

УДК 338

## УСЛОВИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© 2009 г.

Г.А. Краснов<sup>1</sup>, В.В. Виноградов<sup>1</sup>, А.А. Краснов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

<sup>2</sup> Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

mrtwister@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.04.2009

Исследуется возникновение синергетического эффекта при интеграции экономических систем. Показано, что определяющими для получения синергетического эффекта являются характеристики структуры интегрированной экономической системы. Установлено, что структура интегрированной экономической системы определяет ее энтропию. Получено уравнение связи энтропии экономической системы с ее экономическими параметрами. Определены критерии значений энтропии интегрированной экономической системы для возникновения положительного синергетического эффекта.

*Ключевые слова:* синергетический эффект, энтропия, экономическая система.

Создателем синергетического направления в науке является Герман Хакен [1]. Синергетика занимается изучением систем, состоящих из большого числа частей, компонентов или подсистем, сложным образом взаимодействующих между собой. Согласованность функционирования элементов системы отражается в поведении системы как целого. При этом возможно появление синергетического эффекта. Синергетический эффект в экономике означает превышение совокупных результатов деятельности интегрированной экономической системы от суммы результатов деятельности предприятий до их объединения в интегрированную экономическую систему. Наглядное представление о структуре синергетического эффекта дает модель Робина Мэтьюза, опубликованная в работе «Организационная форма и эволюция стратегии» [2]. Согласно ей, эффект синергии возникает за счет двух основных источников: субаддитивности и супераддитивности. Природа субаддитивности заключается в снижении совокупных затрат объединяющихся предприятий при сохранении существующих объемов производства. Известно, что функция обладает свойством субаддитивности, если значение функции от суммы переменных меньше или равно сумме значений функций от каждой из переменных, т.е. выполняется условие:

$$\begin{aligned} F(x_1 + x_2 + \dots + x_n) &\leq \\ &\leq F(x_1) + F(x_2) + \dots + F(x_n). \end{aligned} \quad (1)$$

Субаддитивность затрат в интегрированной экономической системе выражается в уменьшении полных затрат на выпуск продукции, по

сравнению с затратами на выпуск продукции отдельных предприятий до объединения в интегрированную структуру. Исходя из этого, интегрированная система получит большую прибыль, чем суммарная прибыль предприятий до интеграции. В этом будет проявляться супераддитивность.

Функция обладает свойством супераддитивности, если имеет место следующее неравенство:

$$\begin{aligned} F(x_1 + x_2 + \dots + x_n) &\geq \\ &\geq F(x_1) + F(x_2) + \dots + F(x_n). \end{aligned} \quad (2)$$

Различают два вида синергии: синергия расширения и синергия связанности. Синергия расширения включает в себя синергию, возникающую за счет субаддитивности, и синергию, возникающую за счет супераддитивности. Синергия расширения проявляется как результат обретения каждой из интегрирующихся экономических систем возможности использовать ресурсы, имеющиеся у другой экономической системы. Синергия связанности включает в себя только синергию, возникающую за счет супераддитивности, и обнаруживается в случае, если у экономических систем в результате объединения недостающих каждой из них в отдельности ресурсов появляется качественно новый ресурс. Следует отметить, что синергетический эффект может быть как отрицательным, так и положительным.

Всякая экономическая система имеет структуру, которая обеспечивает максимальную эффективность согласованных действий экономических элементов системы. При этом экономи-

ческая система предназначена для выполнения определенных функций с целью получения экономических выгод. В результате выполнения функций экономической системы создается ресурс, который в виде продукта реализуется во внешнюю среду. Тогда факторы, определяющие затраты, можно разделить на структурные и функциональные. Структура и функции экономической системы должны быть неразрывно связаны между собой. Оптимальная структура экономической системы, при данных условиях внешней среды, обеспечивает наилучшее выполнение функций.

