

*Актуальные проблемы  
экономической теории***О методах количественной оценки конкурентоспособности новых производственных технологий\***

© К.А.Багриновский, 2001

Настоящая работа посвящена разработке методов количественной оценки конкурентоспособности новых технологий в условиях действующих производств. В качестве основного аппарата исследования предлагается система оптимизационных моделей, при помощи которой анализируется устойчивость производственного объекта по отношению к вводимым в него новшествам. Сформулировано необходимое условие конкурентоспособности новой технологии.

Для динамично развивающихся производств определение и выбор наиболее подходящей технологии является хотя и обычным, но очень ответственным делом инновационного менеджмента, поскольку такие решения могут оказывать влияние на общую стратегию развития предприятий. Важность этого выбора определяет требования к качеству технико-экономического обоснования проекта. Выбор должен быть основан на детальном анализе и сравни-

тельной оценке альтернативных технических предложений, на оценке их реализуемости, на обосновании и определении наиболее предпочтительного из них с точки зрения экономической или коммерческой эффективности, а также на рассмотрении социально-экономических и экологических последствий реализации проектного предложения в каждой конкретной ситуации.

При выборе новых технологий на действующих предприятиях необходимо учи-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 99-02-00016а).

тывать состояние рынка готовой продукции, обеспеченность ресурсами, условия окружающей среды и корпоративные стратегии, разработанные для данного производства.

При решении вопроса о привлечении новых технологических разработок следует тщательно проанализировать особенности их применения, их возможное влияние на производственную мощность предприятия. Дело в том, что новые технологии могут иметь общий характер, изменять полностью сложившийся ранее порядок производственной деятельности, а могут использоваться лишь на отдельных этапах производства, оказывая относительно небольшое влияние на общую производственную мощность предприятия (Виленский, Лившиц, Орлова, Смоляк, 1998). При этом нужно принимать в расчет возможные ограничения применения новых технологий, которые порождаются недостаточной квалификацией персонала и трудностями обращения с новым оборудованием и материалами.

Как правило, новая технология вступает в определенную конкуренцию со способами функционирования, принятыми на данном предприятии. Если она отвергается существующей производственной системой, то можно говорить о непривлекательности новой технологии для данной системы. Если же новая технология прививается в системе, то такую технологию можно считать в определенной мере привлекательной для нее.

В более общих терминах, производственная система (фирма, сектор экономики, регион), в которой предполагается возможность осуществления и распространения нововведений, должна обладать некоторы-

ми специфическими свойствами. Среди них наиболее существенную роль играет так называемая структурная неустойчивость системы, которая выражает ее неспособность воспрепятствовать возможным структурным возмущениям и тем самым «позволяет» внедряться экономически оправданным новым технологиям.

С точки зрения теории распространения инноваций для характеристики этого свойства может быть правильнее употребление терминов «восприимчивость» или «готовность» системы к восприятию нововведений. В самом деле, достаточно структурно устойчивая производственная система упорно сохраняет существующие в ней способы функционирования, пока и поскольку они остаются достаточно рентабельными в тех условиях, в которых система находится. В этом смысле она оказывается невосприимчивой к использованию новых технологий, которые не более рентабельны, чем старые.

В целом же производственная система оказывается в большей или меньшей мере восприимчивой к нововведениям в зависимости от конкретных условий ее существования и от характера предлагаемых новшеств. Это обстоятельство делает актуальной задачу разработки методов количественной оценки степени восприимчивости системы к нововведениям или, если использовать двойственную терминологию, оценки степени привлекательности данной производственной системы для внедрения нововведений.

По-видимому, первые значительные результаты в этой области были получены Л.В. Канторовичем (Канторович, 1959), который для систем, описываемых линейны-

ми моделями, создал аппарат объективно обусловленных оценок (о. о. оценок) и на этой основе развил метод расчета экономической эффективности новых производственных способов.

При этом было использовано представление о сравнительной рентабельности новой технологии относительно способов, составляющих оптимальный базис соответствующей задачи линейного программирования (ЛП). В частности, если эта задача формулируется как задача на максимум некоторой функции эффективности системы (прибыли, чистого дохода и т.п.), то система оказывается восприимчивой к внедрению новой технологии, если о. о. оценка соответствующего вектора (технологического способа) является положительной. В этом случае может быть сформирована новая задача ЛП, в оптимальный базис которой, как правило, входит новый технологический способ, а ее оптимальное значение превосходит значение исходной.

