

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ

На правах рукописи

АНДРЕЕВ Сергей Петрович

УДК 65.012

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
СИНТЕЗА МЕХАНИЗМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ С АДАПТИВНОЙ  
ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ В АКТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и  
экономических системах

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 1994

Работа выполнена в Институте проблем управления  
(автоматики и телемеханики).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией № 57 Института проблем управления В.Н. Бурков.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, профессор В.В. Дикусар;
- доктор технических наук, старший научный сотрудник Ф.Т. Алескеров.

Ведущее предприятие – Московский физико-технический институт.

Зашита состоится 19 мая 1994 г. в 14 час. на заседании Специализированного совета Д.002.68.03 Института проблем управления по адресу: 117342, Москва, Профсоюзная ул., 65. Телефон совета: 334-93-29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института проблем управления.

Автореферат разослан "15" апреля 1994 г.

Ученый секретарь  
Специализированного совета  
к.т.н.

С.А. Власов

Актуальность проблемы. Проблема совершенствования управления предприятиями и организациями находится в сфере наиболее важных и актуальных задач современной науки управления. Успешное ее решение в условиях рынка в значительной мере зависит от того, насколько полно в системе управления учитываются экономические интересы производственных коллективов.

Теория активных систем учитывает принципиально новые по сравнению с техническими системами свойства объектов управления, обусловленные присутствием человека в контуре управления. На основании результатов, полученных в рамках теории активных систем, могут формулироваться для конкретных объектов народного хозяйства рекомендации по совершенствованию хозяйственного механизма и, в частности, по совершенствованию методов оценки деятельности, экономического стимулирования, инвестиций и т.д.

Решение задач управления в активных системах достигается соответствующим выбором механизма функционирования системы. Процесс функционирования активной системы носит повторяющийся характер и слагается из отдельных периодов функционирования. Если в определенных условиях результаты функционирования системы в любом из периодов не зависят от результатов предыдущих, и в этом смысле периоды независимы, в теоретических исследованиях рассматривают функционирование системы без повторений. Необходимость рассмотрения собственно повторяющегося функционирования активной системы возникла в связи с исследованием механизмов функционирования с адаптивной идентификацией, когда реализуемые активными элементами состояния используются центром при формировании планов или инвестиций (В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев, В.И. Олойцев, В.В. Щиганов), а также динамических моделей ограничений элементов, когда их

множества возможных состояний зависят от реализованных ранее состояний (В.Н. Бурков, В.В. Ивания, А.В. Щепкин). В этих направлениях (обзор результатов содержит приложение I к диссертационной работе) для механизмов функционирования, в основном, исследовались задачи с одним критерием эффективности.

Вместе с тем, в условиях неопределенности для центра и при наличии повторений предстаивают интерес механизмы функционирования, обеспечивающие выполнение сразу нескольких требований, относящихся к различным участкам функционирования системы. Здесь актуальным является разработка нового подхода к синтезу механизмов функционирования. В оговоренных условиях В.В. Кондратьевым предложено использование идеи последовательного синтеза механизмов функционирования.

Формулировка исследуемой в диссертационной работе задачи последовательного синтеза механизмов функционирования содержит разные требования (ограничения) к эффективности искомых механизмов на участках априорной и текущей информированности центра. Решение задачи определяется последовательным синтезом механизмов в соответствии с имеющимися в задаче ограничениями в классе механизмов с адаптивной идентификацией.

Цель и задачи работы. Целью диссертационной работы является разработка метода последовательного синтеза механизмов функционирования в условиях неопределенности для центра и повторяющемся функционировании активной системы применительно к механизмам с адаптивной идентификацией.

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

I. Постановка одной из характерных в условиях неопределенности и наличия повторений в активной системе задачи

последовательного синтеза механизмов функционирования.

2. Решение сформулированной задачи в классе механизмов с адаптивной идентификацией, в том числе, построение и исследование конкретных процедур адаптивной идентификации неопределенных параметров в модели ограниченный активных элементов; определение критериев, оценивающих эффективность механизмов функционирования в условиях априорной и текущей неопределенности; определение для механизмов с адаптивной идентификацией систем стимулирования, обеспечивающих выполнение имеющихся в задаче ограничений на значения критериев функционирования.

3. Разработка рекомендаций по настройке механизмов оценки деятельности и стимулирования на предприятиях и в организациях при адаптивной корректировке нормативной базы планирования.

Научная новизна. В работе сформулирована конкретная задача последовательного синтеза механизмов функционирования. Результаты диссертационной работы по синтезу процедур адаптивной идентификации неопределенных параметров модели ограничений активных элементов являются новыми. Найдены конструктивные достаточные условия на систему стимулирования и процедуру планирования, обеспечивающие для механизмов с адаптивной идентификацией монотонное возрастание текущей эффективности, которая к тому же не меньше априорной эффективности и эффективности оптимального механизма без идентификации.

Практическая ценность. Результаты диссертационной работы по настройке шкал стимулирования на реализацию типовых целей согласования в механизмах с адаптивной идентификацией могут использоваться при обследовании хозяйственного механизма предприятий и настройке соответствующих шкал в меха-

низмах стимулирования при адаптивной корректировке нормативной базы планирования с целью обеспечения эффективного функционирования предприятий.

