

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ КООРДИНАЦИИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ “ПОСТАВЩИК - ЗАКАЗЧИК”**

© 2012 Д.Г. Гришанов

кандидат экономических наук, доцент

Самарский государственный аэрокосмический университет

им. академика С.П. Королева

(национальный исследовательский университет)

© 2012 М.М. Васильев

Международный институт рекламы, г. Самара

© 2012 М.И. Куликович

ФГУП ГНПРЦ “ЦСКБ-Прогресс”

© 2012 А.В. Павлова

Международный институт рекламы, г. Самара

E-mail: grishanov-sgau@mail.ru

Рассмотрена задача выбора механизма взаимодействия, параметрически согласованного по оптимальному управлению с позиции целевых функций и заказчика, и агентов. Определена область значений изменений параметров в виде системы неравенств для каждого агента при реализации ими оптимального заказа.

Ключевые слова: агент, оптимальный заказ, механизм взаимодействия, оптимальное управление, целевая функция, параметрическое согласование.

Модель функционирования каждого агента системы поставок зависит от параметров $r_i, i=1, n$, принадлежащих заданным множествам $R_i, i=1, n$ ($r_i \in R_i$), которые могут служить в качестве координирующих (управляющих) параметров в задачах согласованного взаимодействия между заказчиком и поставщиками¹.

Систему взаимодействия между агентами промышленного комплекса, в котором оно осуществляется путем выбора изменений координирующих параметров, будем называть в дальнейшем параметрически согласованной, а параметры, изменения которых обеспечивают компенсацию потерь, связанных с реализацией агентами заказа, будем называть согласованными по управлению².

Сформулированы постановка и решение задачи выбора величин изменения координирующих параметров, согласованных по управлению для активных агентов системы поставок. Для этого вектор координирующих параметров для каждого агента представлен в виде

$$r_i(x_i, y_i) = r_i^m + \Delta r_i(x_i, y_i), i = 1, n, \quad (1)$$

где r_i^m - номинальное значение параметра;

$\Delta r_i(x_i, y_i) = \begin{cases} \Delta r_i(x_i), & \text{если } y_i = x_i \\ 0, & \text{если } y_i \neq x_i, i = 1, n \end{cases}$ - переменная составляющая параметра, представляющая собой координирующее воздействие заказчика на i -й агент.

Тогда с учетом (1) задача параметрически согласованного взаимодействия с позиции интересов поставщиков сводится к следующему: требуется определить такие координирующие воздействия $\Delta r_i(x_i, y_i), i = 1, n$ из допустимой области, которые при реализации заказа обеспечивают максимальное значение целевых функций агентов.

Множество согласованных заказов для данного случая представлены в виде следующих соотношений:

$$S_i(\Delta r_i) = \{x_i \in X_i / \Delta f_i(x_i, \Delta r_i) \geq \Delta q_i(x_i)\}, i = 1, n, \quad (2)$$

где $\Delta q_i(x_i) = \max_{y_i \in Y_i} f_i(y_i) - f_i(r_i, x_i)$ - потери i -го агента при реализации им заказа x_i , установленного заказчиком;

$f_i(r_i, x_i)$ - значение целевой функции i -го агента при реализации заказа;

$\Delta f_i(x_i, \Delta r_i)$ - дополнительный эффект, характеризующий изменение величины целевой функции, полу-

чаемый i -м агентом при изменении параметра на величину $\Delta r_i(x)$ при реализации им заказа.

Из (2) следует, что условием параметрической согласованности механизма взаимодействия, осуществляемого путем изменения координирующих параметров, является выполнение для каждого агента следующего неравенства:

$$\Delta f_i(x_i, \Delta r_i) \geq \Delta q_i(x_i), i = 1, n. \quad (3)$$

Определены условия согласованности заказа $x_i, i=1, n$ с позиции интересов поставщиков, осуществляемого заказчиком путем изменения координирующих параметров $r_i, i=1, n$, с использованием коэффициентов чувствительности целевых функций в виде следующего утверждения.

