ЭЛЕМЕНТЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В. А. Славин

В рамках вероятностно-динамического аспекта неоклассической теории [3, 6] рассмотрено взаимодействие производственно-экономических систем (ПЭС) в условиях совершенного рынка. Описан механизм этого взаимодействия, обусловленный параметрическим возмущением степеней свободы μ ПЭС, формирующим объемы спроса и предложения систем. Получено условие оптимального взаимодействия, заключающееся в равенстве этих величин на каждой локальной связи рынка. Установлены соотношения, связывающие объемы спроса и предложения с их денежными представлениями — издержками, величиной прибыли, ценой по предложению и др. Особое внимание уделено вопросам устойчивости товарно-денежного обмена и различным формам проявления закона спроса. Обсуждена возможность перехода от неоклассической трактовки экономического взаимодействия к неоинституциональной.

Введение. Постановка задачи

Изучение взаимодействия экономических субъектов в условиях совершенной конкуренции занимает центральное место в неоклассической теории рынка. Понятия и принципы этой теории, разработанные Маршаллом [9] и его последователями [1], позволили сформулировать важнейшие законы рыночного взаимодействия — законы предложения и спроса, получившие свое дальнейшее развитие в исследованиях общего равновесия [13] и его устойчивости [10], экономики благосостояния [11] и др.

Успехи неоклассической теории во многом обязаны применению соответствующего математического аппарата, приведшего к появлению оптимизационных методов исследования — методов статической и динамической оптимизации [5]. Однако область применимости этих методов ограничена модельными задачами, использующими специфические критерии оптимизации, что затрудняет представление результатов исследования в рамках единой теории.

В последнее время в печати появились работы, предлагающие обобщения динамических методов на случай вероятностного распределения экономических показателей системы. В рамках этих обобщений, составляющих содержание вероятностно-динамического метода (ВДМ) [3, 6], удалось ввести единый критерий оптимизации, позволяющий из первых принципов поставить и решить большой круг задач неоклассики, направленных не только на описание процессов в микроэкономических системах, но и на установление их вероятностной природы.

В частности, удалось описать процессы формирования спроса покупателей с учетом неопределенности личного бюджета [2], а также предложения фирмы в режиме рентабельной реализации товара [8] с учетом налогообложений фирмы [4] и рисков потерь оборотных средств [12]. Результаты анализа законов потребительского спроса и предложения фирмы, модифицированной кривой Лаффера, вероятностей рисков и др. представлены в аналитическом виде, удобном для дальнейшего исследования.

Настоящая работа посвящена применению вероятностно-динамического метода к исследованию взаимодействия спроса и предложения на идеальном рынке. Для удобства в качестве агентов рынка рассмотрены производственно-экономические системы (ПЭС, фирмы), находящиеся в рентабельном режиме реализации товара [8]. Получено условие оптимального взаимодействия, заключающееся в равенстве объемов предложения и спроса на каждой локальной связи рынка. Установлены соотношения, связывающие эти величины с издержками предложения и ценой товара. Особое внимание уделено вопросам устойчивости товарно-денежного обмена и различным формам проявления закона спроса.

Согласно [7, 8], динамические свойства производственно-экономических систем (ПЭС), находящихся в условиях стационарного производства и его нестационарного возмущения — режиме рентабельной реализации товара, полностью описываются обобщенными фазовыми переменными:

$$\vec{X}=(X_\mu)=(\sum_l \gamma_{\mu l}x_l) \text{ и } \vec{B}=(B_\mu)=(\sum_l \gamma_{\mu l}b_l), \quad (1)$$

отвечающими квазинезависимым степеням свободы — участкам цехов (бинарным группам) производственной системы μ, где $\vec{x}=(x_l)$, $\vec{b}=(b_l)$ — векторы исходных ресурсов предприятия; $\gamma_{\mu l}$ — элементы матрицы взаимодействия ресурсов l в ходе технологических процессов на участках цехов μ. Фазовые переменные X_μ и B_μ образуют вектор элементарного решения $\vec{S}_\mu=\left(X_\mu,B_\mu\right)$, а набор элементарных решений — вектор полного решения ПЭС $\vec{S}=\left(\vec{X};\vec{B}\right)$.

Способность производственной системы к оптимальному использованию ресурсов описывается функцией Гамильтона (величиной производственной собственности):

$$P(t)=\sum_\mu\left[\frac{\beta_\mu B_\mu^2}{2}+v_e\left(X_\mu,t\right)\right]\equiv\sum_\mu P_\mu(t), \quad (2)$$

где $v_e(X_\mu, t)$ — эффективная технологическая функция участка цеха μ, самосогласованно учитывающая взаимодействие ее с соседними участками; β_μ — скалярный коэффициент, характеризующий качество продукции бинарного процесса; $P_\mu(t)$ — удельная функция Гамильтона, приходящаяся на бинарную группу μ.

Критерием оптимального использования ресурсов в динамической теории является принцип максимума Понтрягина — Гамильтона [5]: для каждого участка цеха оптимальными являются такие решения $\vec{S}_\mu(t)=\left(B_\mu(t),X_\mu(t)\right)$ (называемые фазовыми траекториями), которые для каждого момента времени t удовлетворяет системе дифференциальных уравнений Гамильтона:

$$\frac{dX_\mu}{dt}=\frac{\partial P}{\partial B_\mu}=\beta_\mu B_\mu(t);$$

$$\frac{dB_\mu}{dt}=-\frac{\partial P}{\partial X_\mu}=-\frac{\partial v_e\left(X_\mu,t\right)}{\partial X_\mu}, \quad (3)$$

В статье [7] найдены фазовые траектории системы при независящих от времени технологических функциях участков цехов и описана плановая динамика ПЭС в режиме стационарного производства. Введен важнейший показатель производственной деятельности предприятия — функция оборотных средств:

$$K(t)=\sum_\mu\frac{2\pi}{\omega_\mu}P_\mu(t), \quad (4)$$

и решена вариационная задача на отыскание оптимальной цеховой структуры ПЭС, обеспечивающей максимум оборотных средств (при заданных векторах ресурсов).