Методы исследования базируются на использовании аппарата теории исследований операций, теории игр, математического анализа.

Связь с планом. Исследования и разработка по теме докторской работы проводились в Институте проблем управления (автоматики и телемеханики) в рамках плановых научно-исследовательских работ по темам "Эффект-3" (1981-1983 гг., № гос. регистрации 81073431), II-83/57 (1983-1985 гг., № гос. регистрации 01.83.00552176), "Эффект-Наука" (1984-1986 гг., № гос. регистрации 84445455), II-86/57 "Согласованная оптимизация" (1986-1987 гг., № гос. регистрации 01.86.0101780).

Реализация результатов докторской работы проводилась в следующих направлениях.

1) При проведении работ Седьмым главным управлением министерства, НИИ электрографии и Институтом проблем управления (автоматики и телемеханики) по программе "Разработка и внедрение на предприятиях подотрасли типовой комплексной системы управления эффективностью науки и качеством работы НИИ и КБ" (КС УЭН и КР) нашли отражение результаты четвертой главы докторской работы, в которой изложены "Методические основы настройки показателей оценки деятельности при адаптивной корректировке нормативов". Годовой экономический эффект от внедрения I-й очереди КС УЭН и КР в НИИ электрографии составляет 437 тыс. руб. в ценах 1983 г.

2) На основании полученных в работе результатов предложены типовые процедуры оценки деятельности и стимулирования для разрабатывающих подразделений в рамках КС УЭН и КР в НИИ

электрографии. Это позволило на предприятиях повысить эффективность и качество труда, улучшить технические характеристики разрабатываемых образцов новой техники. Результаты докторской работы проверены в процессе эксплуатации КСУЭН и КР и подтверждены экономическим эффектом. Годовой экономический эффект только на ВЦ от работы системы составил 94,1 тыс. руб. в ценах 1989 г.

Личный вклад. Все основные результаты работы получены автором.

Апробация работы. Основные результаты, полученные в докторской работе, докладывались на научных семинарах Института проблем управления (ИПУ), на XIII конференции молодых ученых ИПУ (Москва, 1977 г.), на научной конференции Московского физико-технического института (г. Долгопрудный, 1978 г.), на межвузовском научно-техническом семинаре "Автоматизация научных исследований по совершенствованию хозяйственных механизмов" (Калинин, 1984 г.), на III Всесоюзном семинаре "Методы решения задач оперативного управления в АСУ отраслевого и межведомственного уровней" (Сузdal', 1984 г.), на конкурсе лучших работ ИПУ (1984 г.), представлены на I Всесоюзной научно-технической конференции "Синтез и проектирование многоуровневых систем управления" (Барнаул, 1982 г.), на X Всесоюзном совещании-семинаре "Управление иерархическими активными системами" (Тбилиси, 1986 г.).

Публикации. По теме докторской работы автором опубликовано 11 печатных работ общим объемом 3,8 печ. листа.

Структура и объем работы. Докторская работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы и содержит 206 стр., в том числе 150 стр. машинописного текста, 29 рис., 13 таблиц, 14 страниц машинописного текста

по списку используемой литературы, включающему 115 наименований. Приложения к диссертационной работе содержат обзор и справки о внедрении результатов диссертационной работы.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, указана возможность использования результатов работы в условиях рыночных отношений в экономике, кратко изложены основные положения диссертационной работы.

Глава I. В начале главы в § I.1 дается общее описание базовой в теории активных систем модели двухуровневой детерминированной активной системы, включающее описание структуры системы, модели ограничений активных элементов и механизма функционирования.

В § I.2 рассматриваются механизмы с адаптивной идентификацией.

Функционирование системы носит повторяющийся характер при наличии неопределенности для центра, которая заключается в начальной априорной его информированности о моделях ограничений активных элементов, когда центру неизвестно значение вектор-параметров  $\alpha_i^t$  в параметрически заданных множествах возможных состояний  $Y_i(\alpha_i^t)$  элементов. В.Н. Бурковым был выделен класс механизмов с адаптивной идентификацией. При этом предполагается оценку  $\alpha_i^t$  строить по некоторому правилу  $\alpha_i^t = \xi_i(\alpha_i^{t-1}, y_i^{t-1})$ , т.е. в зависимости от состояния элемента  $y_i^{t-1}$  предыдущий период. Эта модель лежит в основе исследуемых в диссертационной работе процедур идентификации. Предполагается, что наряду с

построением для неизвестных параметров оценок  $\alpha_i^t$  центр также уточняет множество  $\mathcal{R}_i$ , отражающее априорную информированность центра о возможных значениях этих параметров. По отношению к множествам возможных состояний элементов  $Y_i^t = Y_i(\omega_i^t), i=1, n$ , где  $\omega_i^t$  истинное значение неизвестного центру параметра в период  $t$ , предполагается справедливым ряд свойств. Среди них выделим "расширение" множеств по периодам, т.е.  $Y_i^t \subset Y_i^{t+1}$ . Содержательно это означает, например, возможность инвестирования элементов по периодам.

