

T. B. Михеева

Об эффективности институционального управления в теоретико-игровой модели корпоративной производственной системы с использованием принципов системного компромисса

T. V. Mikheeva

About Efficiency of Institutional Management in Game-theoretic Model of Corporate Industrial System Using the System Compromise Principles

Рассматривается институциональное управление ограничениями деятельности корпоративной производственной системы, которое сводится к изучению институциональной структуры производства с ограничениями производственных факторов (издержки производства, выпуск продукции, ресурсное обеспечение).

Ключевые слова: теоретико-игровая модель, принципы системного компромисса, институциональное управление, централизованное управление, децентрализованное управление.

DOI 10.14258/izvasu(2013)1.2-16

Введение. Основным содержанием настоящего исследования является сравнительный анализ эффективности институционального управления для разных вариантов централизации управления корпоративной производственной системы с использованием принципов системного компромисса.

Постановка задачи. Будем рассматривать теоретико-игровую модель системного компромисса корпоративной производственной системы [1], состоящую из центра и активных производственных агентов, т. е. обладающих собственными предпочтениями и способностью самостоятельно предпринимать некоторые действия.

В системе имеется n предприятий, выпускающих некоторую продукцию в течение одного планового периода T , состоящего из нескольких периодов оперативного вмешательства $t(t = \overline{1, l})$. Основная задача корпоративного центра — установление планового задания X^T по объемам выпуска продукции подразделениям корпорации на плановый период T с учетом коэффициента отчислений x_0 от прибыли предприятия в пользу центра.

Также введем следующие обозначения: $F_0(\cdot)$ — целевая функция корпоративного центра; $f_i(\cdot)$ — целевая функция элемента нижнего уровня (i -го предприятия); x_0 — коэффициент отчислений прибыли центром элементом нижнего уровня; x^T — общий выпуск корпорации за период T ; X_0, X^T — множества выборов переменных x_0, x_i^T соответственно; α_c и $\alpha_c \leq \alpha_s$ —

The given work considers institutional management of restrictions of corporate industrial system activity which come to studying institutional structure of manufacture with restrictions of production factors (production costs, output, resources supply).

Key words: game-theoretic model, mathematical model of the system compromise, institutional management, centralized management, decentralized management.

информированность центра и подсистем о множестве X^T соответственно.

Таким образом, задача корпоративного центра имеет вид:

$$\begin{cases} F_0^T(x_0, x^T) \rightarrow \max_{x_0, x^T}, \\ x_0 \in X_0, \\ x^T \in X^T(\alpha_c), \\ x^T = (x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T). \end{cases} \quad (1)$$

Задача элементов нижнего уровня:

$$\begin{cases} f_i^T(x_i^T) \rightarrow \max_{x_i^T}, \\ x_i^T \in X_i^T(\alpha_s). \end{cases} \quad (2)$$

Примем гипотезу рационального поведения [2], заключающуюся в том, что агент с учетом всей имеющейся у него информации выбирает действия, которые наиболее предпочтительны с точки зрения значений его целевой функции. В рассматриваемом случае это множество является множеством альтернатив, на которых достигается максимум целевой функции.

Пусть каждый агент способен выбирать действие x_i^T из множества $X_i^T(\alpha_s)$ допустимых действий. Выигрыш агента определяется не только его собственными действиями, но и значением параметра $x_0 \in X_0$, определяемого центром.

В результате выбора действия $x_i^T \in X_i^T(\alpha_s)$ и реализации управляющего воздействия $x_0 \in X_0$ агент получает выигрыш $f_i^T(x_i^T)$, где f_i^T — целевая функция.

Таким образом, выбор агента из множества $X_i^T(\alpha_s)$, максимизирующий его целевую функцию $f_i^T(\cdot)$, есть

$$C(f_i^T, X_i^T(\alpha_s)) = \text{Arg} \max_{x_i^T \in X_i^T(\alpha_s)} f_i^T(x_i^T). \quad (3)$$

Для решения задачи выбора оптимального управляющего воздействия (объектами этого воздействия в рассматриваемой системе являются параметры x_0 и \underline{X}^T) центр должен уметь предсказывать поведение управляемых агентов.

Задачей центра, т. е. задачей институционального управления — как управления ограничениями, является выбор ограничения $\underline{X}^T \subseteq X^T(\alpha_s)$

$\left(X^T(\alpha_s) = \prod_i X_i^T(\alpha_s), X_i^T(\alpha_s) \subseteq X^T(\alpha_c) \right)$ множества допустимых действий агента и определение управляющего параметра $x_0 \in X_0$ с учетом того, что последний выберет действие из множества:

$$C(f_i^T, \underline{X}^T) = \text{Arg} \max_{x_i^T \in \underline{X}^T} f_i^T(x_i^T). \quad (4)$$

Пусть предпочтения центра заданы функционалом, позволяющим сравнивать тройки «значение управляющего параметра — действие агента — множество его допустимых действий»:

$$\Phi(F_0^T, X_0, \underline{X}^T) = \text{Arg} \max_{\substack{x_i^T \in \underline{X}^T \\ x_0 \in X_0}} F_0^T(x_0, x^T). \quad (5)$$

Назовем эффективностью институционального управления $\underline{X}^T \subseteq X^T(\alpha_s)$, в соответствии с общими подходами теории управления [3, 4], следующую величину:

$$K(x_0, \underline{X}^T) \rightarrow \max_{\substack{\underline{X}^T \subseteq X^T(\alpha_s) \\ x_0 \in X_0}}. \quad (6)$$

При определении эффективности (6) считаем, что агенты благожелательно настроены по отношению к центру и из множеств максимумов своих целевых функций выбирают действие, которое наиболее благоприятно с точки зрения центра.