Следует заметить, что для таких систем, которые можно называть линейными, решение, является ли новая технология пригодной для использования в данной системе и при данных условиях (ресурсных ограничениях), остается неизменным и в том случае, когда условия меняются, но оптимальный базис остается прежним.

### **Основная нелинейная модель**

Как известно, в теории линейных систем принимается посылка, что функция эффективности всякого технологического способа является линейной относительно его интенсивности или объема производимой

продукции. Однако во многих случаях такое допущение оказывается неточным и следует рассматривать системы с нелинейными функциями эффективности. При этом, как правило, характер нелинейности определяется в основном степенью нелинейности функции издержек, которая входит в любую функцию эффективности в качестве вычитаемого.

В самом деле, наиболее простая модель функции эффективности технологического способа (прибыль) имеет следующий вид. Пусть по этому способу производится продукция в объеме  $x$  физических единиц. Если  $p$  – экзогенно заданная цена этого продукта и выпуск реализован полностью, то производственная система получит валовой доход (выручку) в размере

$$R(x) = p x.$$

В процессе создания этого количества продукции система несет производственные издержки в размере  $C(x)$ . При этом естественно считать, что издержки возрастают с увеличением объема производства, т.е. первая производная  $C'(x) > 0$ . Также обычно имеет место следующий факт: маргинальные издержки на производство каждой дополнительной единицы продукции возрастают по мере увеличения объема производства, т.е. вторая производная функции издержек  $C'' > 0$ . Таким образом, как правило, издержки на практике оказываются нелинейной функцией от объема производства.

По характеру зависимости от объема производства издержки можно сгруппировать следующим образом:

а) постоянные расходы  $C_0$ , которые практически не зависят от объема продукции;

б) прямо пропорциональные объему выпуска (линейные) затраты  $C_1$ ,

$C_1 = b x$ , где  $b$  – обобщенный показатель указанных затрат в расчете на одно изделие;

в) «сверхпропорциональные» (нелинейные) затраты  $C_2$ .

Для математического описания этого вида затрат обычно используют степенную зависимость типа

$$C_2 = d x^h \quad (h > 1).$$

Таким образом, для представления совокупных издержек можно применять следующую модель:

$$C(x) = C_0 + C_1 + C_2 = a + bx + dx^h,$$

где  $a, b, d$  – положительные числа.

Следует заметить, что условия  $C'(x) > 0$ ,  $C''(x) > 0$  для этой функции выполнены.

В более общем случае можно исходить из того, что совокупные затраты по представленным выше позициям выражаются при помощи нелинейной, выпуклой вниз функции  $C(x)$  от объема производства.

В качестве функции эффективности (полезности) системы в этом случае может быть использована прибыльность, или доходность, системы, которая имеет вид разности между валовым доходом и совокупными затратами:

$$F(x) = R(x) - C(x).$$

Первая производная функции эффективности, которая в дальнейшем называется предельной (маргинальной) эффективностью, обозначается далее через  $MF(x)$ .

В последующем анализе важное значение имеют решения уравнения  $MF(x) = 0$ . Это так называемые критические точки функции эффективности. В случае вогнутости указанной функции такие точки составляют замкнутое ограниченное множество и являются для нее точками максимума.

В настоящей работе в качестве основного понятия рассматривается производственный способ (технология), который описывает процесс переработки (трансформации) производственных ресурсов в конечную продукцию. Здесь будет использоваться известное представление технологии в виде вектора выпуска-затрат, в котором в качестве первой компоненты выступает функция эффективности (доходности, прибыльности) данной технологии, а последующие компоненты представляют собой функции затрат ограниченных ресурсов в зависимости от интенсивности применения данного производственного способа.

Совокупность производственных способов, допустимых для использования при данном наборе ресурсов, называется технологическим множеством и обозначается далее через  $T$ .

В общем случае нелинейная модель технологического множества  $T$  состоит из нелинейных ресурсных ограничений вида

$$\sum_{j=1}^n C_{ij}(x_j) \leq b_i \quad (i = 1, \dots, m),$$

где  $x_j$  – интенсивность  $j$ -го технологического способа,  $C_{ij}(x_j)$  – функция издержек  $i$ -го ограниченного ресурса при действии  $j$ -й технологии,  $b_i$  – объем запаса  $i$ -го ограниченного ресурса в данной системе.

