

УДК 658.314.7р4

О.П. Мамченко, С.И. Кабаев, В.К. Толстов, М.А. Рязанов

Модель функционирования производственной системы при децентрализованном управлении

Рассматриваем схему управления производственной системой, состоящую из независимых бизнес-процессов, (БП) каждый из которых обеспечивает выпуск продукции в натуральном выражении в объеме $y_i, i=\overline{1,n}$. В производстве используется k видов ресурсов, $x_j, j=\overline{1,k}, i=\overline{1..n}$.

Производственная функция для i -го бизнес-процесса имеет вид:

$$y_i = F_i(b_i, x_1, \dots, x_k), \quad i = \overline{1, \dots, n}. \quad (1)$$

Здесь b_i – вектор параметров производственной функции $BP_i, (i = \overline{1, \dots, n})$, значения которых по-разному известны исполнителям, роль которых связана с управлением, соответствующим БП и центру, который выполняет функции координации в данной системе.

Считаем, что для каждого бизнес-процесса осуществляется реализация продукции y_j по цене:

$$c_i = \tilde{c}_i(y_i a_i), \quad (2)$$

являющейся функцией объема y_i и параметров a_j , информация о которых для центра и исполнителей является различной. Пусть u_j – цена ресурса $j, j = \overline{1, \dots, k}$, информация о которой также является различной для центра и исполнителей.

Для постановки задач управления центра и исполнителей введем три уровня информированности элементов: объективный, уровень центра, уровень исполнителей. Объективные (реальные) значения параметров обозначим без дополнительных индексов так, как в формулах (1), (2). Значения для центра – с индексом «ц», например,

$b_i^c, a_i^c, u_j^c, i = \overline{1, \dots, n}, j = \overline{1, \dots, k}$ информированность исполнителей обозначим с индексом «и». Для всех введенных параметров с учетом различной информированности элементов системы управления введем также уровень решений собственников предприятия, роль которых определим как выбор следующих решений:

- 1) правила «игр», т.е. тип механизма функционирования данной производственной системы;
- 2) параметры распределения доходов и уровней ответственности в рассматриваемой системе управления.

Данная группа решений выбирается нами на основе исследований [1] в виде следующего меха-

низма функционирования:

1. Центр осуществляет расчеты показателей на очередной плановый период на основе только своей информации, по результатам этих расчетов осуществляет оценки распределения объема общих ресурсов системы. Оценки параметров и уровни распределения ресурсов фиксируются документально и выступают в качестве базы для формирования фондов стимулирования, ответственности и развития ($ФСОР$) в системе. Это фонды $ФСОР_i, ФСОР_u, ФСОР_x$ для исполнителей, центра и собственников предприятия соответственно ($i = \overline{1, \dots, n}$).

2. Центр осуществляет полное информирование исполнителей и собственников о своих решениях.

3. Собственники определяют значения $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_i, i = \overline{1, \dots, n}$ и осуществляют распределение дополнительного дохода, причем выполняют условия:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i + \lambda_x + \lambda_y = 1; \quad \lambda_i \geq 0, \quad \lambda_x \geq 0, \quad \lambda_y \geq 0 \quad (3)$$

и информируют центр и исполнителей о своем решении. Исполнители осуществляют выбор своих переменных и «сознательно» сообщают центру свои оценки параметров $b_i^i, i = \overline{1, \dots, n}$, которые также регистрируются.

4. Центр после сбора данных и, возможно, многократных корректировок принимает решения x_{ij}^* о распределении ресурсов ($i = \overline{1, \dots, n}, j = \overline{1, \dots, k}$) и ведет согласованную базу данных о значениях параметров b_i^i, a_i^i, u_j^i , которые сформировались в результате функционирования системы управления.

5. В конце планового периода становятся известными реальные значения параметров, и в системе осуществляются расчеты значений вкладов и ответственности всех элементов системы управления и размеры фондов.

Математические задачи, решаемые системой управления на всех выделенных этапах, могут быть

записаны следующим образом.

