некоторые примеры многоконтурного управления в активных системах. /В кн.: Механизмы управления социально-экономическими системами". Сборник трудов, ИПУ, Москва, 1988.