Кроме того, в число условий обычно добавляются локальные ограничения на интенсивности, связанные с теми или иными особенностями функционирования данной производственной системы.

Далее рассматривается постановка задачи выбора оптимального набора технологий при известных нелинейных вогнутых функциях эффективности. При этом в постановку задачи не включается условие неотрицательности искомых интенсивностей их применения.

Точнее говоря, речь идет об оптимизационной задаче вида

$$\sum_{j=1}^n F_j(x_j) = \max$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n C_{ij}(x_j) \leq b_i \quad (i = 1, \dots, m). \quad (1)$$

Решение этой задачи, которая далее будет носить название основной, может быть выполнено при помощи построения функции Лагранжа и определения ее седловой точки. Этот метод дает возможность рассчитать также оптимальные оценки ресурсов (неотрицательные величины  $y_i$ ) как множители Лагранжа в нелинейной проблеме условного максимума.

Первая производная функции эффективности технологии, которая в дальнейшем называется предельной (маргинальной) эффективностью, обозначается далее через  $MF_j(x_j)$ .

Аналогично вводятся предельные функции издержек ограниченных ресурсов, обозначаемые далее через  $MC_{ij}(x_j)$ .

При помощи указанных величин может

быть вычислена оптимальная оценка каждой технологии, которая в рассматриваемом случае имеет следующий вид:

$$Z_j(x_j) = MF_j(x_j) - \sum_{i=1}^m y_i MC_{ij}(x_j).$$

Как известно, для всех производственных способов, входящих в оптимальный набор, справедливы соотношения:

$$Z_j(x_j) = 0,$$

что отражает равенство предельной доходности и предельных затрат, выраженных в оптимальных оценках ограниченных ресурсов.

### **Критерий конкурентоспособности новой технологии**

В качестве количественного критерия привлекательности (допустимости) новой технологии предлагается использовать ее оптимальную оценку в задаче определения эффективности производственного способа. Сделаем это следующим образом.

Для обсуждаемого производственного способа (для определенности с номером  $k$ ) составляется вектор выпуска-затрат вида

$$\{ F_k(x_k); C_{1k}(x_k), \dots, C_{mk}(x_k) \},$$

после чего по этим данным строится контрольное нелинейное неравенство

$$Z_k(x_k) \geq 0 \quad (2)$$

и ищется его положительное решение. Далее возможны два случая.

а) Положительное решение  $x_k$  существует. Это означает, что вычисленная на основе решения оптимизационной задачи оптимальная оценка предлагаемой технологии выше, чем аналогичные величины для базовых технологий. Следовательно, эта технология является «сверхрентабельной» на некотором множестве интенсивностей, определяемом указанным положительным решением.

Рассмотрим *пример 1*.

Пусть имеются три базовые технологии, заданные векторами выпуск-затраты (функция эффективности и два ограниченных ресурса):

$$\begin{aligned} T_1 &= \{3x_1 - 0,1x_1^2; x_1; 0,8x_1\}, \\ T_2 &= \{3,4x_2 - 0,3x_2^2; x_2; x_2\}, \\ T_3 &= \{3,6x_3 - 0,5x_3^2; x_3; 1,3x_3\}. \end{aligned}$$

Располагаемые запасы ресурсов таковы:  $b_1=2,3; b_2=2,17$ .

В этих условиях основная оптимизационная задача имеет следующее решение:

$$x_1=1,192; x_2=0,746; x_3=0,362; F_{opt}=7,041,$$

а оптимальные оценки ресурсов равны:  $y_1=1,998; y_2=0,954$ .

Нетрудно убедиться в том, что оптимальные оценки всех базовых технологий равны нулю.

Пусть для использования в данной производственной системе предлагается новая технология

$$T_4 = \{3,2x_4 - 0,2x_4^2; x_4; 0,9x_4\}.$$

Очевидно, предельная эффективность равна

$$MF_4 = 3,2 - 0,4x_4$$

и контрольное неравенство имеет вид

$$Z_4 = 3,2 - 0,4x_4 - 1,998 - 0,954 \cdot 0,9 = 0,343 - 0,4x_4 \geq 0.$$

Это неравенство имеет непустое множество положительных решений, определяемое неравенством

$$0 \leq x_4 \leq 0,858.$$

Таким образом, в согласии с приведенным выше правилом оценки технология  $T_4$  может быть рекомендована для включения в число базисных.