В § I.3 приводится рассматриваемая в работе задача последовательного синтеза механизмов с адаптивной идентификацией. Для постановки задачи определим исходное множество механизмов и критерии функционирования. Предполагается, что множество механизмов  $G$  непусто и включает механизмы с адаптивной идентификацией  $g = \langle f_0, \mathcal{H}, \pi, f \rangle$ , где  $\mathcal{H}$  – процедура идентификации,  $\pi$  – процедура планирования,  $f_0$  и  $f = (f_1, \dots, f_n)$  – целевые функции соответственно центра и элементов. Множеству  $G$  сопоставляется множество  $G_H$ , включающее механизмы  $g''$ , которые не используют процедур идентификации и у которых совпадают остальные составляющие с некоторым механизмом  $g'$  из  $G$ .

При повторяющемся функционировании и неопределенности можно выделить три основных участка: априорной неопределенности, неравновесного и равновесного функционирования. Предполагается, что в периоде с первого по  $(t_c - 1)$ -й включительно допускается изменение множеств возможных состояний по периодам (динамическая модель ограничений). В  $t_c$ -м периоде центр начинает использовать текущую информацию. Начиная с

$t_c$  -го периода множества возможных состояний не изменяются и к некоторому периоду с номером  $t_p > t_c$  в системе может установиться ситуация равновесия.

Участку априорной неопределенности соответствует критерий априорной эффективности  $k_A(g)$ , который представляет собой гарантированное значение функции  $f_0(x^t, y^t)$  в периоды, для которых планы формируются только с учетом априорных данных. Критерий текущей эффективности  $k_T(g)$  оценивает гарантированное значение  $f_0(x^t, y^t)$  в периоды с номерами  $t \geq t_p$ . В равновесии используется критерий  $k_p(g)$ . Для механизмов из  $G_n$  текущая эффективность  $k(g)$  совпадает с априорной. Используются также показатели, связанные со свойством согласования по выполнению плана, или  $\chi$  -согласованности механизма и свойством обеспечения точной идентификации в смысле  $\alpha^t = w^t$ , соответственно критерии  $g_{x_t}^t(g)$  и  $g_{\alpha_t}(g)$  априорной и текущей  $\chi$  -согласованности и критерий точной идентификации  $g_n^t(g)$ .

В работе рассматривается задача. Дано:  $G \cup G_n$  :

$$Q_1: Y(\alpha^t) \subset Y(w^t), t > t_p; \quad (1)$$

$$Q_2: \text{если } g_n^t(g) = 1, \text{ тогда } g_{x_t}^t(g) = 1; \quad (2)$$

$$Q_3: k_A(g) \geq \max_{z \in G_n} k(z); \quad (3)$$

$$Q_4: k_{T+1}^t(g) \geq k_T^t(g); \quad (4)$$

$$Q_5: k_T^t(g) > k_A(g); \quad (5)$$

$$Q_6: \exists \tau \in \{t_c, \dots, t_c + \tau\}: g_n^{t_c + \tau}(g) = 1; \quad (6)$$

$$Q_7: k_p(g) = \max_{z \in G_{q, q_2}} k(z), t \geq t_p. \quad (7)$$

Определить  $G_q \supset G_{q, q_2} \dots \supset G_{q, q_p}$ .

Здесь обозначено символом  $G_{q, q_i}$  множество механизмов, означающее, что механизм  $g \in G_{q, q_i}$  удовлетворяет первым  $i$  требованиям.

В задаче требуется на первом шаге выделить в пределах множества  $G$  непустое подмножество механизмов  $G_{q_1}$ , обеспечивающих принадлежность оценочных множеств возможных состояний  $Y(\alpha^t)$  соответствующим истинным множествам  $Y(w^t)$ .

На втором шаге описание множества  $G_{q_1}$  дополняется с тем, чтобы выделить  $\chi$  -согласованные механизмы в условиях точной идентификации параметра. Затем построенные множества механизмов  $G_{q, q_2}$  следует дополнить в целях выделения множества механизмов  $G_{q, q_3}$  с априорной эффективностью, не уступающей эффективности оптимального на множестве  $G_n$  механизма. Следующие два ограничения устанавливают требование монотонного возрастания текущей эффективности в процессе функционирования системы, причем, текущая эффективность превышает априорную. Согласно следующему ограничению искомые механизмы в условиях статической модели ограничений не более, чем за  $T$  периодов должны обеспечить точную идентификацию неопределенного параметра. Наконец, определяются механизмы, которые по критерию равновесной эффективности оптимальные на множестве  $G$ . Предлагаемая задача последовательного синтеза содержит естественные требования к механизмам в условиях повторений. На рис. I иллюстрируются требования на соотношения эффективностей вдоль траектории функционирования.