Задача центра (первый этап) :

$$F_o^u = \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i^u, y_i) \cdot F_i(b_i^u x_{ij}, \dots, x_{ik}) - \sum_{j=1}^k u_j^u \cdot x_{ij} \right] \rightarrow \max \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq b_j, \quad x_{ij} \geq 0, \quad j=1, \dots, k, \quad i=1, \dots, n. \quad (5)$$

Регистрации подлежит совокупность

$$R_o^u = \left\langle F_o^u, a_i^u, b_i^u, x_{ij}^u, i=1, \dots, n, j=1, \dots, k \right\rangle. \quad (6)$$

Базовые доходы исполнителей

$$F_{oi}^u = \tilde{c}_i(a_i^u \cdot y_i) \cdot F_i(b_i^u x_{i1}^u, \dots, x_{ik}^u) - \sum_{j=1}^k u_j^u \cdot x_{ij}^u, \quad i=1, \dots, n. \quad (7)$$

Задачи исполнителей (первый этап) сводятся к максимизации фонда ΦCOP_i

$$\Phi COP_i \rightarrow \max_{b_i \in B(b_i, b_i^u)}. \quad (8)$$

Решением исполнителей являются оценки коэффициентов b_i^u , т.е. производственные возможности исполнителей, выбираемые исполнителем из множества $B(b, b^u)$ неопределенности значений параметров b .

Регистрации подлежит совокупность R_i^u

$$R_i^u = \left\langle F_i^u, a_i^u, b_i^u, x_{ij}^u \right\rangle, \quad i=1, \dots, n. \quad (9)$$

С решением задач (4) – (9) первый этап механизма управления заканчивается, и в системе осуществляется этап 2 – этап планирования.

Задача центра (этап планирования)

$$F_n = \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i^u, y_i) \cdot F_i(b_i^u x_{i1}^u, \dots, x_{ik}^u) - \sum_{j=1}^k u_j^u x_{ij}^u \right] \rightarrow \max_{x_{ij} \geq 0}; \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^u \leq B_j, \quad j=1, \dots, k. \quad (11)$$

При этом в данной работе считаем, что план и факт совпадают.

Регистрации подлежит совокупность R_n^u

$$R_n^u = \left\langle F_n^u, a_i^u, b_i^u, u_j^u, x_{ij}^u, B_j, j=1, \dots, k, i=1, \dots, n \right\rangle, \quad (12)$$

где x_{ij}^u – план распределения ресурсов,

$(i=1, \dots, n, j=1, \dots, k)$ решение задачи (10)–(11).

Задача исполнителей состоит в выполнении плановых заданий, т.е. сводится к чисто исполнительским функциям.

По результатам функционирования предприятия регистрации подлежит совокупность

$$R_p^u = \left\langle F_p^u, a, b, u, B, x_{ij}, i=1, \dots, n, j=1, \dots, k \right\rangle. \quad (13)$$

Задачи формирования фондов, т.е. распределения прибыли предприятия и начисления штрафов за неверные прогнозы, выполняются на заключительном этапе 3.

Задача исполнителей (этап 3) :

$$F_i^u = \tilde{c}_i(a_i, y_i) \cdot F_i(b_i x_{i1}, \dots, x_{in}) - \sum_{j=1}^k u_j x_{ij}. \quad (14)$$

Она заключается в расчете фактического результата деятельности подразделения $i, i=1, \dots, n$.

Задача центра (этап 3) :

$$F_s^{up} = \sum_{i=1}^n F_i^u, \quad i=1, \dots, n. \quad (15)$$

Далее на этапе 3 проводим вычисление упущенных возможностей и степени «винь» центра и исполнителей.

Задача оценки потенциала производственной системы:

$$F \max = \sum_{i=1}^n \tilde{c}_i(a_i \cdot y_i) \cdot F_i(b, x_{ij}, \dots, x_{ik}) - \sum_{j=1}^k u_j \cdot x_{ij} \rightarrow \max_{x_{ij} \geq 0}; \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq B_j, \quad j=1, \dots, k. \quad (17)$$

Пусть x_{ij}^* – решение задачи (16), (17). Тогда независимо от управления изменение условий дало предприятию дополнительный доход (убытки) в сумме:

$$\Delta n = F_p - F_n^u, \quad (18)$$

где F_n^u – решение задачи (10)–(11) F_p имеет вид:

$$F_p = \sum_{i=1}^n \tilde{c}_i(a_i \cdot y_i^u) \cdot F_i(b, x_{i1}^u, \dots, x_{ik}^u) - \sum_{j=1}^k u_j \cdot x_{ij}^u. \quad (19)$$

Выражение (18) показывает, что предприятие имеет составляющую доходов (убытков) – независимых доходов (убытков) Δn (независимые доходы), величина которых определяется лишь конъюнктурой рынка, не предсказывалась и не управлялась со стороны менеджеров предприятия, и, следовательно, данная составляющая не может ставиться в заслугу (вину) руководства предприятия – в этом ее экономическая сущность. Расчетная величина определяется как разность действительного дохода предприятия и расчетного дохода, полученного по фиксированной ранее информации менеджеров.