Деятельность экономической системы можно представить в виде совокупности элементарных процессов. В свою очередь, процессы можно разделить на функциональные, непосредственно формирующие содержание экономической системы, и структурные, направленные на поддержание и развитие инфраструктуры экономической системы, обеспечивающие существование ее как таковой. Реализация процессов обуславливает затраты. Таким образом, затраты на производство продукции мы можем представить в виде функциональных (прямые затраты + «условно прямые») и структурных. По смыслу структурные затраты эквивалентны транзакционным, которые впервые были введены Коузом в статье «Природа фирмы» [3].

Для экономической системы можно представить функцию состояния, характеризующую экономическую деятельность в виде:

$$Q = P + \Phi + C, \quad (3)$$

где  $Q$  – количество ресурса, полученного в результате производственной деятельности экономической системы;  $P$  – количество ресурса, обеспечивающее прибыль экономической системы;  $\Phi$  – количество ресурса, потраченного на функциональные затраты;  $C$  – количество ресурса, потраченного на структурные затраты.

Рассмотрим две экономические системы, которые можно характеризовать функциями состояния  $Q1(P1, \Phi1, C1)$  и  $Q2(P2, \Phi2, C2)$ . В результате объединения этих систем образуется интегрированная экономическая система с функцией состояния  $Q3(P3, \Phi3, C3)$ , при этом в отсутствие синергетического эффекта мы получим

$$Q3 = Q1 + Q2 = P1 + \Phi1 + C1 + P2 + \Phi2 + C2 = (P1 + P2) + (\Phi1 + \Phi2) + (C1 + C2). \quad (4)$$

Рассмотрим функциональные затраты интегрированной экономической системы  $\Phi3$ . В случае полного использования технологических процессов объединяемых экономических систем можно с высокой степенью точности записать:

$$\Phi3 = (\Phi1 + \Phi2). \quad (5)$$

При этом структурные затраты интегрированной экономической системы можно представить в виде:

$$C3 = (C1 + C2). \quad (6)$$

Следует отметить, что структурные затраты ( $C$ ) обладают высокой степенью неопределенности, связанной с труднопредсказуемыми изменениями внешней среды и неопределенностью изменения экономического взаимодействия элементов системы. С другой стороны, структуру экономической системы можно охарактеризовать степенью ее организованности. В работе [4] для оценки степени организованности используют «шенноновскую» избыточность  $R$ :

$$R = 1 - S/S_{max}, \quad (7)$$

где  $S$  – значение энтропии системы;  $S_{max}$  – максимальное значение энтропии системы.

Здесь мы ввели широко используемое в термодинамике понятие энтропии. В экономической литературе в настоящее время широко используется это понятие. Например, И.В. Прангишвили утверждает, что энтропия является количественной мерой неопределенности экономической системы, а мерой измерения энтропии называет количество доступной информации о системе [5]. Следует помнить, что помимо термодинамической и статистической существует информационная энтропия. Информационная энтропия – мера внутренней неупорядоченности информационной системы. Энтропия увеличивается при хаотическом распределении информационных ресурсов и уменьшается при их упорядочении. То есть для расчета энтропии экономической системы необходимо пользоваться понятием термодинамической или статистической энтропии. Согласно термодинамике термодинамическая энтропия определяет ту часть тепловой энергии термодинамической системы, которая не может быть преобразована в работу, совершаемую системой. В нашем случае структурные затраты – это та часть ресурсов, которые не используются в прямом производстве продукции. С другой стороны, статистическое толкование энтропии – это термодинамическая вероятность того или иного состояния системы. Энтропия определяет распределение элементов системы при данном энергетическом балансе, то есть является мерой упорядоченности системы. Упорядоченным называют состояние, осуществляемое малым числом способов, т.е. у упорядоченного состояния статистический вес мал, значит, мала и энтропия. Беспорядочное, или случайное, состояние – это состояние, которое может реализоваться многим числом способов. Мы будем использовать