Глава II. В § 2.1 для решения сформулированной задачи строится схема определения активными элементами рациональных состояний в условиях механизма с адаптивной идентификацией. Модель поведения дальневидного элемента определяется его

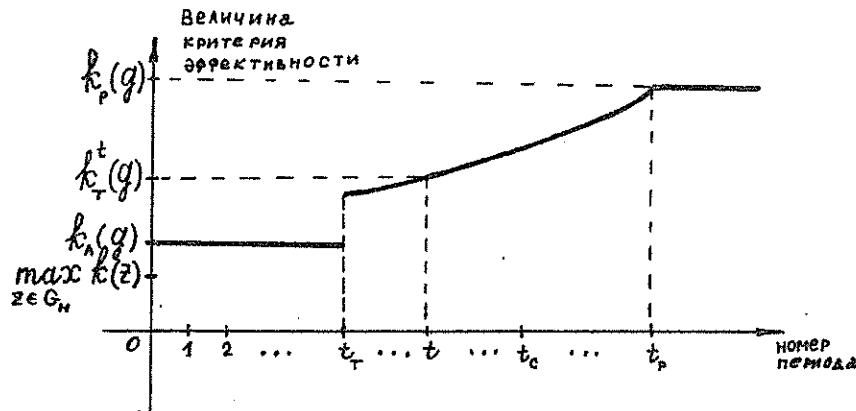


Рис. I

критерием эффективности  $\varphi_i^t = \varphi_i(x_i^t, y_i^t, \dots, y_i^{t+\tau_i^t})$ , где  $\tau_i^t$  — число учитываемых будущих периодов. Для определения рациональных состояний  $t$ -го периода элемент для критерия эффективности  $\varphi_i^t$  решает экстремальную задачу

$$\varphi_i^t = f_i(\pi_i(\alpha^t), y_i^t) + \sum_{q=t+1}^{t+\tau_i^t} f_i(\pi_i(\alpha_i, \xi_i(\alpha_i^q, y_i^q)), y_i^q) \rightarrow \max_{y_i^q, \dots, y_i^{t+\tau_i^t} \in Y_i(w_i^t)}$$

в решении которой определяется множество  $Y_i^{*t}$ , объединяющее решения  $y_i^{*t}$  по переменной  $y_i^t$ . Здесь обозначено  $\alpha_i = (\alpha_1, \dots, \alpha_{i-1}, \alpha_i, \dots, \alpha_n)$ . В условиях гипотезы благожелательства множество рациональных состояний

$$R_i^t = R(\alpha_i^t, w_i^t, \tau_i^t) = \begin{cases} Y_i^{*t}, & \text{если } x_i^t \notin Y_i^{*t}, \\ \{x_i^t\}, & \text{если } x_i^t \in Y_i^{*t}. \end{cases}$$

Если  $y_i^{*t}, u_i^{*t}(t), \dots, u_i^{*t+\tau_i^t}(t)$  есть решение задачи (8), то в общем случае прогноз  $u_i^q(t)$ ,  $q > t$  не принадлежит множеству рациональных состояний. Следовательно, дальновидному элементу в каждом периоде приходится определять множество рациональных состояний.

В § 2.2 записываются выражения для содержащихся в рассматриваемой задаче критериев функционирования. Критерии представляют собой гарантированные оценки снизу значений соответствующих показателей.

В § 2.3 предлагаются конкретные процедуры адаптивной идентификации неопределенных параметров как первый шаг решения рассматриваемой задачи, обеспечивающие выполнение (I).

Вектору  $\alpha_i \in \Omega_i^*$  сопоставим вектор  $\bar{\alpha}_i(j) = (\bar{w}_{ij_1}, \dots, \bar{w}_{ij_{j-1}}, \alpha_i, \bar{w}_{ij_{j+1}}, \dots, \bar{w}_{ij_p})$  и определим множество  $\bar{Z}_i(\alpha_i) = \bigcap_{i=1, \bar{i}} Y_i(\bar{\alpha}_i(j))$ .

На основе указанных свойств в работе строится следующая процедура адаптивной идентификации:

$$\begin{aligned} \mathcal{H}^{(1)} &= (\mathfrak{f}^{(1)}, \mu^{(1)}), \\ \mathfrak{f}^{(1)}: \quad \alpha_i^t &= \begin{cases} a_i^{t-1}, & \text{если } y_i^{t-1} \in \bar{Z}_i(\alpha_i^{t-1}), \\ \min_{w_i \in W_i^t} w_i & \text{иначе,} \end{cases} \\ W_i^t &= \{w_i \in \Omega_i^{t-1} \mid y_i^{t-1} \in \Gamma_i(w_i)\}, \quad j=1, \bar{i}; \\ \mu^{(1)}: \quad \Omega_i^t &= E_i(\alpha_i^t) \cap \Omega_i^*, \quad \Omega_i^t = \Omega_i^*, \quad i=1, \bar{n}. \end{aligned} \quad (9)$$

Следующая теорема устанавливает ряд полезных свойств предложенной процедуры.

Теорема 2.1. Процедура идентификации (9) обладает свойствами:

$$Y_i(\alpha_i^{t-1}) \subset Y_i(w_i^t), \quad (10)$$

$$\alpha_i^{t-1} \leq w_i^{t-1}, \quad \forall y_i^{t-1} \notin \bar{Z}_i(\alpha_i^{t-1}): \alpha_i^t > \alpha_i^{t-1}. \quad (II)$$

В соответствии со свойством (10) восстанавливаемые на основе процедуры  $\mathcal{H}^{(1)} = (\mathfrak{f}^{(1)}, \mu^{(1)})$  оценочные множества приближают множества возможных состояний "изнутри".

