ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ ДИНАМИЧЕСКИХ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ

Г. А. Краснов, А. А. Краснов, А. А. Краснов

В статье представлены исследования особенностей эволюции экономических систем в условиях технологического прогресса. Установлено, что эволюция экономических систем сопровождается увеличением информации, содержащейся в экономической системе, сложностью и многообразием форм организации экономических элементов в процессе выполнения производственных функций. Предложены методы для количественного определения многообразия, уровня организованности и информации, содержащейся в экономической системе.

В настоящее время развитие экономической теории и ее методологии характеризуется сближением экономических исследований с исследованиями в естественных науках. Следует отметить, что привлечение достижений естественных наук в исследование экономических систем не ново. Еще в XVIII в. Д. Юм и Т. Мальтус проводили аналогии между хозяйственной сферой и природой. Затем Герберт Спенсер разработал универсальную философскую систему, описывающую на принципах эволюции развитие природной и социальной жизни. Один из основоположников институционализма Торстен Веблен считал, что эволюция в хозяйственных системах и в живой природе происходит по аналогичным законам и институты, как носители «наследственной» информации, могут быть уподоблены генам. Фридрих Хайек за единицу отбора считал правила (нормы и законы), а селекция правил, по его мнению, происходит по принципу жизнеспособности: «выживают» те правила, которые ведут к росту богатства, свободы и благополучия общества [8].

На современном этапе можно выделить ряд направлений экономических исследований, в основе которых лежат фундаментальные законы естественных наук: это эволюционная [2, 9, 11], «синергетическая» [11, 12] и «физическая» [3] экономики. Данные направления часто рассматривают как альтернативные неоклассической теории. Следует отметить, что представленные выше направления имеют много общего и строятся на основе теории динамических развивающихся систем. Динамически развивающиеся системы имеют ряд отличительных сторон, например, могут самопроизвольно изменять свое состояние при взаимодействии с окружающей средой (как детерминированно, так и случайно). В этих системах количественный рост элементов и связей системы приводит к качественным изменениям структуры, а устойчивость системы во многом зависит от характера связей между элементами системы. То есть устойчивость такой системы будет определяться ее структурой. В случае экономической системы структура будет определять организацию элементов в процессе выполнения производственных функций, а организация элементов экономической системы будет проявляться во внутренней ее упорядоченности и согласованности взаимодействия элементов. Оптимальная организация элементов

сложной экономической системы подразумевает оптимальные затраты ресурсов в процессе производственной деятельности.

Интерес экономистов к исследованиям в области теории динамических развивающихся систем в приложении к экономическим системам неуклонно растет. В настоящее время в России успешно функционирует под руководством академика В.И. Маевского Центр эволюционной экономики. Эволюционная экономическая теория рассматривает экономическое развитие как необратимый процесс нарастания сложности, многообразия и продуктивности производства за счет периодически повторяющейся смены технологий, видов продукции, организаций и институтов. Основной целью Центра эволюционной экономики является разработка и пропаганда в научной среде эволюционного подхода к проблемам экономического развития. Следует отметить, что эволюционная, «синергетическая» и «физическая» экономики находятся на разных стадиях развития. В основе любой науки лежит возможность точного измерения параметров изучаемых объектов. Поэтому вопросы количественного определения изменения уровня организации, сложности и многообразия экономических систем в процессе их эволюции вследствие технологического прогресса являются актуальными.

Состояние динамически развивающейся системы мы можем характеризовать величиной энтропии (S). С одной стороны, энтропию можно интерпретировать как меру неопределенности, а с другой — как меру порядка (беспорядка), сложности и организованности экономической системы [13]. Фактор сложности экономической системы выступает как сложность (неопределенность) точного предсказания ее поведения в перспективе и выражается через нестабильность (резкие колебания, изменчивость) экономических показателей ее деятельности. В общем случае сложность экономической системы проявляется в разнообразии (N) ее возможных состояний. При этом каждое состояние экономической системы из множества ее возможных состояний (N) будет характеризоваться конкретными значениями экономических показателей деятельности. В работе Ю.Г. Маркова [10] показано, что из всего разнообразия возможных состояний (N) система будет находиться в предпочтительных состояниях, количество которых равно (n), соответствующих конкретному значению энтропии (S) этой системы. Соотношение между количеством возможных состояний (N) и предпочтительных (n) имеет вид [10, с. 115]:

$$\log_2(n/N) = -R_{\text{абс.}}, \qquad (1)$$

где $R_{\text{абс.}}$ — абсолютная организованность системы.