Таким образом, задача институционального управления в теоретико-игровой модели корпоративной производственной системы заключается в выборе оптимального институционального управления $\underline{X}^T \subseteq X^T(\alpha_s)$, т. е. допустимого управления, и определении управляющего параметра $x_0 \in X_0$, имеющих максимальную эффективность.

Проведем сравнительный анализ эффективности институционального управления для разных вариантов управления [5]:

1. Централизованный вариант. Центр учитывает существование целей подсистем, обеспечивая им результат не ниже гарантированного, определяемый, по оценке центра, в задаче оптимизации, решаемой центром.

2. Децентрализованный вариант. Центр делегирует выбор решений в определении объемов производства на нижний уровень. Но здесь, в отличие от предыдущего варианта, на временном интервале $[0, T]$ решается задача определения x_0 , в которой центр считает, что подсистемы действуют оптимальным для себя образом.

Модельный пример. Для иллюстрации поставленной задачи рассмотрим модельный пример, демонстрирующий важный частный случай.

В расчетах будем полагать, что

$$F_0^T(x_0, x^T) = (1 - x_0) \cdot \sum_{i=1}^n p \cdot x_i^T, \quad (8)$$

а множество X_0 определяется соотношением $[0; 1]$.

Тогда задача корпоративного центра принимает вид:

$$\begin{cases} F_0^T(x_0, x^T) = (1 - x_0) \cdot \sum_{i=1}^n p \cdot x_i^T \rightarrow \max_{x_0, x_i^T}, \\ x_0 \in [0; 1], \\ x^T \in X^T(\alpha_c). \end{cases} \quad (9)$$

Соответственно задача подсистем может быть записана в следующем виде:

$$\begin{cases} f_i^T(x_i^T) = x_0 \cdot p \cdot x_i^T - c_i(x_i^T) \rightarrow \max_{x_i^T}, \\ x_i^T \in [0; \alpha_s \cdot \bar{x}_i], \\ i = 1, n. \end{cases} \quad (10)$$

Также будем использовать следующие модельные данные: число элементов нижнего уровня (предприятий) $n = 3$, функция затрат i -го производства $c_i(x_i^T) = \delta \left| \ln \left(1 - \frac{x_i^T}{\alpha \cdot \bar{x}_i} \right) \right|$, $\delta > 0$, $\delta = 15000$, цена единицы продукции $p = 75$ руб., информированность центра и подсистем $\alpha_c = 0,5$, $\alpha_s = 1$, верхняя граница выпуска i -го производства за период $\bar{x}_1 = 1000$, $\bar{x}_2 = 750$, $\bar{x}_3 = 900$.

В ходе проведения многократного вычислительного эксперимента на модельных данных получены результаты:

1. Централизованный вариант управления:

$$\underline{X}^T = 1400; x_0 = 0,67; K(x_0, \underline{X}^T) = 62956.$$

2. Децентрализованный вариант управления:

$$\underline{X}^T = 1342; x_0 = 0,65; K(x_0, \underline{X}^T) = 60403.$$

Заключение. Рассмотрена задача эффективности институционального управления в теоретико-игровой модели корпоративной производственной системы с использованием принципов системного компромисса. На модельных данных проведен сравнительный анализ эффективности институционального управления для разных вариантов централизации управления.

Проведенный анализ показал, что изменение управляющего параметра имеет существенное влияние на исследуемый показатель и различается в зависимости от схемы управления. Так, в системе с централизованным управлением полученные значения $K(x_0, X^T)$ больше, чем в децентрализованной системе, следовательно, эффективность институционального управления в централизованной системе выше, чем в децентрализованной относительно выбранных параметров.

С другой стороны, полученные результаты показали, что децентрализация понижает эффективность институционального управления и, следовательно, деятельность корпоративной системы в целом. При этом данный вывод о преимуществе централизации не является безусловным, так как на практике прямые связи «подсистема — подсистема в процессе принятия и передачи решений» оказываются более быстродействующими, чем связи через общий координирующий центр, и зависят от информированности участников. Кроме того, высокая сложность задач институционального управления приводит к тому, что на практике определяется не оптимальный, а рациональный вариант, уровень эффективности которого центр считает приемлемым.

Библиографический список

Алгазин Г. И., Михеева Т. В. Имитационное моделирование корпоративных систем с активными производственными элементами // Вестник алтайской науки. — Барнаул, 2008. — № 2 (2).

Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. — М., 2012.

Губко М. В., Новиков Д. А. Теория игр в управлении организационными системами. — М., 2002.

Новиков Д. А. Институциональное управление организационными системами. — М., 2004.

Алгазин Г. И. Централизация и децентрализация в базовых игровых моделях организационных систем // Управление большими системами — М., 2012. — Вып. 36.