В условии (II) указано множество состояний, такое, что при

реализованном элементом состояния вне этого множества центр получает более точную оценку неопределенного параметра.

В определенных условиях можно относительно улучшить точность идентификации, предусмотрев для центра возможность использования в одном периоде сразу нескольких из реализуемых ранее состояний.

В § 2.4 в пределах построенного множества  $G_q$ , выделяется подмножество механизмов, удовлетворяющих ограничению (2). Показано, что механизм  $g \in G_q$ , обеспечивает (2) лишь при условии

$$\pi(w^t) \in X^{(x)}(f, w^t) = \prod_{i=1}^n X_i^{(x)}(f_i, w_i^t), \quad (12)$$

где обозначено

$$X_i^{(x)}(f_i, w_i^t) = \{x_i \in Y_i(w_i^t) \mid f_i(x_i, x_i) = \max_{y_i \in Y_i(w_i^t)} f_i(x_i, y_i)\}.$$

Множество  $X^{(x)}(f, w)$  является множеством  $x$ -согласованных планов при механизме с адаптивной идентификацией в условиях точной идентификации параметра. Для выполнения (12) при всех  $w^t \in \Omega^0$  необходимо и достаточно, чтобы процедура содержала ограничение

$$x^t \in X^{(x)}(f, a^t). \quad (13)$$

На следующем шаге решения описание множества  $G_{q_1 q_2}$  требуется дополнить с тем, чтобы получить подмножество механизмов  $G_{q_1 q_2}$ , удовлетворяющих ограничению (3). На первом этапе определяются механизмы без идентификации  $g^{(1)}$ , оптимальные на множестве  $G_h$  по критерию

механизма без идентификации  $b(g)$ :

$$g^{(1)} : k(g^{(1)}) = \max_{g \in G_h} k(g), \quad g^{(1)} \in G_h.$$

Данная задача в условиях частичной информированности центра подробно исследована в теории активных систем. В таком случае элементы не дальновидны и множеством гарантированно реализуемых согласованных планов является  $\hat{X}^{(f, \Omega^0)} = \prod_{w \in \Omega^0} X^{(f, w)}$ . Имеются необходимые и достаточные условия для целевых функций элементов для оптимальности механизма  $g^{(1)} = \langle f_0, \pi^{(x)}(\Omega^0), f \rangle$ .

На втором этапе синтеза рассмотрим процедуру оптимального условия  $x$ -согласованного планирования общего вида

$$\pi^{(x)}(S) : x^t \leftarrow \begin{cases} f_0(x, x) \rightarrow \max, \\ x \in S(f, a^t), \end{cases}$$

где  $S(f, a^t) \subset X^{(f, a^t)}$ .

Теорема 2.2. Пусть целевая функция центра строго монотонно возрастает на  $Y(\bar{w}) \times Y(\bar{w})$  по компонентам вектора состояний:

$$f_0(x^t, y^t) > f_0(x^t, z^t), \quad y^t > z^t. \quad (14)$$

Тогда для механизма  $g = \langle f_0, \mathcal{H}, \pi^{(x)}, f \rangle$  с процедурой планирования  $\pi(a^t) = \pi^{(x)}(S)$  справедливо (3), если

$$\forall a^t \in \Omega^0 : X^{(f, \Omega^0)} \subset S(f, a^t) \subset X^{(f, a^t)}, \quad (15)$$

и  $f$  имеет структуру:

$$f_i(x_i^t, y_i^t) = \begin{cases} f_i^{(1)}(x_i^t, y_i^t), & \text{если } y_i^t \in Y_i(a_i^t) \cup E(x_i^t) \\ f_i^{(2)}(x_i^t, y_i^t) - \theta_i^t & \text{иначе,} \end{cases}$$

где

$$\theta_i^t \geq (\bar{\tau}_i + 1) \left[ \max_{\substack{y_i \in Y_i(\bar{w}_i) \\ w \in \Omega^0}} f_i^{(1)}(\pi_i(w), y_i) - f_i^{(1)}(\pi_i(w), \pi_i(w)) \right] \quad (I7)$$

Таким образом, в условиях (I) и (I4) синтез механизма в соответствии с ограничением (3) можно осуществлять на основании теоремы 2.2. Обозначим через  $F^{(2)}(F^{(1)})$   
 (здесь  $F^{(1)}$  – некоторое множество систем стимулирования  $f^{(1)}$ ) множество функций  $f$  из теоремы 2.2.  
 Также будем записывать  $f_0 = f_0^t$ , если справедливо (I4).  
 Имеем:

$$G_{\theta_1, \theta_2} = \left\{ \langle f_0, \mathcal{H}, \pi^{(1,2)}(S), f \rangle \mid f \in F^{(1)}, f \in F^{(2)}(F^{(1)}) \right. \\ \left. \forall \alpha^t \in \Omega^0 : X^{(1,2)}(f, \Omega^0) \subset S(f, \alpha^t) \subset X(f, \alpha^t) \right\}. \quad (I8)$$

Механизмы  $g \in G_{\theta_1, \theta_2}$  принадлежат также множеству  $G_{\theta_1, \theta_2} \neq \emptyset$  и тем самым удовлетворяют (I) – (3).  
 В § 2.5 рассматривается возможность сведения перечисленных здесь требований, выраженных в виде ограничений на значения с критериям функционирования к требованиям непосредственно на систему стимулирования, которые формулируются в терминах реализации целей согласования, таких как выполнение и перевыполнение плана и т.д., реализация которых обеспечивает выполнение ограничений (2) – (3).

