

## Технологическая модернизация организационной структуры и функций интегрированных наукоемких предприятий

© 2009 В.А. Лаврентьев

кандидат экономических наук, профессор

Волжский инженерно-педагогический университет, г. Нижний Новгород

В период кризисных явлений в экономике в интегрированном наукоемком производстве неизбежно возникает необходимость оптимизации его оргструктуры и функций, а следовательно, и создание механизма реализации оптимизационной процедуры. Развитию математических аспектов механизма технологической модернизации в организационных структурах предприятий посвящена данная статья.

**Ключевые слова:** промышленно-экономическая система, функции промышленно-экономических систем, организационная структура, метод “ветвей и границ”, оптимизация, модель, функция, критерии.

В аспекте инновационного развития экономики Российской Федерации комплексность, динамика, интеграция, инновации, инвестиции, кризисные явления станут центральными понятиями, создающими предпосылки к формированию гибких и динамично изменяющихся организационных структур интегрированных наукоемких предприятий (далее - промышленно-экономических систем - ПЭС). По существу, речь идет о многоуровневой технологической модернизации организационной структуры и функции ПЭС как о взаимосвязанной совокупности способов изменения основных компонент содержания труда. Однако известно, что модернизация по критериям с учетом ограничений является оптимизационной процедурой. Таким образом, ставится задача многоуровневой оптимизации организационной структуры и функции ПЭС по векторному критерию.

В настоящей работе предложено применить векторную оптимизацию распределения специальных и целевых производственных, управляющих и контрольных функций (далее - функции), циркулирующих в ПЭС по ее подразделениям, с использованием двух применяемых критериев: экономического и критерия близости исполняемых функций (первый уровень оптимизации).

### Оптимизация оргструктуры ПЭС по экономическому критерию

Задача оптимизации оргструктуры ПЭС, на основании которой возможны обобщения на широкий класс производственных оргструктур, может ставиться в следующей форме.

Дано множество  $\Omega = \{ \omega \mid \omega \in \overline{\Omega} \}$  подразделений, в которых реализуются функции ПЭС, причем каждому элементу этого множества соответ-

ствует определенная сумма затрат на исполнение функции.

Пусть, далее, задано множество  $\Omega = \{ \omega \mid \omega \in \overline{\Omega} \}$  возможных вариантов, исполняемых функций подразделениями ПЭС, причем каждой функции соответствует определенный, заранее установленный перечень показателей функционирования.

Задача оптимизации оргструктуры ПЭС может быть сформулирована так:

требуется найти:

- необходимые варианты функций (из заданного их множества  $A$ );
- расположение функции ПЭС в пределах рассматриваемой производственной системы (по множеству  $H$ );
- наличие связи между каждым элементом множества  $A$  и каждым элементом множества  $H$  при условии обеспечения минимума целевой функции вида

$$F = \sum_{\omega \in A} \sum_{h \in H} \ell_{\omega h} \cdot \mathfrak{N}_{\omega h},$$

где  $F$  - суммарные затраты на исполнение всех функций ПЭС;

$\ell_{\omega h}$  - затраты на обеспечение функции  $a$  в месте  $h$ ;

$\mathfrak{N}_{\omega h} = \begin{cases} 1, & \text{если между элементами } a \text{ и } h \text{ связь существует;} \\ 0 & \text{- в противном случае.} \end{cases}$

В процессе решения действуют следующие ограничения:

- 1) все показатели подпроцесса должны реализовываться на определенной совокупности рабочих мест (ограничение по количеству рабочих мест), т.е.

$$\sum_{\omega \in A} \mathfrak{N}_{\omega h} = \mathfrak{N}_h;$$

2) функции, исполняемые в данном подразделении, должны выбираться такими, чтобы затраты на их реализацию не превышали заранее установленных (лимитных) затрат на реализацию всех функций в данном подразделении, т.е.

$$\sum_{a=1}^v \ell_a \leq \ell,$$

где  $\ell_a$  - затраты на обеспечение функции  $a$  независимо от места ее реализации;

$\ell$  - лимитные затраты на реализацию всех функций в месте  $h$ .

Сформулированная задача является задачей дискретного программирования. Для ее решения может быть применен метод “ветвей и границ” с ветвлением по так называемым “обобщенным характеристикам”.

Метод “ветвей и границ” представляет собой организацию направленного поиска путем частичного перебора вариантов. Поиск осуществляется в пространстве возможных решений, определяемом множеством  $H$ , при учете сформулированных ограничений.

Одним из наиболее удачных способов реализации данной схемы является способ Джеффрисона и Марстена, сущность которого состоит в следующем.

Рассматривается задача целочисленного линейного программирования в матричной форме записи:

$$\begin{aligned} &= \rightarrow ; \\ &\leq \ell \\ &\geq \geq , \end{aligned}$$

где  $F$  - вектор затрат;

$X$  - вектор показателей сложности (трудоемкости) функций;

$L, C$  - векторы коэффициентов;

$\ell$  - ограничение.

Множество допустимых решений будем считать непустым и ограниченным, что соответствует условиям оптимизации оргструктуры.

Применение метода ветвей и границ позволяет найти решение задачи, но такое решение, являясь почти стандартным и, тем самым, относительно легко реализуемым в инженерном смысле, тем не менее, не дает приемлемого для практики решения задачи оптимального распределения функций ПЭС в производственных наукоёмких образованиях с достаточно высокой сложностью отношений между элементами - на предприятиях или даже в цехах (отделах) с большой номенклатурой и объемом выполняемых работ, так как полученные при этом распределении

функции, даже при минимальном из возможных уровней затрат, сами по себе ограничены существующим в данном производственном образовании разбиением функций ПЭС.