Организованность системы как абстрактная мера может выступать в качестве критерия, с помощью которого можно оценить уровень организации элементов экономической системы. Из выражения (1) следует, что с увеличением абсолютной организованности системы ($R_{\text{абс.}}$) происходит уменьшение доли предпочтительных состояний (n), в которых фактически может пребывать система. Другими словами, с увеличением абсолютной организованности разнообразие предпочтительных состояний экономической системы будет уменьшаться, что обусловит уменьшение сложности самой системы и неопределенности в ее поведении. Абсолютную организованность системы можно рассчитать по выражению [10, с. 116]:

$$R_{\text{абс.}} = R \times S_{\max}, \qquad (2)$$

где R — относительная организованность системы; $S_{\max}$ — максимальное значение энтропии экономической системы.

Для оценки относительной организованности системы (R) можно использовать выражение [1, с. 112]:

$$R = 1 - S/S_{\max}. \qquad (3)$$

Из выражения (3) следует, что

$$R_{\text{абс.}} = S_{\max} - S. \qquad (4)$$

В работе [7, с. 185] мы показали, что энтропия экономической системы определяет долю трансакционных затрат в общих затратах, а область существования экономической системы будет определяться диапазоном возможного изменения ее энтропии (ΔS), который мы можем задать следующим образом:

$$S_{\min} \le \Delta S \le S_{\max}, \qquad (5)$$

где $S_{\min}$ — минимальное значение энтропии экономической системы.

Ранее в работе [5, с. 184] нами было получено выражение для энтропии экономической системы.

$$S = 1 - \Phi/(Q - P), \qquad (6)$$



Рис. 1. *Область существования экономической системы в зависимости от Ко*

где Q — количество ресурса, полученного в результате производственной деятельности экономической системы; P — количество ресурса, обеспечивающего прибыль экономической системы; Ф — количество ресурса, потраченного на функциональные затраты в процессе производственной деятельности. Функциональные затраты — это сумма прямых производственных затрат и затрат, связанных с наладкой и техническим обслуживанием технологического оборудования.

В [5, с. 185] было установлено, что минимально возможное значение энтропии экономической системы (S_{min}) может быть рассчитано как:

$$S_{min} = 1/(\text{Ко} + 1), \qquad (7)$$

где Ко = Ф/ПОСТ; ПОСТ — количество ресурса, потраченного на постоянные затраты. Коэффициент Ко показывает минимальный уровень постоянных затрат (ПОСТ), необходимых для реализации заданных функциональных затрат (Ф).

Максимальное значение энтропии для конкретной производящей экономической системы при фиксированном значении Ко будет реализоваться при условии простого воспроизводства, то есть в случае, если в процессе функционирования экономической системы прибыль отсутствует ($P = 0$). Тогда выражение (6) примет вид:

$$S_{max} = 1 - \Phi/Q = 1 - K_Q, \qquad (8)$$

где $K_Q = \Phi/Q$. Коэффициент K_Q показывает, какое количество функциональных затрат (Φ_i) приходится на единицу произведенного ресурса (Q_i). Таким образом, при помощи коэффициентов Ко и K_Q мы можем характеризовать производственные ресурсы и технологии, используемые экономической системой в процессе конкретного производства.

Область существования экономической системы, отвечающую условию (5), в зависимости от Ко можно представить графически (рис. 1).

Из выражения (7) и рисунка 1 следует, что нижняя граница области существования экономической системы определяется величиной S_{min} или уровнем постоянных затрат, необходимых для реализации заданных функциональных затрат, в процессе производства (коэффициент Ко). Верхняя граница области существования экономической системы определяется величиной S_{max} или возможностями производственных ресурсов в процессе получения конечной продукции (коэффициент K_Q). Таким образом, область существования экономической системы ограничена ее производственно-технологическим потенциалом.

Прогресс современной экономики опирается на иновационные ресурсосберегающие технологии, что в нашем случае будет характеризоваться увеличением коэффициента Ко и уменьшением коэффициента K_Q. Согласно данным рис. 1 технологический прогресс будет обеспечивать увеличение ширины области существования экономической системы.

В работе [6, с. 144] нами было показано, что в общем виде энтропия экономической системы может быть рассчитана как сумма:

$$S = S_{min} + S_C, \qquad (9)$$

где S_C — структурная энтропия экономической системы.