Действительно, расчет основной оптимизационной задачи с учетом четырех технологий приводит к следующему решению:

$$x_1=0,757; x_2=0,609; x_3=0,287; x_4=0,646$$

и значение суммарной функции эффективности увеличивается с 7,041 до величины 7,152.

б) Контрольное неравенство не обладает положительным решением. Это означает, что при любой положительной интенсивности оптимальная оценка нового технологического способа оказывается отрицательной и, следовательно, меньшей, нежели оценки базовых технологий. В этом случае новый способ не может быть рекомендован для применения.

*Пример 2.*

В качестве исходных данных берутся показатели базовых технологий *примера 1* и новая технология

$$T_5 = \{3,2x_5 - 0,1x_5^2; x_5; 1,4x_5\}.$$

Очевидно, предельная эффективность равна

$$MF_5 = 3,2 - 0,2x_5$$

и контрольное неравенство имеет вид

$$Z_5 = 3,2 - 0,2x_5 - 1,998 - 1,336 = -0,134 - 0,2x_5 \geq 0.$$

Это неравенство не имеет места при всякой положительной интенсивности, что и означает непривлекательность предлагаемой технологии для данной системы.

Пробный расчет основной оптимизационной задачи с технологиями  $T_1, T_2, T_3, T_5$  дал положительные значения интенсивностей для первых трех из них и отрицательную величину для технологии  $T_5$ .

Таким образом, приемлемость новой технологии прямо связана с существованием множества положительных решений указанного контрольного неравенства. Это множество обычно имеет вид отрезка  $(0, x_p)$ , и по величине верхней грани можно судить о степени привлекательности рассматриваемой технологии. На основании многих имитационных расчетов можно утверждать, что, чем больше значение  $x_p$ , тем большее значение имеет интенсивность этой технологии в результате решения основной оптимизационной задачи с включением ее в число базовых технологий.

Изложенные результаты связаны с более общим представлением о возможности измерения степени структурной устойчивости производственных систем, поскольку высокая степень устойчивости означает практическую недоступность системы для нововведений. Согласно общей теории сис-

тем, можно пытаться добиться некоторого снижения уровня структурной устойчивости путем «расшатывания» при помощи осуществления целенаправленных воздействий извне на изучаемую систему.

В ходе выполнения настоящей работы в качестве таких средств использовалась имитация изменения потоков ограниченных ресурсов (величин  $b_i$  в основной оптимизационной модели). При этом экспериментально было проверено предположение о том, что постепенное увеличение издержек в нормальной ситуации не приводит к уменьшению прибыльности (эффективности) системы, но этот рост замедляется по мере увеличения издержек.

Рост прекращается, когда интенсивность производственного способа достигает критической точки своей функции эффективности. В этой ситуации прибыль перестает возрастать, несмотря на увеличение запасов ресурсов; определенная часть выделяемых ресурсов становится излишней, поскольку не дает прироста эффекта. Производственная система либо должна продолжить работу в режиме критической точки, не имея перспективы на расширение производства, либо перейти к новым, более эффективным способам. Последнее означает, что система внутренне готова к доступу нововведений, т.е. она приобретает некоторую структурную неустойчивость, что можно объяснить ее способностью к самоорганизации в критическом состоянии.

### **Имитационные эксперименты**

В ходе рассматриваемой работы для исследования изменения степени структурной

устойчивости использовалось постоянное отслеживание характеристик некоторого множества предлагаемых (резервных) технологий. При этом в качестве основных показателей были выбраны оптимальные оценки технологий, а затем проводилось их сопоставление в ходе вариации внешних условий и вызванного этим изменения структурной устойчивости изучаемой системы.

Для получения количественных оценок было организовано несколько серий имитационных расчетов.

В первой из них изучалось изменение привлекательности некоторого набора новых технологий, происходящее в связи с вариацией внешних условий вообще и, в частности, в том случае, когда меняются объемы поступления ограниченных производственных ресурсов ( $b_j$ ). Было установлено, что по мере роста объемов внешних ресурсов происходит приближение интенсивностей базовых («старых») технологий к их критическим значениям и, как следствие, резкое снижение удельных приростов прибыльности в расчете на единицу совокупного объема привлекаемого ресурса. Этот процесс сопровождается, как правило, уменьшением оптимальных оценок внешних ресурсов, в связи с чем условие привлекательности новой технологии, выраженное через положительную разрешимость контрольного неравенства (2), становится менее жестким и многие технологии, которые ранее находились в резерве, становятся допустимыми для использования в новой обстановке.