Утверждение. Пусть целевые функции агентов дифференцируемы по переменным $y_i \in Y_i(r_i), r_i \in R_i, i = 1, n$, тогда необходимым и достаточным условием согласованности заказа $x_i, i=1, n$ является выполнение следующих условий:

$$S_i(\Delta r_i) = \left\{ x_i \in Y_i(r_i, x_i) / \left(\sum_{j=1}^{k_i} \frac{\partial f_i}{\partial r_{ij}} \Delta r_{ij} > \Delta q_i(x_i) \right), \right. \\ \left. r_i, r_i + \Delta r_i \subset R \right\}, i = 1, n, \quad (4)$$

где $\sum_{j=1}^{k_i} \frac{\partial f_i}{\partial r_{ij}}$ - вектор чувствительности целевой функции i -го агента при $y_i = x_i$.

Величина $\left(\sum_{j=1}^{k_i} \frac{\partial f_i}{\partial r_{ij}} \Delta r_{ij} \right)$ представляет собой

дополнительный эффект, который получает агент при условии реализации заказа x_i . В связи с этим условие (4) показывает, что для того, чтобы заказ был согласованным с целевыми функциями агентов, необходимо и достаточно, чтобы получаемый эффект $\left(\sum_{j=1}^{k_i} \frac{\partial f_i}{\partial r_{ij}} \Delta r_{ij} \right), i = 1, n$ при реализации заказа $x_i, i = 1, n$ был бы не меньше потерь $\Delta q_i(x_i), i = 1, n$.

Практическая реализация условий согласованного взаимодействия при известном векторе коэффициентов чувствительности целевой функции сводится к заданию каждому из агентов одновременно с заказом x_i дополнительных координирующих воздействий Δr_i , определяемых из неравенства (4).

Условие (4) позволяет определить механизм взаимодействия, согласованный с позиции интересов поставщиков по любому реализуемому плану. Определим условия, которым должен удовлет-

ворять механизм взаимодействия, согласованный по оптимальному заказу с позиции интересов заказчика. Для определения этих условий введем рассмотрение критерий эффективности взаимодействия в системе "поставщик - заказчик", в целом позволяющий количественно оценить с точки зрения этого критерия эффект, получаемый от реализации оптимального заказа, а затем для каждого агента выбрать величины изменения координирующих параметров, обеспечивающих компенсацию возможных при этом у них потерь, связанных с реализацией заказа³.

Предположим, что заказчик строит оценку своих значений целевой функции $\Phi(x, y)$ на множестве локально-оптимальных для активных агентов состояний $y \in P(x, f)$. Тогда критерий эффективности функционирования будет иметь вид

$$\Psi(x) = \max_{y \in P(x, f)} \Phi(x, y), \quad (5)$$

где $P(x, f) = \{P_i(x_i, f_i), i = 1, n\}$ - множество локально-оптимальных состояний системы в целом;

$P_i(x_i, f_i) = \arg \max_{y_i \in Y_i} f_i(x_i, y_i)$ - множество локально-оптимальных состояний i -го агента.

Задача выбора координирующих параметров, согласованных по заказу на поставку комплектующих при оптимальном функционировании системы "поставщик - заказчик", заключается в определении такого заказа x , который максимизирует целевую функцию $\Psi(x)$, и таких изменений координирующих параметров $\Delta r(x)$, которые максимизируют целевые функции агентов при условии реализации ими оптимального заказа x .

В формализованном виде задача выбора параметрически согласованного оптимального механизма взаимодействия в системе "поставщик - заказчик" с учетом (5) запишется следующим образом:

$$\Psi(x) \rightarrow \max_{x \in X} \\ \Delta r(x) \in \Delta R^n(x), \quad (6)$$

где $\Delta R_c(x) = \{\Delta r(x) = (\Delta r_i(x_i), i = 1, n) / \Delta r_i \leq$

$$\leq \Delta r_i(x_i) \leq \overline{\Delta r_i}, \left(\frac{df_i(x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \right) \geq \Delta q_i(x_i), i = 1, n\}$$

- множество согласованных координирующих воздействий;

$\underline{\Delta r_i}, \overline{\Delta r_i}$ - нижнее и верхнее значение изменения координирующего параметра для i -го агента.