Величина структурной энтропии (S_C) определяется формой организации элементов экономической системы в процессе выполнения производственных функций и характеризуется определенным уровнем трансакционных затрат (Ŧ). При неизменных коэффициентах Ко и K_Q рост энтропии (S) экономической системы в области ее существования (ΔS) может происходить только за счет структурной энтропии (S_C) вследствие роста трансакционных затрат (Ŧ). Следовательно, максимальному значению энт-

ропии экономической системы (S_{max}) при неизменных коэффициентах Ко и $К_Q$ будет соответствовать максимальная структурная энтропия ($S_{C,\,max}$). Тогда ширину области существования экономической системы мы можем определить как разность:

$$\Delta S = S_{max} - S_{min} = S_{C,\,max} = \{Ко/(Ко + 1)\} - К_Q \quad (10)$$

Из (10) следует, что ширина области существования экономической системы (ΔS) при неизменных Ко и $К_Q$ определяется максимально возможной структурной энтропией ($S_{C,\,max}$). При этом состояние экономической системы в области ее существования будет определяться конкретной формой организации экономических элементов с определенным уровнем структурной энтропии (S_C) и трансакционных затрат. Следуя логике представленных выше рассуждений, мы можем утверждать, что ширина области существования экономической системы будет определять структурное разнообразие системы или возможное разнообразие организационных форм координации деятельности элементов экономической системы. При неизменных Ко и $К_Q$ все разнообразие экономической системы будет определяться структурным разнообразием ($S_{C,\,max}$).

Производственная деятельность всякой экономической системы характеризуется определенным уровнем относительной организованности (R) и определенным уровнем беспорядка (S) (неопределенности). При этом, исходя из выражения (3), связь между уровнем беспорядка (S) и уровнем относительной организованности (R) в пределах области существования экономической системы (ΔS) имеет вид рис. 2.

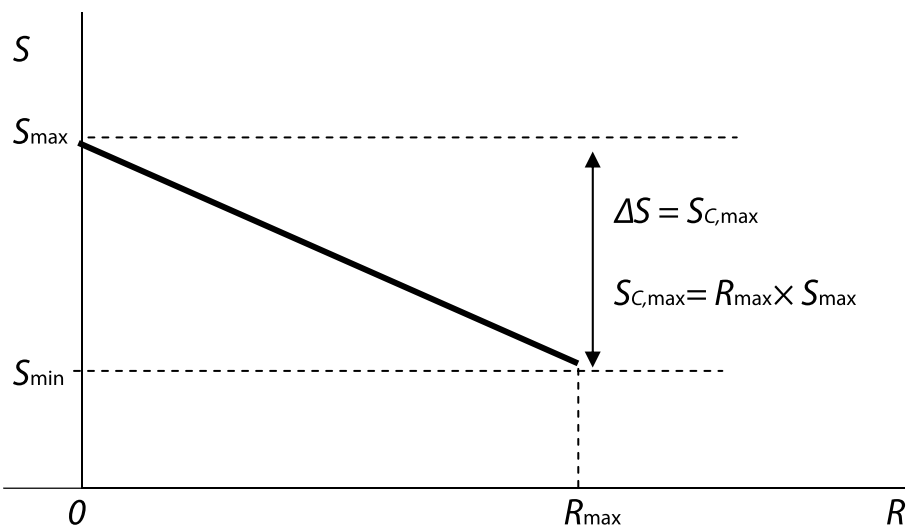


Рис. 2. *Изменение энтропии (S) экономической системы в зависимости от организованности (R) в пределах области ее существования (ΔS)*

Очевидно, что максимальная организованность (R_{max}) экономической системы может быть достигнута при $S = S_{min}$. Тогда для R_{max} на основе (3) мы можем получить:

$$R_{max} = 1 - 1/[(Ко + 1)(\,1 - К_Q)]. \quad (11)$$

Или, используя выражения (4) и (8), для R_{max} можно записать:

$$R_{max} = (S_{C,\,max})/(S_{max}). \quad (12)$$

Из выражения (12) следует, что максимальная возможная организованность (R_{max}) экономической системы определяется шириной области ее существования ($S_{C,\,max}$) и максимально возможным значением энтропии экономической системы (S_{max}). Таким образом, уровень максимальной организованности (R_{max}) экономической системы будет определяться коэффициентами Ко и $К_Q$, то есть ее производственно-технологическим потенциалом. С другой стороны, из выражения (12) следует, что область существования экономической системы определяется произведением максимально возможного уровня организованности на максимально возможную неопределенность (дезорганизацию) экономической системы:

$$\Delta S = S_{C,\,max} = R_{max} \times S_{max}. \quad (13)$$

Уменьшение энтропии (неопределенности) экономической системы может происходить за счет увеличения информации о состоянии системы. На основе доступной достоверной информации о состоянии экономической системы можно произвести упорядочение элементов системы с целью получения максимальной эффективности производственной деятельности. Таким образом, максимальная относительная упорядоченность (R_{max}) экономической системы будет определять величину информации, содержащейся в экономической системе, знание которой позволит свести к минимуму неопределенность. Тогда выражение (13) мы можем интерпретировать следующим образом: область существования эконо-

мической системы равна произведению полной информации, содержащейся в системе, на максимально возможную неопределенность этой системы.