Упущенные возможности управления определяются так:

$$\Delta y = F_{\max} - F_p + \Delta n. \quad (20)$$

Упущенные возможности – это иная категория управления по сравнению с вкладом управления. По нашему мнению, упущенные возможности характеризуют непосредственно качество системы управления. Их экономическая сущность состоит в дополнительных потерях управления за счет принятия неверных решений. Следовательно, упущенные возможности связаны с потерями управления из-за ошибок системы планирования деятельности предприятия и реализации управленческих решений. Источником этих потерь являются:

- неверные оценки центра параметров производственной системы;
- неверные оценки исполнителей параметров производственной системы;
- потери при реализации плановых заданий.

Однако, выделяя источники потерь, мы не можем утверждать однозначно степень «вины» центра и исполнителей. Кроме того, в системе необходимо выделить и степень «вины» лиц, определяющих тип и параметры механизма управления (т.е. собственников предприятия).

Разложение величины Δy на ошибки центра и исполнителей осуществляется формально путем выявления причин отклонения планового задания от x_{ij}^* . Следует отметить, что в литературе рассматриваемая процедура к настоящему времени не формализована (см. например [2, 3]). Проблема состоит в том, что теоретически невозможно аддитивно разделить потери Δy на $(n+1)$ составляющих, и необходимо согласовать механизм такого разделения среди участников управления, который был бы поддержан «авторитетом» большинства. Ниже реализуем один из вариантов такого разделения: составляющую центра определим при условии, что задача (16), (17) решается при оценках центра:

$$F_{\max}^u = \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i^u, y_i) \cdot F_i(b, x_{i1}, \dots, x_{ik}) - \sum_{j=1}^k u_j^u \cdot x_{ij} \right] \rightarrow \max_{x_{ij} \geq 0}; \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq B_j^u, \quad i = 1, \dots, k. \quad (22)$$

Пусть x_{ij}^u – решение задачи (21) – (22). Составляющая центра равна

$$\Delta y = F_{\max} - \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i, y_i) \cdot F_i(b, x_{i1}^u, \dots, x_{in}^u) - \sum_{j=1}^n u_j x_{ij}^u \right]. \quad (23)$$

Аналогично составляющие исполнителей j определяются из решения следующих n задач:

$$F_{\max}^e = \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i, y_i) \cdot F_i(b_i^e, x_{i1}^e, \dots, x_{in}^e) - \sum_{j=1}^n u_j x_{ij}^e \right] \rightarrow \max_{x_{ij} \geq 0}; \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq B_j, \quad j = 1 \dots k, \quad i = 1, \dots, n, \quad (25)$$

где $F_i(b_i^u, x_{i1}, \dots, x_{ik})$ – зависит от оценок j -го исполнителя, а остальные ошибки оценки исполнителей $i (i \neq e)$ не учитываются. Тогда (обозначая решение каждой из задач (24)–(25) через x_{ij}^e) получим

$$\Delta e^u = F_{\max} - \sum_{i=1}^n \left[\tilde{c}_i(a_i, y_i) \cdot F_i(b, x_{ij}^e, \dots, x_{ik}^e) - \sum_{i=1}^n u_j x_{ij}^u \right], \quad e=1, \dots, n. \quad (26)$$

Введем в рассмотрение понятие консолидированной ответственности Δk и определим ее так:

$$\Delta k = \Delta y - \sum_{i=1}^n \Delta e - \Delta y. \quad (27)$$

Экономическая суть величины Δk – это не

отнесенная персонально составляющая ответственности элементов системы управления в предлагаемой схеме разделения ответственности. Однако в других механизмах разделения ответственности могут быть иные способы разделения ответственности.

Рассмотрим далее формализацию «вины» элементов системы за упущенные возможности управления. Предлагается следующая процедура определения «вины» центра Δ_{Σ}^v исполнителей Δ_i^v ($i = 1$) собственников предприятия Δ_{Σ}^{θ} .