Глава III. В главе продолжено решение рассматриваемой задачи. Исследуются ограничения (4) – (7). В § 3.1 предложены достаточные условия монотонного возрастания текущей эффективности механизма с аддитивной идентификацией в процессе функционирования системы.

Теорема 3.1. Пусть для механизма  $g \in G_{\theta_1, \theta_2}$  имеет место

$R(\alpha^t, w^t, \tau^t) \subset (Y(\alpha^t) \cup E_+(\pi(\alpha^t)))$ ,  $t \geq 2$ .  
 Тогда  $k_{\tau}^{t+1}(g) > k_{\tau}^t(g)$ , если  $\forall w \in \Omega^0, w > v$   
 выполняется

$$S(f, w) \supset S(f, v) \quad (20)$$

или

$$E_+(\pi(v)) \cap S(f, w) \neq \emptyset. \quad (21)$$

В работе приводятся конструктивные достаточные условия выполнения (20) и (21).

Лемма 3.1. Для механизма  $g = \langle f_0, \mathcal{H}, \pi^{(1,2)}, f \rangle$  справедливо (I9), если  $f$  имеет структуру (I6) и

$$\theta_i^t > (\bar{\tau}_i + 1) \left[ \max_{\substack{y_i \in Y_i(\bar{w}_i) \\ w \in \Omega^0}} f_i^{(1)}(\pi_i(w), y_i) - \min_{\substack{y_i \in Y_i(\bar{w}_i) \\ w \in \Omega^0}} f_i^{(1)}(\pi_i(w), y_i) \right]. \quad (22)$$

На основании теоремы 3.1 и леммы 3.1 выделим в пределах множества (I8) подмножество механизмов  $G_{\theta_1, \theta_2}$ :  
 удовлетворяющих (4). Обозначим  $F^{(3)}(F^{(1)}, F^{(2)})$  подмножество системы стимулирования из  $F^{(2)}(F^{(1)})$ , удовлетворяющих ограничению (22). Полагаем  $F^{(3)}(F^{(1)}, F^{(2)}) \neq \emptyset$ .  
 Тогда

$$G_{\theta_1, \theta_2} = \left\{ \langle f_0, \mathcal{H}, \pi^{(1,2)}(S), f \rangle \mid f \in F^{(1)}, f \in F^{(3)}(F^{(1)}, F^{(2)}) \right. \\ \left. X^{(1,2)}(f, \Omega^0) \subset S(f, \alpha^t) \subset X^{(1,2)}(f, \alpha^t), (20) \vee (21) \right\}.$$

В § 3.2 рассматривается ограничение (5):

Теорема 3.2. Пусть  $g \in G_{\theta_1, \theta_2}$ , причем справедливо (21) и  $W^1 = \{w \in \Omega^0 \mid w \geq w^*(x)\}$ , где точка  $w^*(x)$  такая, что

$$E_+(x_i^*) \cap (Y_i(w_i^*(x^*)) \setminus \bar{Z}_i(w_i)) \neq \emptyset, i = \overline{1, n}.$$

Тогда  $k_i^t(g) > k_i^s(g)$ , если

$$\forall w_i \neq \bar{w}_i : f_i^{(t)}(\pi_i(w_i), w_i, \pi_i(\bar{w}_i, w_i)) > \max_{y_i \in E_i(\pi_i(w_i)) \cap Y_i(\bar{w}_i)} f_i^{(s)}(\pi_i(\bar{w}_i), y_i) - \min_{y_i \in E_i(\pi_i(w_i)) \cap Y_i(\bar{w}_i)} f_i^{(s)}(\pi_i(\bar{w}_i), y_i)$$

$$\forall w_i > v_i, y_i \in Y_i(\bar{w}_i) : f_i^{(t)}(\pi_i(w_i), w_i, y_i) > f_i^{(s)}(\pi_i(w_i), v_i, y_i).$$

В § 3.4 приводятся достаточные условия точной идентификации неопределенных параметров при статической модели ограничений активных элементов. Предполагается:

$$\forall w \in \mathbb{R}^n, y_i > z_i > \pi_i(w) : f_i^{(t)}(\pi_i(w), y_i) > f_i^{(s)}(\pi_i(w), z_i), \quad (23)$$

и

$$\forall w_i \neq v_i : \partial Y_i(w_i) \cap \partial Y_i(v_i) = \emptyset, \quad (24)$$

здесь множества  $\partial Y_i(w_i)$  являются максимальными подмножествами  $Y_i(w_i)$  в векторно-покомпонентном смысле (множества максимальных состояний по Парето).