Очевидно, что изменение самого разбиения уже позволит найти определенные резервы снижения затрат ниже минимального уровня, имеющегося при сохранении “традиционного” разбиения. Но изменение разбиения требует оценки существа связей между элементами производственной системы по признаку частоты исполнения функций ПЭС. На основании сказанного существенным для проведения такой процедуры является формулировка критерия, с помощью которого станет возможным определение близости функций ПЭС рассматриваемого предприятия. Тем самым станет возможной дальнейшая группировка связей по их функциональным признакам.

Естественно формирование подразделений предприятия (т.е. всех его подсистем) таким образом, чтобы выполняемые в их пределах функции ПЭС соответствовали сложившимся профессиональным связям подсистем. Тогда установленный критерий действительно будет минимальным. В рассмотренном случае критерий действует без учета сложившихся взаимосвязей, т.е. без учета близости функции ПЭС.

### Оптимизация оргструктуры ПЭС по критерию близости выполняемых функций

Выявление связей между теми или иными санкциями еще не означает выявления структурных взаимоотношений и, тем самым, построения оргструктуры ПЭС. Требуется еще и определение общности этих функций, их близости определенным функциям того или иного подразделения, в котором эти и близкие им функции заранее установленным образом сконцентрированы. Не имеет значения для нашей задачи, когда и по какой причине те или иные функции сконцентрировались в том или ином подразделении. Важно развить теоретические основы определения принадлежности выполняемых функций заранее установленному множеству обязанностей того или иного организационного подразделения предприятия.

Совмещение функций, как показывает опыт производственной деятельности, соответствует принципу комплексности деятельности подсистемы предприятия и предприятия в целом. По существу, оптимизация оргструктуры и есть оптимальная группировка деятельности.

Математическая модель оргструктуры ПЭС может быть задана следующим образом.

Пусть имеется множество  $A = \{ | = \overline{\quad} \}$  возможных мест организации функций. Далее, имеется множество  $A$  функций ПЭС. На этом множестве задана неотрицательная функция  $\rho_{\ell}$ , где  $\ell \in \overline{1, m}$ , называемая мерой близости, о которой говорилось выше.

Каждая цель, которая ставится перед элементом оргструктуры, является определенным признаком деления всей оргструктуры. Каждому элементу оргструктуры ставится в соответствие некоторый вектор признаков. Каждая компонента этого вектора признаков рассчитывается по следующей схеме:

$$k = \begin{cases} 1, & \text{если } a\text{-й признак} \\ & \text{присущ данному элементу;} \\ 0 & \text{- в противном случае,} \end{cases}$$

где  $k$  - компонента вектора признаков.

Таким образом, множество  $A$  функций, реализуемых элементом оргструктуры, формализуется множеством  $m$ -мерных векторов признаков  $a$ .

При задании меры близости учитываются следующие факторы:

а) информативность совпадений целей функций в различных элементах оргструктуры: это означает, что если некоторый признак встречается (или отсутствует) почти у всех векторов, то его одновременное наличие (отсутствие) у данной пары векторов не должно существенно увеличивать их меру близости;

б) важность совпадений значений того или иного признака;

в) важность существенного выделения того или иного признака;

г) влияние на меру близости вариаций в проявлении тех или иных новых функций и т.д.

Данные факторы соответствуют реально действующим связям в производственной системе; эти связи требуют от системы управления качеством такой оргструктуры, которая позволяет варьировать функции при любых (и часто происходящих) изменениях производственной ситуации.

Условимся, что подмножество  $A$  называется **функциональным набором**, если любой эле-

мент этого множества входит в него вместе со своими соседями.

Отсюда следует нижеследующее важное определение подразделения.

**Подразделением** ПЭС называется такая ее подструктура, деятельность которой в рамках системы определяется функциональным набором.

Процедура выявления подмножества элементов множества  $A$ , входящих в объединение  $(T = 1, \dots, \ell)$ , существенно зависит от выбора

меры близости, т.е. выражения для  $\rho(a_i, a_j)$ . Такой выбор должен осуществляться на основании следующих логических условий:

1) мера должна удовлетворять неравенству

$$0 \leq \rho(a_i, a_j) \leq 1;$$

2) мера должна учитывать все возможные парные сочетания элементов множества  $A$ ;

3) мера должна рассчитываться с учетом целевой функции;

4) мера должна учитывать распределение элементов множества  $A$  по элементам множества подразделений  $H$ , т.е. учитывать характер вложения множества  $A$  в множество  $H$ .

В качестве меры близости, удовлетворяющей приведенным выше условиям, может быть принят функционал Танимото-Роджерса:

$$\rho(a_i, a_j) = \frac{\sum_{h=1}^m \frac{a_i^h a_j^h}{N_h}}{\sum_{h=1}^m \frac{a_i^h}{N_h} + \sum_{h=1}^m \frac{a_j^h}{N_h} - \sum_{h=1}^m \frac{a_i^h a_j^h}{N_h}},$$

где  $N_h$  - общее число функций в  $h$ -м подразделении ( $h = \overline{1, m}$ ).

Возникает задача двухкритериальной оптимизации оргструктуры ПЭС. Задача решается последовательным применением экономического критерия и критерия близости. При этом строится итеративная процедура оптимизации по модернизированному алгоритму Джефффриона и Марстена.

Поступила в редакцию 03.04.2009 г.