«Вина» центра:

$$\Delta_{\Sigma}^v = \Delta_{\Sigma} + \lambda_{\Sigma} \cdot \Delta k, \quad \Delta_i^v = \Delta_i + \lambda_i \cdot \Delta k, \quad i = 1, \dots, n,$$

$$\Delta_{\Sigma}^{\theta} = \lambda_{\Sigma} \cdot \Delta k. \quad (28)$$

Экономическая суть «вины» элементов системы – это уровень их материальной ответственности за упущенную выгоду управления.

Рассмотрим задачу формирования фондов по элементам системы. При этом учитываем, что базовое значение дохода предприятия определяется выражениями (4)–(5), фактическое – выражением (18)–(19). Тогда можно предложить механизм формирования фондов согласно следующим выражениям:

$$\Phi COP_{\Sigma} = (F_p - F_o^u) \cdot \lambda_{\Sigma} - \Delta_{\Sigma}^v + (1 - \sigma) (\Delta_{\Sigma}^v + \sum_{i=1}^n \Delta_i^{\theta}) \quad (29)$$

$$\Phi COP_u = (F_p - F_o^u) \lambda_u - \sigma \Delta_u^v \quad (30)$$

$$\Phi COP_i = (F_p - F_o^p) \cdot \lambda_i - \sigma \Delta_i^v, \quad i = 1, \dots, n, \quad (31)$$

где σ – степень разделения «вины» за упущенные возможности между собственниками фирмы и командой исполнительской дирекции, определяемая в интервале $[0, 1]$. При $\sigma = 1$ вся «вина» ложится на центр и исполнителей, при $\sigma = 0$ – на собственников фирмы.

Таким образом, полученный дополнительный доход разделен между элементами системы, при этом существенное значение имеют весовые коэффициенты $\lambda_1, \dots, \lambda_n, \lambda_u, \lambda_{\Sigma}$ и параметр σ , значения которых предлагается выбирать экспертными методами.

Рассмотренный механизм ответственности при децентрализованном управлении является в значительной степени теоретическим и не может быть непосредственно реализован на практике. По нашему мнению, для практического использования необходимо не только существенно адаптировать формальный язык его описания, выбрать понятные на практике категории, но и провести детальные исследования его свойств на модельных примерах. Данной задаче посвящена рассматриваемая ниже экономико-математическая модель децент-

рализованной системы управления, реализованная в среде Excel.

При компьютерном моделировании исследуется в полном объеме представленная теоретическая модель, в которой выбрано три подразделения ($n=3$) три вида ресурсов ($k=3$), а производственные возможности подразделений описываются функцией Кобба-Дугласа [3]:

$$y_i = F_i(b_i, x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) = d_i \cdot x_{1i}^{\alpha_{1i}} \cdot x_{2i}^{\alpha_{2i}} \cdot x_{3i}^{\alpha_{3i}}, \quad i=1, 2, 3, \quad (32)$$

где d_i, α_{ji} – неотрицательные параметры, оценки значений которых осуществляют центр и подразделения, $j=1, 2, 3$.

Задача центра в рассматриваемой системе сводилась к распределению централизованного ресурса и решалась на первом этапе только по имеющейся информации. На втором этапе информационное состояние системы уточнялось путем объединения знаний элементов системы.

Заинтересованность в таком объединении проверялась по факту прироста распределенной прибыли. Эффект влияния уровня будущих доходов в данном случае не учитывался. При исследовании моделировалась также реальная ситуация, которая могла быть «лучше» или «хуже» ожидаемой. Поиск оптимальных решений моделировался путем использования встроенного в Excel пакета оптимизации. Интерфейс позволяет задавать любые сочетания параметров условий задач в рамках описанной структуры, включая процессы оценивания производственных возможностей исполнителей. Процесс моделирования поддержан системой макросов.

Проведенные модельные исследования показали устойчивость расчетных задач, непротиворечивость предлагаемого подхода к оценке корпоративного управления и правильность выводов, сделанных в данной работе.

Литература

1. Алгазин Г.И. Математические модели системного компромисса. Барнаул, 1999.
2. Корпоративное управление. Владельцы, директора и наемные работники акционерного общества: Пер. с англ. М., 1996.
3. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М., 1981.