Следует заметить, что условию допустимости отвечают прежде всего технологии, функции эффективности которых спе-

цифичны. Они характеризуются сравнительно большой маргинальной эффективностью, заметным превышением своих критических значений по сравнению с аналогичными значениями базовых технологий системы.

### Пример 3.

Рассмотрим систему, которая работает в условиях использования одного ограниченного ресурса. Его запас обозначается  $b$ . В начальный момент в системе применяются три базовые технологии  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ . Они характеризуются следующими данными:

$$\begin{aligned} T_1 &= \{ F_1 = 3x_1 - 0,3x_1^2 ; x_1 \}, \quad x_{1кр} = 5; \\ T_2 &= \{ F_2 = 3,4x_2 - 0,5x_2^2 ; x_2 \}, \quad x_{2кр} = 3,4; \\ T_3 &= \{ F_3 = 3,6x_3 - 0,7x_3^2 ; x_3 \}, \quad x_{3кр} = 2,571. \end{aligned}$$

Ресурсное ограничение имеет вид

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq b.$$

В качестве новой технологии представлена

$$T_4 = \{ F_4 = 2,5x_4 - 0,125x_4^2 ; x_4 \}, \quad x_{4кр} = 10.$$

3.1. Если  $b=2$ , то решение основной оптимизационной задачи имеет вид

$$x_1 = 0,577; \quad x_2 = 0,74; \quad x_3 = 0,676; \quad F_{opt} = 6,006;$$

оптимальная оценка ограничения  $y = 2,653$ ;  
контрольное условие допустимости для новой технологии

$$Z_4 = 2,5 - 0,25x_4 - 2,653 = -0,25x_4 - 0,153 \geq 0.$$

Очевидно, что это неравенство не имеет положительного решения и новая техно-



логия не является подходящей для рассматриваемой системы.

3.2. Если  $b=3$ , то решение основной оптимизационной задачи имеет вид

$$x_1=1,07; x_2=1,042; x_3=0,887; F_{opt}=8,511;$$

оптимальная оценка ограничения  $y=2,358$ ;

контрольное условие допустимости для новой технологии

$$Z_4=2,5 - 0,25x_4 - 2,358 = -0,25x_4 + 0,142 \geq 0.$$

Это неравенство имеет положительные решения ( $0 \leq x_4 \leq 0,569$ ), и новая технология оказывается допустимой для рассматриваемой системы.

3.3. Заметим в рамках предлагаемого примера, что в случае включения новой технологии в число базовых решение оптимизационной задачи имеет вид

$$x_1=0,942; x_2=0,965; x_3=0,832; x_4=0,261; F_{opt}=8,530;$$

оптимальная оценка ограничения  $y=2,435$ .

Это означает, что после введения новой технологии оптимальная эффективность системы несколько повысилась и оптимальная оценка ресурса возросла.

Вторая серия расчетов была посвящена исследованию влияния локальных ограничений на конкурентоспособность нововведений. С этой целью основная оптимизационная модель (1) была дополнена набором ограничений вида

$$x_k \leq d_k \quad (k=j_1, \dots, j_p, \dots, j_s),$$

где номера  $j_i$  соответствуют тем переменным, которые ограничены сверху по постановке задачи.

В результате вычислений было установлено, что наличие таких локальных ограничений связано с уменьшением оптимальных оценок общесистемных ресурсных ограничений. Тем самым создаются благоприятные условия для внедрения новых технологий. Этот эффект можно объяснить тем, что сама невозможность роста интенсивности базовой технологии заставляет искать и включать в процесс новые производственные способы и при этом могут быть снижены требования к ним по эффективности.

#### Пример 4.

В качестве основной рассмотрим оптимизационную модель, представленную в *примере 3.2*, дополнив ее локальным ограничением

$$x_1 \leq 1.$$

Решение этой задачи имеет вид

$$x_1=1; x_2=1,083; x_3=0,917; y=2,317; v=0,083; F_{opt}=8,508.$$

Здесь  $v$  – оптимальная оценка локального ограничения.

В этом случае контрольное неравенство (2) имеет множество положительных решений ( $0 \leq x_4 \leq 0,733$ ), которое содержит аналогичный отрезок из *примера 3.2*.