Для согласованного оптимального взаимодействия с позиции интересов заказчика необходи-

мо, чтобы величина общего эффекта $\Delta\Phi(x)$ была не меньше величины суммарного дополнительного эффекта, получаемого агентами при реализации оптимального заказа, т.е. должно выполняться неравенство

$$\Delta\Phi(x) \geq \sum_{i=1}^n \left(\frac{df_i(r_i, x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \right), \quad (7)$$

где $\Delta\Phi(x) = \max_{x \in X} \Phi(x) - \Psi(x)$ - общий эффект, получаемый заказчиком в результате реализации оптимального с позиции системы заказа

$$\Delta R(x) = \{ \Delta r(x) = (\Delta r_i(x_i), i = 1, n) / \underline{\Delta} \quad r \leq \Delta r_i(x_i) \leq \overline{\Delta r_i}, \quad i=1, n,$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{df_i(r_i, x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \leq \Delta\Phi(x) \right) \}. \quad (8)$$

Задача выбора параметрически согласованного оптимального с позиции интересов заказчика механизма взаимодействия с учетом (5) - (8) будет иметь следующий вид:

$$\Psi(x) \rightarrow \max_{x \in X} \Delta r(x) \in \Delta R(x), \quad (9)$$

где $R(x) \Delta R(x) = \{ \Delta r(x) = (\Delta r_i(x_i), i = 1, n) / \underline{\Delta} \quad r \leq \Delta r_i(x_i) \leq \overline{\Delta r_i}, \quad i=1, n,$

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{df_i(r_i, x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \leq \Delta\Phi(x) \right) \} - \text{множество параметрически согласованного по заказу с позиции критерия заказчика.}$$

Множество согласованных по оптимальному заказу координирующих воздействий, таким образом, должно выбираться и с точки зрения целевых функций заказчика (задача 9), и с точки зрения интересов агентов (задача 6). В связи с этим рассмотрим задачу выбора механизма взаимодействия, параметрически согласованного по оптимальному управлению с позиции целевых функций и заказчика, и агентов.

Для решения задачи выбора оптимального параметрически согласованного взаимодействия в системе необходимо, чтобы пересекались множества координирующих воздействий, согласованных по оптимальному заказу с позиции целевых функций заказчика $\Delta R(x)$ и агентов $\Delta R_c(x)$, т.е.

$$\Delta R(x) \cap \Delta R_c(x) \neq \emptyset. \quad (10)$$

Тогда, с учетом (10) задачу синтеза параметрически согласованного по оптимальному заказу с позиций целевых функций заказчика и агентов

механизма взаимодействия запишем в следующем виде:

$$\Psi(x) \rightarrow \max_{x \in X} \Delta r(x) \in \Delta R(x) \cap \Delta R_c(x), \quad (11)$$

где $\Delta R(x) \cap \Delta R_c(x) = \{ \Delta r(x) = (\Delta r_i(x_i), i = 1, n) / \underline{\Delta r_i} \leq$

$$\Delta r_i(x_i) \leq \overline{\Delta r_i}, \left(\frac{df_i(r_i, x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \right) \geq \Delta q_i(x_i), \quad (12)$$

$$i = 1, n, \sum_{i=1}^n \left(\frac{df_i(r_i, x_i)}{dr_i}, \Delta r_i(x_i) \right) \leq \Delta\Phi(x) \} - \text{множество}$$

координирующих воздействий, согласованных по заказу $x = (x_i, i = 1, n)$ с позиции целевых функций заказчика и агентов.

Определена область значений изменений параметров в виде системы неравенств для каждого агента при реализации ими оптимального заказа. Эта область значений изменений параметров имеет нижнюю и верхнюю границы. Нижняя граница определяется в результате решения задачи выбора таких изменений параметров (изменений параметров, согласованных по управлению), при которых компенсируются потери агентов, связанных с реализацией оптимального заказа.