статистическую энтропию. Для статистической энтропии  $S_{max} = 1$ . Тогда выражение (2) переписывается в виде:

$$R = 1 - S. \quad (8)$$

В этом выражении  $R$  является мерой порядка в экономической системе, а  $S$  – мерой неупорядоченности (мерой хаоса) экономической системы. В литературе известны работы [5–7], где утверждается на основе эмпирических исследований, что для устойчивого эволюционного развития сложной социально-экономической системы соотношение порядка и беспорядка в системе должно удовлетворять условию золотого сечения:

$$X = R/S = (\sqrt{5} - 1)/2. \quad (9)$$

Согласно выражению (9) для устойчивого эволюционного развития  $S$  должна быть больше  $R$  и, как нетрудно определить из (8) и (9), составлять 0.62. Другими словами развитие экономической системы подразумевает относительное увеличение энтропии. С другой стороны, развитие экономической системы подразумевает увеличение ее имущественного комплекса (факторов производства). Действительно, в работе [7] показано, что с ростом стоимости имущественного комплекса энтропия экономической системы увеличивается.

В работе «Уравнение стоимости бизнеса: энтропия как мера стоимости» [8] А.С. Кокин и О.Р. Чепюк напрямую связывают изменение энтропии экономической системы с изменением ее структуры, которая внешне находит отражение в соотношении двух видов стоимости: стоимости активов и инвестиционной стоимости. При этом  $X$  они определяют как отношение стоимости, формируемой остаточной прибылью, к стоимости имущественного комплекса экономической системы. По нашему мнению, хотя прибыль и является результатом согласованных и упорядоченных действий экономических элементов системы, она все же связана с неопределенностью, обусловленной структурными затратами. Поэтому для определения  $X$  целесообразно рассматривать следующее соотношение:

$$X = \Phi/C. \quad (10)$$

$\Phi$  – реализуется в результате строго упорядоченных действий, обусловленных используемыми технологическими процессами;  $C$  – обладает самой высокой степенью неопределенности в экономической системе.

Используя (3), (8) и (10), нетрудно получить функциональную связь между  $\Phi$  и  $C$ :

$$C = \Phi \{ S/(1 - S) \}. \quad (11)$$

Тогда функцию состояния интегрированной экономической системы можно представить в виде:

$$Q3 = P3 + \Phi3 \{ 1/(1 - S3) \}, \quad (12)$$

где  $S3$  – энтропия интегрированной экономической системы.

Согласно (6) и (11) мы можем записать:

$$(\Phi1 + \Phi2) \{ (S3/(1 - S3)) \} = \Phi1 \{ S1/(1 - S1) \} + \Phi2 \{ S2/(1 - S2) \}. \quad (13)$$

Положительный синергетический эффект от объединения будет наблюдаться при условии:

$$P3 > (P1 + P2). \quad (14)$$

Введем эффективность деятельности экономических систем как отношение  $Q/3$ , где  $3 = C + \Phi$  (полные затраты), тогда для положительного синергетического эффекта необходимо, чтобы выполнялось неравенство:

$$Q3/33 > Q1/31 + Q2/32 \quad (15)$$

Учитывая выражение (4), выражение (15) можно переписать в следующем виде:

$$(Q1 + Q2) / 33 > Q1 / 31 + Q2 / 32. \quad (16)$$

После несложных преобразований нетрудно получить, что синергетический эффект от объединения экономических систем в интегрированную экономическую систему будет положительным в случае выполнения следующего неравенства:

$$33 < \{ 32[(Q1/Q2) - 1] / [(Q1 \cdot 32/Q2 \cdot 31) - 1] \}. \quad (17)$$

Из выражения (17) получим необходимые условия для энтропии интегрированной экономической системы, чтобы наблюдался положительный синергетический эффект от объединения двух экономических систем за счет субаддитивности затрат:

$$S3 < (\Phi1 + \Phi2) \cdot (1 - S2) \cdot [Q1 \cdot \Phi2 \cdot (1 - S1) / Q2 \cdot \Phi1 \cdot (1 - S2) - 1] / [\Phi2 \cdot (Q1/Q2 - 1)]. \quad (18)$$