Третья серия имитационных вычислений была направлена на выяснение влия-

ния повышения (или снижения) цен готовой продукции системы на устойчивость набора ее базовых технологий.

В качестве инструмента расчетов использовалась основная оптимизационная модель, в которую были включены дополнительные соотношения, описывающие правила изменения цен конечной продукции в различных условиях.

Общий результат расчетов можно сформулировать достаточно просто: в случае повышения цен происходит увеличение оптимальных оценок ресурсов и, следовательно, усиление структурной устойчивости. В реальной жизни подобные явления наблюдаются в экономике России. В самом деле, постоянный рост цен на сырую нефть создает впечатление благополучного развития экономики и тем самым препятствует ее структурной перестройке. Соответственно снижение цен приводит к ослаблению структурной устойчивости и благоприятно сказывается на возникновении и распространении новых научно-технических идей и результатов.

В четвертой серии вычислений была осуществлена имитация процесса адаптации базовых технологий к изменяющимся условиям.

В ходе расчетов проводилось сопоставление роста локальной эффективности некоторого базового способа с необходимыми затратами на его техническую реконструкцию. Здесь получены полезные результаты, которые нуждаются в дополнительной обработке и содержательной интерпретации.

### **Синергетика: возможная роль в экономических исследованиях**

В заключение следует остановиться на связи обсуждаемой нами проблемы структурной устойчивости производственной системы с задачей оценки экономической эффективности инвестиционных проектов, где речь идет о количественной оценке и сравнении новых производственных способов безотносительно к свойствам производственной системы, для которой предназначены эти проекты. При этом вопрос о реализации проекта на действующем предприятии как бы выносится за рамки теории и переводится в плоскость практических приложений и приближенных рецептов.

В настоящее время очень интенсивно развивается новое направление в теории систем, которое называется синергетикой. Это направление можно считать теорией самоорганизации, понимая под последним термином способность определенных систем к возникновению и самоподдержанию упорядоченных структур в открытых нелинейных средах различной природы под воздействием неспецифицированных (т.е. не направленных на достижение конкретной цели) воздействий (Хакен, 1991).

Система является открытой, если она допускает приток материи и энергии извне, а также их отток во внешнюю среду. Производственную систему можно называть открытой, если ее состояние изменяется под воздействием внешних факторов (приток материальных ресурсов и энергии; влияние рыночных факторов и сигналов и т.п.).

Синергетика исследует явления, которые могут быть интерпретированы как самопроизвольное возникновение и самопод-

держание упорядоченных временных и пространственных структур, формирующихся в активных средах.

При этом под структурой понимается локализованный в определенных участках среды процесс, который имеет определенную геометрическую форму и может перестраиваться и перемещаться в среде формирования. Конечным результатом эволюции системы являются структуры-аттракторы, которые относительно просты по сравнению со сложным (запутанным, хаотическим) ходом промежуточных процессов в этой среде.

Важная особенность синергетического подхода состоит в использовании нелинейных моделей изучаемых систем. Этот способ анализа является актуальным, так как нелинейность дает возможность получить множество качественно различных траекторий развития систем и тем самым исследовать и сопоставить множество путей эволюции.

Согласно работам отечественных авторитетов в области синергетики (Князева, Курдюмов, 1994), разные пути эволюции связываются с бифуркациями (возможны-

ми раздвоениями траекторий) при изменении параметров среды и потерей устойчивости некоторого основного решения. Таким образом, в определенной области вариации параметров сохраняется притяжение одного и того же аттрактора, но если имеет место значительное изменение параметров, то система попадает в сферу действия другого аттрактора и динамика развития системы резко меняется. В связи с этим устойчивость и равновесность рассматриваются в синергетике как некие тупики эволюции, поскольку в устойчивых стационарных структурах всякое малое возмущение со временем погашается и структура остается прежней.

Указанные общие положения синергетики, на наш взгляд, имеют прямую связь с рассмотренными в этой статье проблемами количественной оценки конкурентоспособности новых технологий в производственных системах. Это обстоятельство позволяет надеяться, что внимательное изучение результатов синергетики откроет новые горизонты в экономической теории научно-технического прогресса вообще и в экономике инноваций в особенности.

## Литература

1. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998.
2. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
3. Хакен Г. Информация и самоорганизация (Макроскопический подход к сложным системам). М.: Мир, 1991.
4. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994.