Теорема 3.5. Пусть для механизмов  $g = \langle f_0, \mathcal{H}, \pi, f \rangle$  справедливы (23) и (24). Тогда  $q_n^{t_c}(g) = 1$ ; если  $\forall w_i > a_i > v_i$  выполняется одно из условий

$$\max_{y_i \in Y_i(w_i)} f_i(\pi_i(v_i, w_i), y_i) > \max_{y_i \in Y_i(a_i)} f_i(\pi_i(v_i, a_i), y_i),$$

$$\pi_i(v_i, a_i) \in \operatorname{Argmax}_{x_i \in Y_i(a_i)} (\max_{y_i \in Y_i(a_i)} f_i(x_i, y_i)). \quad (25)$$

Здесь условие (25) формулирует известный принцип открытого управления, когда элементам назначаются наиболее выгодные для них планы. Рассматривается один частный случай различных множеств  $\partial Y_i(w_i)$ , когда  $Y_i(w_i)$  представляет собой прямой параллелепипед.

Теорема 3.6. Пусть  $Y_i(w_i) = \prod_{j=1}^n [v_j^*, w_j]$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $g = \langle f_0, \mathcal{H}, \pi^{(1, 2)}, f \rangle$ , причем целевые функции представимы в виде  $f_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} f_{ij}(y_j - x_j)$  и удовлетворяют (23). Тогда  $q_n^{t_c}(g) = 1$ , если каждая из функций  $f_{ij}(y_j - x_j)$  выпукла по  $y_j$  на  $[v_j, w_j]$  и  $q_n^{t_c}(g) \neq 1$ ,  $t \geq t_c$ , если хотя бы одна из них вогнута.

На основании приведенных условий строится множество механизмов  $G_{g, g_0}$ , удовлетворяющих ограничениям (I) – (6).

В § 3.6 на основании известных ранее результатов приводятся условия абсолютной оптимальности механизма  $g \in G_{g, g_0}$  по критерию  $k_p(g)$ .

Глава IV. Результаты диссертационной работы по построению методики настройки механизма стимулирования применялись при создании и настройке механизма оценки деятельности и стимулирования в условиях адаптивной корректировки нормативов и внедрены в комплексной системе управления отраслевыми НИИ Г Главного управления и в НИИ электротехники, где в составе комплексной системы управления предприятием предложены конкретные шкалы стимулирования. В главе рассматривается применение результатов диссертационной работы в соответствии с реализацией типовых целей согласования в условиях адаптивной корректировки нормативов.

В § 4.1 сформулированы известные основные этапы настройки механизма оценки деятельности при адаптивной корректировке нормативов. Предполагаемые на практике свойства для процедур корректировки нормативов рассмотрены в § 4.2.

В § 4.3 поэтапно излагается настройка механизма оценки деятельности в условиях применения адаптивных процедур и основы методики настройки механизма оценки деятельности в

отобранных условиях.

В большинстве работ целевая функция элемента на практике предполагается аддитивной:

$$f_i(x_i^t, y_i^t) = \varphi_i(x_i^t, y_i^t) + \frac{1}{\beta_i(\cdot)} \sum_{j=1}^{m_i} c_{ij}(x_j^t, y_j^t), \quad (26)$$

где  $c_{ij}(x_j^t, y_j^t)$  – функция преобразования шкалы,  $\beta_i(\cdot)$  – прогнозируемое значение  $i$ -м элементом неизвестных ему величин. Реальным представляется возможность определять некоторые параметры и величины, характеризующие зависимость

$\varphi_i(x_i^t, y_i^t)$ , которая центру точно неизвестна и является фиксированной составляющей целевой функции элемента. Для примера приведем две характеристики:

– предельное приращение

$$\bar{\delta}_i(\bar{w}_i) \geq \max_{x_i, y_i \in Y_i(\bar{w}_i)} \varphi_i(x_i, y_i) - \min_{x_i, y_i \in Y_i(\bar{w}_i)} \varphi_i(x_i, y_i), \quad (27)$$

– предельная скорость возрастания по состоянию

$$\bar{v}_i^{(n)}(\bar{w}_i) \geq \max_{j=1, m_i} \max_{x_i, y_i \in Y_i(\bar{w}_i)} \frac{\partial \varphi_i(x_i, y_i)}{\partial y_j} \quad (28)$$

В условиях структуры целевой функции производственного элемента (26) и наличии у центра информации о характеристиках (27), (28), которую он может получить экспериментным способом, в диссертационной работе на основании полученных выше результатов строятся достаточные условия реализации типовых целей согласования, таких как цель выполнения плана или выбор элементами состояний вне нормативных множеств  $Y_i(a_i^t)$  (при этом выполняется ограничение (2) задачи синтеза), цель выполнения и перевыполнения плана (обеспечивается ограничение (3)), цель перевыполнения плана (обеспечивается ограни-

чения (4), (5), цель выбора минимальных в векторно-покомпонентном смысле состояний – функционирование на пределе своих производственных возможностей (обеспечивается ограничение (6)). На этой основе строятся таблицы настройки локальных показателей оценки деятельности в условиях аддитивной корректировки нормативной базы планирования, ориентированные на оценки характеристик (27) и (28).