Из выражения (18) следует, что энтропия интегрированной экономической системы существенным образом зависит от экономических параметров объединяемых экономических систем ( $Q$ ,  $\Phi$ ,  $P$ ). Действительно, исходя из (12) энтропию экономической системы можно определить следующим образом:

$$S = 1 - \Phi / (Q - P). \quad (19)$$

При этом для конкретной экономической системы параметры ( $Q$ ,  $\Phi$ ,  $P$ ) связаны между собой уравнением (3). Выражение (19) можно рассматривать как уравнение связи структуры экономической системы, которую мы характеризуем энтропией, с содержанием, которое определяется конкретными экономическими параметрами ( $Q$  и  $P$ ). Уравнение (19) показывает, что структура экономической системы во многом определяет ее содержание. Мы рассмотрели случай объединения двух экономических систем. В общем случае объединения  $n$  экономических систем в одну, энтропию интегрированной экономической системы, обеспечивающую положительный синергетический эффект за счет субаддитивности за-

трат, можно рассчитать путем последовательного выполнения сложения, используя условия (14)–(18). Тогда условие (18) для интегрированной экономической системы, полученной в результате объединения  $n$  экономических систем, получим следующее выражение:

$$S < (\Phi) \cdot (1 - S_n) \cdot [Q_{n-1} \cdot \Phi_n \cdot (1 - S_{n-1}) / Q_n \cdot \Phi_{n-1} \cdot (1 - S_n) - 1] / [\Phi_n \cdot (Q_{n-1} / Q_n - 1)], \quad (20)$$

где  $S$  – энтропия интегрированной экономической системы;  $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_n$  – суммарные функциональные затраты объединяемых экономических систем;  $\Phi_n$  – функциональные затраты  $n$ -й экономической системы;  $S_n$  – энтропия  $n$ -й экономической системы;  $S_{n-1}$  – значение энтропии в результате объединения  $n - 1$  экономических систем;  $Q_n$  – количество ресурса, полученного в результате производственной деятельности  $n$ -й экономической системой;  $Q_{n-1}$  – суммарное количество ресурса, полученного в результате производственной деятельности ( $n - 1$ ) экономических систем.

Таким образом, определяющим для получения синергетического эффекта является структура интегрированной экономической системы. Поэтому на начальной стадии становления интегрированной экономической системы с целью получения положительного синергетического эффекта важно топологически правильно опре-

делить ее внутреннюю организацию (структуру). При этом энтропия интегрированной экономической системы должна удовлетворять условию (20).

#### Список литературы

1. Климонтович Н.Ю. Без формул о синергетике. Минск: Вышэйшая школа, 1986. 458 с.
2. Matthews R. The Organization Matrix and the Evolution of Strategy (Part 2) // *Economic Strategies*. 2005. V. 33–34. No. 07–08.
3. Coase R.H. The nature of the firm // *Economica*. 1937. V. 4. P. 15.
4. Александров Е.А., Боголепов В.П. О некоторых организационных критериях качества функционирования систем (К вопросу о создании математического аппарата теории организации) // В кн.: Организация и управление. М.: Мир, 1968. 275 с.
5. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. М.: Наука, 2003. 428 с.
6. Хайтун С.Д. Проблемы количественного анализа науки. М.: Наука, 1989. 450 с.
7. Иванус А.И. Гармоничный менеджмент по Фибоначчи. 2-е, изд. испр. М.: КомКнига, 2006. 104 с.
8. Кокин А.С., Чепьюк О.Р. Уравнение стоимости бизнеса: энтропия как мера стоимости // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2007. № 6. С. 201–207.

#### CONDITIONS FOR MANIFESTATION OF SYNERGETIC EFFECT IN THE PROCESS OF INTEGRATION OF ECONOMIC SYSTEMS

*G.A. Krasnov, V.V. Vinogradov, A.A. Krasnov*

The authors present the results of their research into the synergetic effect arising in the process of integration of economic systems. It is shown that the achievement of synergetic effect depends on the characteristics of an integrated economic system. It is found that the structure of an integrated economic system determines its entropy. An equation describing the dependence of an economic system's entropy on its economic parameters is obtained. Criteria of entropy values of an integrated economic system for achieving a positive synergetic effect are determined.

*Keywords:* synergetic effect, entropy, economic system.