Как следует из выражения (11), максимальная относительная упорядоченность (R_{max}) экономической системы нелинейно увеличивается с ростом Ко и нелинейно уменьшается с ростом $К_Q$. На рис. 3 представлена зависимость величины максимальной относительной упорядоченности (R_{max}) экономической системы от коэффициента Ко при различных значениях $К_Q$.

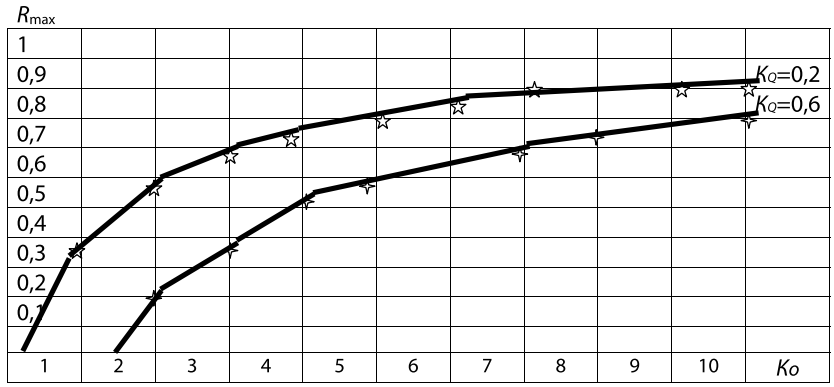


Рис. 3. *Изменение величины максимальной относительной упорядоченности экономической системы (R_{max}) в зависимости от коэффициента Ко (✧ — $К_Q$ = 0,6; ☆ — $К_Q$ = 0,2)*

Следуя логике представленных выше рассуждений, мы можем утверждать, что аналогичным образом будет происходить изменение количества информации в экономической системе. То есть развитие экономической системы за счет использования инновационных технологий, направленных на увеличение коэффициента Ко и уменьшение коэффициента $К_Q$, сопровождается ростом информации в системе. Тогда уровень развития экономической системы мы можем характеризовать не только используемыми в производстве технологическими процессами, но и количеством информации, содержащейся в экономической системе.

Представляет интерес определение соотношения между коэффициентами Ко и $К_Q$, при котором уровень организованности экономической системы всегда будет равен 0, или, другими словами, в системе будет отсутствовать информация. Из выражения (11) нетрудно получить:

$$Ко = К_Q/(1 - К_Q). \qquad (14)$$

Выражение (14) можно представить в виде:

$$S_{max} = К_Q/Ко = ПОСТ/Q. \qquad (15)$$

Условия (14) и (15) соответствуют отсутствию области существования экономической системы, то есть $S_{C,\,max} = 0$. Другими словами, при реализации соотношений (14) и (15) структурное разнообразие и информация в экономической системе отсутствуют. Отсутствие области существования экономической системы соответствует условию:

$$S_{max} = S_{min}. \qquad (16)$$

С использованием (7) и (8) нетрудно получить, что условие (16) будет реализовываться при выполнении следующего равенства:

$$Q = Ф + ПОСТ \qquad (17)$$

Равенство (17) говорит о том, что при осуществлении производственной деятельности экономической системой прибыль (P) и трансакционные затраты (Ŧ) отсутствуют. Отсутствие трансакционных затрат (Ŧ) обусловлено отсутствием необходимости организации элементов экономической системы для осуществления производственной деятельности. В этом случае воспроизводство потребностей экономических агентов, осуществляющих деятельность, происходит за счет постоянных затрат (ПОСТ). Данная экономическая деятельность может быть охарактеризована как примитивная с отсутствием информации в экономической системе.

В работе [5, с. 181] было показано, что в общем случае, когда осуществляется деятельность экономической системы в пределах области существования должно, выполняться следующее уравнение:

$$Q = P + Ф + ПОСТ + Ŧ. \qquad (18)$$

Уравнение (18) соответствует наличию области существования экономической системы и, соответственно, информации в ней. Уровень функциональных (Ф) и постоянных затрат (ПОСТ) в процессе производства регламентирован используемыми технологическими процессами, которые мы характеризуем коэффициентами Ко и $К_Q$. При этом технологии, используемые в конкретном производстве, гарантируют фиксированный выпуск конечного продукта (Q) при заданном уровне функциональных (Ф) и постоянных (ПОСТ) затрат. Исходя из

этого, уровень прибыли (P) экономической системы будет существенным образом зависеть от уровня трансакционных затрат (Ŧ), возникающих в процессе осуществления экономической деятельности. Величина трансакционных затрат (Ŧ) зависит от величины энтропии (неопределенности) экономической системы. Достоверная информация, получаемая о состоянии экономической системы, позволяет увеличить уровень относительной организованности (R) и уменьшить неопределенность. Уменьшая неопределенность экономической системы, мы можем уменьшить трансакционные затраты (Ŧ) и увеличить прибыль (P). Неопределенность будет минимальна, когда уровень организованности достигнет максимального значения (R_{max}), что позволит выбрать предпочтительное состояние экономической системы, обеспечивающее деятельность с максимальной эффективностью.