В § 4.4 исследуется возможность использования предложенных в таблицах шкал стимулирования в комплексной системе управления эффективностью и качеством работы в НИИ электрографии. В § 4.5 рассматривается применение методики из § 4.3 для построения шкал стимулирования тематических подразделений в НИИ электрографии по показателям объема и номенклатуры. Соответствующие шкалы стимулирования внедрены в комплексной системе управления.

В заключение каждой из глав обсуждаются полученные результаты и приводятся ссылки на работы, в которых они опубликованы.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Сформулирована конкретная задача последовательного синтеза механизмов функционирования активных систем, содержащая характеристические в условиях неопределенности и повторяющиеся функционирования системы требования к механизмам на разных участках функционирования.

2. Построена схема определения дальновидным активным элементом множества рациональных состояний в условиях механизма с аддитивной идентификацией, и на этой основе выписаны выражения для вычисления определенных в работе критериев

априорной и текущей эффективности механизмов функционирования.

3. Предложены и исследованы конкретные процедуры адаптивной идентификации модели ограничений активных элементов, обеспечивающие в каждом периоде функционирования восстановление гарантировано реализуемых состояний.

4. Получены достаточные условия монотонного возрастания по периодам текущей эффективности механизма с адаптивной идентификацией. Предложены достаточные условия, при которых априорная эффективность механизма с адаптивной идентификацией не меньше эффективности оптимального механизма без идентификации.

5. Для системы стимулирования построен ряд достаточных условий точной идентификации неопределенных параметров.

6. Показана возможность сведения содержащихся в рассматриваемой задаче последовательного синтеза ограничений на значения критериев функционирования к требованиям непосредственно на систему стимулирования, которые формулируются в терминах реализации соответствующих целей согласования.

7. Разработана методика настройки шкал стимулирования в типовом механизме оценки деятельности и стимулирования, направленных на реализацию типовых целей согласования в условиях использования адаптивных процедур корректировки нормативной базы планирования. Предложенные в работе шкалы стимулирования включены в механизм оценки деятельности комплексной системы управления в НИИ Электрографии.

#### ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Андреев С.П. Последовательный синтез адаптивных механизмов функционирования активных систем. - В кн.: Тезисы докладов X Всесоюзного совещания-семинара "Управление иерархическими активными системами". Тбилиси: Менхиереба, 1986, 24 с.
2. Андреев С.П. Синтез оптимальных в одном классе адаптивных механизмов функционирования активных систем. - Автоматики и телемеханика, 1985, № 12, с. 72-78.
3. Андреев С.П. Синтез процедур адаптивной идентификации моделей ограничений активных элементов. - В кн.: Механизмы управления социально-экономическими системами. М.: Институт проблем управления, 1988, с. 33-36.
4. Андреев С.П. Системы стимулирования при адаптивных схемах оперативного управления. - В кн.: Методы решения задач оперативного управления в АСУ отраслевого и межведомственного уровня управления: Материалы III Всесоюзного семинара. М.: ВНИИ проблем организации и управления, 1984, с. 49-50.
5. Андреев С.П., Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Палюис Н.-К. С. Принципы управления основной научной и производственной деятельностью НИИ и КБ. - Обмен опытом в радиопромышленности, 1982, № 4, с. 38-45.
6. Андреев С.П., Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Черкашин А.М. Механизмы функционирования организационных систем. Синтез процедур оценки деятельности и стимулирования. М.: Институт проблем управления, 1984. - 53 с.
7. Андреев С.П., Кондратьев В.В. Анализ механизмов функционирования в активных системах со связанными периодами функционирования. - В кн.: Труды МФТИ: Радиотехника и электроника. М.: Московский физико-технический институт,

- 1978, с. 40-45.
8. Андреев С.П., Кондратьев В.В. Анализ и синтез механизмов функционирования двухуровневых систем при различной информированности центра. - В кн.: Проблемы управления в технике, экономике и биологии. М.: Институт проблем управления, 1978, с. 55-58.
9. Андреев С.П., Кондратьев В.В., Константинова Н.В., Цветков А.В. Задачи согласованной оптимизации в активных системах и их применение. - В кн.: Всесоюзное совещание по проблемам управления. - М.: Институт проблем управления, 1986, с. 320-321.
10. Андреев С.П., Кондратьев В.В., Цветков А.В. Модели механизмов реализации целевых программ. - В кн.: Первая Всеобщая научно-техническая конференция "Синтез и проектирование многоуровневых систем управления". Тезисы докладов. Барнаул: Алтайский гос. университет 1982, 51 с.
- II. Андреев С.П., Кулаков С.М., Марченко Ю.Н. Формирование нормативной информации в активных системах. - В кн.: Синтез механизмов управления сложными системами. М.: Институт проблем управления, 1980, с. 24-35.

Личный вклад:

В работах, опубликованных в соавторстве диссертанту принадлежит разработка механизмов функционирования с адаптивной идентификацией в активных системах в условиях неопределенности для центра и их применение.

Зак. 341. Тир. 100. ИАТ  
117806, Москва ГСП-7, Профсоюзная, 65.  
Институт проблем управления.