Верхняя граница области согласованных по управлению изменений параметров определяется из условия превышения общего эффекта, получаемого от оптимального заказа над суммарными потерями, связанными с реализацией ими оптимального заказа. В силу этого дополнительный эффект, получаемый агентом для компенсации его потерь, должен быть не более части общего эффекта, представляющей собой разность между общим эффектом от оптимального заказа и суммарной величиной дополнительного эффекта, получаемого всеми другими агентами.

Множество изменений параметров для каждого агента, согласованных по управлению с позиции целевой функции заказчика, должно удовлетворять неравенствам

$$\Delta R_i(x_i^0, f_i, f_0) = \{ \Delta r_i(x_i^0, y_i) \in \Delta R_i / \left(\frac{df_i(r_i, x_i^0)}{dr_i}, \Delta r_i \right) (x_i^0) \leq \leq \Delta g_0(x^0) - \sum_{k=1}^n \left(\frac{df_k(r_k, x_k^0)}{dr_k}, \Delta r_k \right) (x_i^0) \}, i = 1, n. \quad (13)$$

Из неравенства (13) можно определить верхнюю границу области согласованных по заказу изменений параметров $\Delta r(x^0, y)$.

Если для каждого агента множество (13) не пусто, т.е. множество

$$\Delta H_i(x_i^0, f_i, f_0) = \Delta R_i(x_i, f_i) \cap \bigcap \Delta R_i(x_i^0, f_i, f_0) \neq \emptyset, i = 1, n, \quad (14)$$

то существует область значений изменений параметров, при которых имеет место сбалансированность целевых функций агентов и системы в целом при реализации оптимального заказа.

Условие существования согласованных по заказу изменений параметров с позиции целей агентов и заказчика определим из следующего утверждения.

Для множества величин изменений параметров $\Delta H_i(x_i^0, f_i, f_0)$, согласованных с позиции целей агентов и заказчика по оптимальному заказу x^0 , условие

$$\begin{aligned} \Delta H_i(x_i^0, f_i, f_0) &= \\ &= \Delta R \cap \Delta R_i(x_i^0, f_i) \cap \\ &\cap \Delta R_i(x_i^0, f_i, f_0) \neq \emptyset, i = 1, n, \end{aligned} \quad (15)$$

выполняется тогда и только тогда, когда выполняются для каждого агента следующие неравенства:

$$\begin{aligned} \exists \Delta r(x_i^0, y_i) \in \Delta R_i, x^0 \in E(r, f) \subseteq Y, \\ \text{что } \forall y \in Y: \Delta g_i(x_i^0) \leq \\ \leq \left(\frac{df_i(r_i, x_i^0)}{dr_i}, \Delta r_i \right) \leq \Delta g_0(x^0) - \sum_{k=1}^n \left(\frac{df_k(r_k, x_k^0)}{dr_k}, \Delta r_k \right), \end{aligned}$$

$$\Delta r(x^0, y_i) = \begin{cases} \Delta r_i(x_i^0), & \text{если } y = x_i^0 \\ 0, & \text{если } y_i \neq x_i^0, i = 1, n \end{cases}$$

Важным моментом описанного подхода к построению параметрически согласованного механизма взаимодействия в системе является и то, что область значений согласованных величин изменения параметров определяется величиной эффекта от реализации оптимального заказа, что позволяет оценить экономический эффект от внедрения механизма взаимодействия в системе и на этой основе выбрать наиболее эффективный.

Полученные результаты исследований задач выбора механизмов взаимодействия, согласованных с позиции целей заказчика и агентов, имеют важное практическое значение.

¹ Внутрифирменные механизмы бюджетного управления крупным промышленным комплексом по производству ресурсоемких изделий / Д.Г. Гришанов [и др.]. Самара, 2009.

² Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять организациями. М., 2004.

³ Модели формирования механизмов стимулирования и бюджетирования деятельности предприятий: монография / В.В. Альтергот [и др.]. Самара, 2009.

Поступила в редакцию 02.12.2011 г.