Деятельность экономической системы в пределах области ее существования будет характеризоваться определенным уровнем эффективности. Поскольку область существования экономической системы ограничена производственными ресурсами и технологиями, используемыми в процессе осуществления деятельности, то это должно накладывать ограничение на эффективность. Принято оценивать результаты производственной деятельности экономической системы величиной прибыли. Следует отметить, что прибыль приблизительно отражает эффективность деятельности экономической системы. Для более точной оценки функционирования экономической системы используют ряд показателей. Среди них наиболее важными являются следующие: 1) коэффициент эффективности потребленных ресурсов в процессе производственной деятельности $К_Э = Q/З$; где $З = Q - P$ — количество потребленного ресурса при осуществлении экономической деятельности (суммарные затраты) (коэффициент $К_Э$ показывает, какое количество ресурса получает экономическая система на единицу затрат); 2) коэффициент рентабельности основной деятельности $К_{р.о.} = P/З$ ($К_{р.о.}$ показывает, какое количество прибыли получает экономическая система на единицу затрат); 3) коэффициент рентабельности продаж $К_{р.п.} = P/Q$ ($К_{р.п.}$ показывает, сколько прибыли приходится на единицу ресурса, полученного в результате производственной деятельности экономической системы). В отличие от прибыли, данные показатели характеризуют эффективность деятельности конкретной экономической системы относительно других экономических систем, независимо от их размеров и характера деятельности. Таким образом, система данных показателей выражает экономические отношения между субъектами по поводу результативности использования производственных факторов.

Из определения коэффициентов: эффективности потребленных ресурсов (КЭ), рентабельности основной деятельности Кр.о. и рентабельности продаж (Кр.п.) несложно получить функциональную связь между этими коэффициентами:

$$К_{р.о.} = К_Э - 1, \quad (19)$$

$$К_{р.п.} = (К_Э - 1)/ К_Э, \quad (20)$$

$$К_{р.о.} = К_{р.п.}/(1 - К_{р.п.}). \quad (21)$$

Из закона ограниченности ресурсов следует, что коэффициенты $К_Э$, $К_{р.о.}$ и $К_{р.п.}$ имеют предельные значения. Очевидно, что для коэффициента эффективности потребленных ресурсов должно выполняться неравенство $К_Э > 1$, поскольку при $К_Э = 1$ прибыль будет отсутствовать и соответственно деятельность экономической системы будет неэффективна. Используя определение для коэффициента эффективности потребленных ресурсов и выражение (6), нетрудно получить:

$$К_Э = (1 - S)/К_Q. \quad (22)$$

Тогда энтропию экономической системы мы можем представить следующим образом:

$$S = 1 - К_Э \times К_Q. \quad (23)$$

Максимальное значение эффективности потребленных ресурсов ($К_{Э,\ max}$) будет достигаться при минимальном значении энтропии (S_{min}), тогда, используя (7) и (22) для максимального значения коэффициента эффективности потребленных ресурсов, мы можем записать:

$$К_{Э,\ max} = Ко/К_Q \times (Ко + 1) = Ко \times S_{min}/К_Q. \quad (24)$$

Исходя из этого диапазон возможных значений коэффициента эффективности потребленных ресурсов ($К_Э$) мы можем представить в виде:

$$1 \le К_Э \le Ко \times S_{min}/К_Q. \quad (25)$$

На рис. 4 представлена зависимость коэффициента эффективности потребленных ресурсов экономической системы ($К_Э$) от энтропии при различных значениях $К_Q$.

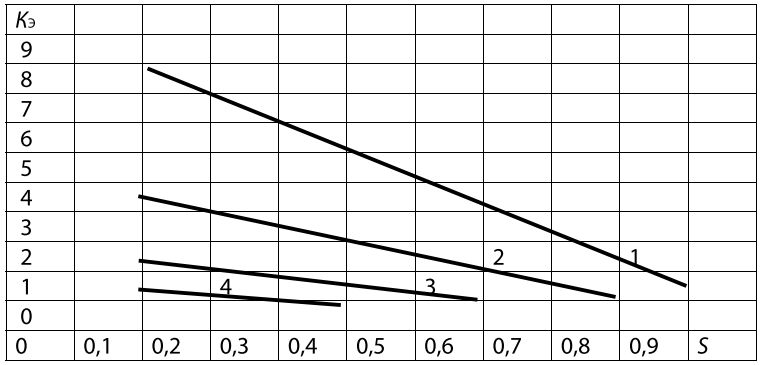


Рис. 4. *Изменение коэффициента эффективности потребленных ресурсов экономической системы ($К_э$) в зависимости от энтропии экономической системы при различных значениях $К_Q$ (1) $К_Q = 0,1$; 2) $К_Q = 0,2$; 3) $К_Q = 0,4$; 4) $К_Q = 0,6$).*

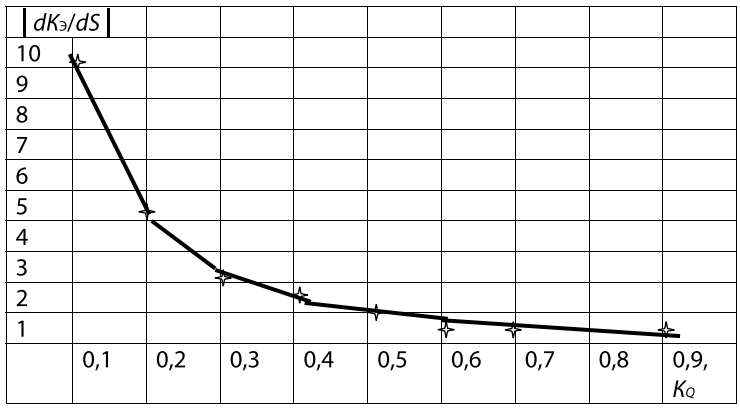


Рис. 5. *Скорость изменения коэффициента эффективности потребленных ресурсов экономической системы ($К_э$) с изменением энтропии в зависимости от возможностей производственных ресурсов ($К_Q$)*

Из рис. 4 следует, что коэффициент эффективности потребленных ресурсов ($К_э$) линейно уменьшается при увеличении энтропии экономической системы.

Как видно из рис. 4, угол наклона прямых, характеризующих изменение коэффициента эффективности потребленных ресурсов ($К_э$) от энтропии, изменяется в зависимости от возможностей производственных ресурсов ($К_Q$). Тангенсы углов наклона прямых на рис. 4 мы можем определить,как производную коэффициента эффективности потребленных ресурсов ($К_э$) по энтропии (S) в выражении (22):

$$dК_э / dS = -1/К_Q. \qquad (26)$$

Модуль производной $|dК_э / dS| = 1/К_Q$ будет характеризовать скорость изменения коэффициента эффективности потребленных ресурсов экономической системы ($К_э$) при изменении энтропии в зависимости от возможностей производственных ресурсов ($К_Q$). На рис. 5 представлена зависимость скорости изменения коэффициента эффективности потребленных ресурсов экономической системы ($К_э$) при изменении энтропии от возможностей производственных ресурсов ($К_Q$).

Из данных рис. 5 следует, что с уменьшением коэффициента $К_Q$ (что соответствует росту ресурса, производимого на единицу функциональных затрат) скорость изменения коэффициента эффективности ($К_э$) от энтропии $dК_э / dS$ увеличивается. То есть незначительные изменения энтропии экономической системы приводят к существенным изменениям эффективности деятельности экономической системы. Таким образом, технологический прогресс наряду с увеличением ширины области существования экономической системы обуславливает увеличение чувствительности коэффициента эффективности потребленных ресурсов к энтропии (неопределенности). Поэтому увеличивается ценность получаемой информации, на основе которой можно уменьшить неопределенность (энтропию) экономической системы и увеличить эффективность деятельности.

Исходя из связи коэффициентов эффективности потребленных ресурсов ($К_э$) и рентабельности основной деятельности ($К_{р.о.}$) (19), зависимость $К_{р.о.}$ от энтропии экономической системы будет, как на рис. 4. Используя выражения (3), (22) и (23) для коэффициента рентабельности основной деятельности ($К_{р.о.}$), мы можем записать:

$$К_{р.о.} = (S_{max} - S)/(К_Q) = R \times S_{max} / К_Q. \qquad (27)$$

Максимальная рентабельность основной деятельности экономической системы ($К_{р.о.\ max}$) будет реализоваться при максимальной эффективности потребленных ресурсов ($К_{э,\ max}$), что соответствует максимальной относительной организованности (R_{max}) экономической системы, реализованной на основе получения достоверной максимальной информации, содержащейся в системе. Тогда для максимального значения

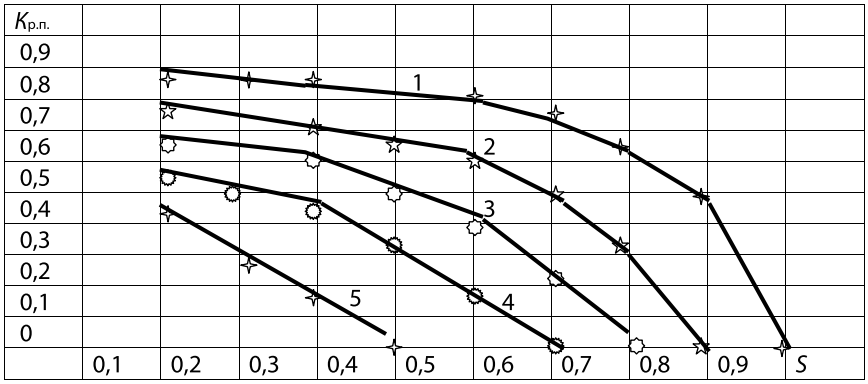


Рис. 6. *Изменение коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.п.}$) экономической системы в зависимости от энтропии при различных $К_Q$ (1) $К_Q = 0,1$; 2) $К_Q = 0,2$; 3) $К_Q = 0,3$; 4) $К_Q = 0,4$; 5) $К_Q = 0,6$)*

коэффициента рентабельности основной деятельности ($К_{р.о.\,max}$) мы можем записать:

$$К_{р.\,о.\,max} = \{Ко/К_Q \times (Ко + 1)\} - 1 = \\ = (S_{С,\,max})/(К_Q). \quad (28)$$

Для диапазона возможных значений $К_{р.\,о.}$ получим:

$$0 \le К_{р.\,о.} \le (S_{С,\,max})/(К_Q). \quad (29)$$

Следующим показателем эффективности функционирования экономической системы является коэффициент рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$). Из определения коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) и выражений (19) и (20) следует:

$$К_{р.\,п.} = (К_Э - 1)/\,К_Э = К_{р.\,о.}/К_Э = (S_{max} - S)/(1 - S) = \\ = (R \times S_{max})/(К_Q \times К_Э). \quad (30)$$

Для предельных значений $К_{р.\,п.}$ мы можем записать:

$$0 < К_{р.\,п.} \le (S_{С,\,max})/(К_Q \times К_{Э,\,max}). \quad (31)$$

Таким образом, как следует из (27) и (30), уровень организованности (R) экономической системы при имеющихся производственных ресурсах будет проявляться в величине коэффициентов рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) и рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$).

На рис. 5 представлено изменение коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) производящей экономической системы в зависимости от энтропии.

Из представленных данных (рис. 4 и 6) следует, что коэффициенты эффективности потребленных ресурсов ($К_Э$), рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) и рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) экономической системы зависят от величины энтропии. Таким образом, энтропию мы можем рассматривать как экономическую категорию в системе оценочных показателей эффективности деятельности экономической системы.

На рис. 6 видно, что в зависимости от возможностей производственных ресурсов ($К_Q$) характер изменения коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) от энтропии меняется. Нелинейная зависимость изменения коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) от энтропии с ростом ($К_Q$) вырождается в линейную. Увеличение коэффициента $К_Q$ соответствует уменьшению производимого количества ресурса на единицу функциональных затрат. При значении $К_Q = 0,6$ наблюдается линейная зависимость коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) от энтропии, которую в общем виде мы можем представить как:

$$К_{р.\,п.} = A \times S + C, \quad (32)$$

где A и C — постоянные, которые находим из предельных значений. При $К_{р.\,п.} = 0$, $S = S_{max}$; при $К_{р.\,п.} = К_{р.\,п.max}$, $S = S_{min}$. Тогда выражение (32) будет иметь следующий вид:

$$К_{р.п.} = (S_{max} - S)/(К_Q \times К_{Э,\,max}) = \\ = (R \times S_{max})/(К_Q \times К_{Э,\,max}). \quad (33)$$

В общем случае коэффициент рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) связан с коэффициентом рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) выражением (21), и зависимость ($К_{р.\,о.}$) от ($К_{р.\,п.}$) представляет собой нелинейную монотонно возрастающую функцию. Когда производственная деятельность экономической системы в пределах области существования осуществляется с использованием производственных ресурсов, обеспечивающих значения коэффициента $К_Q \ge 0,6$, то из (27) и (33) следует, что связь между $К_{р.\,о.}$ и $К_{р.\,п.}$ будет носить линейный характер.

$$К_{р.\,о.} = К_{Э,\,max} \times К_{р.\,п.} = К_{р.\,п.} \times Ко \times S_{min}/К_Q \quad (34)$$

Угол наклона зависимости ($К_{р.\,о.}$) от ($К_{р.\,п.}$) будет определяться максимальным значением коэффициента эффективности потребленных ресурсов ($К_{Э,\,max}$).

Рассмотрим прибыль (P) экономической системы. Для прибыли (P) из выражений (6), (20) и (23) получим следующее уравнение:

$$P = Q \times (К_э - 1)/ К_э = Q \times К_{р.\,п.} = \\ = Q \times (R \times S_{max})/(К_Q \times К_э). \quad (35)$$

Из выражения (35) видно, что в зависимости от энтропии прибыль (P) будет изменяться аналогично коэффициенту рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$). При этом изменение прибыли в зависимости от коэффициента рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) будет носить линейный характер. Поскольку связь между коэффициентами рентабельности продаж ($К_{р.\,п.}$) и рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) носит нелинейный характер, то в общем виде зависимость прибыли (P) от коэффициента рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) должна носить также нелинейный характер. Однако когда производственная деятельность экономической системы в пределах области существования происходит с использованием производственных ресурсов, обеспечивающих значения коэффициента $К_Q \geq 0{,}6$, связь между прибылью и коэффициентом рентабельности основной деятельности ($К_{р.\,о.}$) будет носить линейный характер:

$$P = Q \times К_{р.\,о.} \times К_Q /Ко \times S_{min}. \quad (36)$$

Очевидно, что максимальная прибыль экономической системы (P_{max}) будет достигаться при максимальной эффективности ($К_{э,\,max}$), тогда из (24) и (31) нетрудно получить:

$$P_{max} = Q \times \{(К_{э,\,max} - 1)/ К_{э,\,max}\} = \\ = Q \times (S_{С,\,max})/(К_Q \times К_{э,\,max}). \quad (37)$$

Для диапазона возможных значений прибыли производящей экономической системы мы можем записать:

$$0 < P \leq Q \times (S_{С,\,max})/(К_Q \times К_{э,\,max}). \quad (38)$$

Из представленных данных следует, что эволюция экономических систем в условиях технологического прогресса сопровождается увеличением сложности и структурного разнообразия форм координации деятельности элементов экономической системы. Увеличение сложности в процессе эволюции экономических систем в условиях технологического прогресса обусловлено ростом количества информации в самой экономической системе. Поэтому одним из основных факторов повышения эффективности деятельности является компетентность управляющего органа в содержащейся в экономической системе информации, то есть способность управляющего органа воспринять и обработать информацию, содержащуюся в экономической системе, с целью выбора условий, обеспечивающих наиболее эффективную деятельность.

Список источников

1. *Александров Е. А.*, *Боголепов В. П.* О некоторых организационных критериях качества функционирования систем. К вопросу о создании математического аппарата теории организации // Организация и управление. — М. :Мир, 1968. — 275 с.

2. История экономических учений : учеб. пособие / Под. ред. В. А. Автономова, О. Н. Ананьина, Н. А. Макашевой. — М.: Инфра-М, 2001. — 784 с.

3. *Кенэ Ф.*, *Тюрго А. Р. Ж.*, *Дюпон де Немур П. С.* Физиократы // Избранные экономические произведения — М.: Эксмо, 2008. — 417 с.

4. Концепции современного естествознания / Под ред. В. Н. Лавриненко, В. П. Ратникова. — М., 1997. — 520 с.

5. *Краснов Г. А.*, *Виноградов В. В.*, *Краснов А. А.* Применение методов неравновесной термодинамики для анализа экономических систем // Журнал экономической теории. — 2009. — №2. — С. 179-188.

6. *Краснов Г. А.*, *Краснов А. А.*, *Краснов А. А.* Функциональная и структурная неопределенность экономических систем // Приволжский научный журнал. — 2009. — №4. — С. 142-147.

7. *Краснов Г. А.*, *Краснов А. А.*, *Краснов А. А.* Энтропийный метод анализа устойчивости и затратообразующих факторов экономических систем в условиях неопределенности // Журнал экономической теории. — 2009. — №4. — С. 169-178.

8. *Кун Т.* Структура научных революций. — М.: Прогресс, 1977. — 317 с.

9. *Маевский В. И.* Эволюционная теория и технологический прогресс // Вопросы экономики. 2001. — №11. — С. 4-16.

10. *Марков Ю. Г.* Функциональный подход в современном научном познании. — Новосибирск: Наука, 1982. — 215 с.

11. *Нельсон Р.*, *Уинтер С.* Эволюционная теория экономических изменений. — М.: Дело, 2002.

12. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. — М. : Прогресс — Традиция, 2000.

13. *Хайтун С. Д.* Механика и необратимость. — М.: Янус, 1996. — 448 с.

УДК 330.88

ключевые слова: экономическая система, энтропия, информация, сложность, организованность