В работах [4, 8] исследовано нестационарное возмущение цеховых процессов, возникающее в условиях предложения товара. Введено понятие объема предложения как части производственной собственности (2), воплощаемой в товарном продукте и отторгаемой от системы в ходе реализации в течение одного технологического цикла. Выдвинуто предположение, что издержки, возникающие при формировании объема предложения, извлекаются из оборотных средств предприятия, что ведет к слабому возмущению основных характеристик стационарного производства, названному параметрическим. Рассмотрен случай рентабельной реализации товара, обусловленный параметрическим возмущением технологических функций вида

$$v_e\left(X_\mu,t\right)=\omega_\mu^2X_\mu^2\left(1+\varepsilon_\mu\cos 2\omega'_\mu t\right)/2\beta_\mu, \quad (5)$$

где $\omega'_\mu=\omega_\mu+\delta_\mu/2$; δ_μ — расстройка частот цехового процесса ω_μ и его нестационарного возмущения ω'_μ $\left(\delta_\mu << \omega_\mu\right)$; ε_μ — интенсивность параметрического возмущения, удовлетворяющая неравенству

$$2\left|\delta_\mu\right|/\omega_\mu << \varepsilon_\mu. \quad (6)$$

В статье [8] получены выражения для издержек, прибыли и цены предложения товара, и найдены зависимости их от объема предложения, хорошо согласующиеся с результатами экономической теории. Дана аналитическая формулировка закона предложения товара. Полученные результаты использованы в работе [4] для изучения зависимости между налоговыми выплатами предприятия и объемом предложения (так называемой модифицированной кривой Лаффера).

В ходе реализации товара предприятие-продавец формирует поток готовой продукции, предназначенной для предприятия-покупателя. В динамической теории предложения [8] предполагается, что такой поток полностью поглощается покупателем, в результате чего последний генерирует встречный поток — денежных средств, принимаемый продавцом в качестве дохода (выручки) от реализации товара. При этом, однако, не интересуются откликом покупателя на феномен предложения, обуславливающий этот денежный поток.

В настоящей статье предпринята попытка изучения природы такого отклика, называемого спросом предприятия, и установления соотношений между его основными характеристиками. Показано, что феномен спроса обусловлен параметрическим возмущением стационарных состояний предприятия-покупателя, являющимся откликом его на феномен предложения предприятия-продавца. Важнейшей характеристикой такого отклика является объем спроса, определяемый величиной собственности покупателя, приобретаемой им при поглощении товарного потока в течение цикла параметрического возмущения.

Показано, что между подсистемами, образующими замкнутую систему взаимодействующих предприятий, реализуется оптимальный парный механизм товарно-денежного обмена, характеризующийся равенством объемов спроса и предложения в каждом акте взаимодействия. В первом разделе статьи это условие использовано при описании динамики участков цехов в системе, состоящей из трех взаимодействующих предприятий. Получены соотношения между характеристиками спроса и предложения и изучены вопросы устойчивости товарно-денежного обмена в трехкомпонентных системах.

Во втором разделе полученные результаты обобщены на случай многокомпонентной системы. Особое внимание уделено устойчивости равновесного взаимодействия, а также механизмам проявления закона спроса как зависимости объема спроса от цены предложения товара на регулярных траекториях распространения возмущений.

В заключении статьи обсуждена возможность перехода от неоклассической (вероятностно-динамической) трактовки экономического взаимодействия к неоинституциональной (основанной на статистических принципах).

Экономическое взаимодействие трех производственных систем

Рассмотрим замкнутую производственно-экономическую систему, состоящую из трех взаимодействующих подсистем. Возможные организационные структуры этой системы представим двумя схемами (рис. 1, 2).

Стрелки $\xleftarrow{\varepsilon_{ik}>0 \;\; Q_{ik}}$ на схемах обозначают связи в системе, соответствующие возмущениям типа предложения (с интенсивностью $\varepsilon_{ik} > 0$ и объемом Q_{ik}), которые испытывают подсистемы — продавцы i при взаимодействии с покупателями k ($i, k = 1, 2, 3$).

Откликом на эти возмущения являются товарные потоки $i \to k$ в течение нечетных четвертей технологического цикла. В соответствии со сказанным выше, объемы предложения Q_{ik} полагаются равными сумме воплощенных собственностей $Q_{\mu_{ik}}$, приходящихся на участки цехов μ_{ik} i-х предприятий: $Q_{ik} = \sum_{\mu_{ik}} Q_{\mu_{ik}}$. Параллельные стрелки $\xrightarrow{\bar{\varepsilon}_{ki}<0 \;\; \bar{Q}_{ki}}$ отвечают возмущениям типа спроса (с интенсивностями $\bar{\varepsilon}_{ik} < 0$ и объемами $\bar{Q}_{ki} = \sum_{\mu_{ki}} \bar{Q}_{\mu_{ki}}$), формирующие денежные потоки от подсистем — покупателей k к продавцам i. На рис. 1, 2 показаны подразделения цехов μ_{ik} и μ_{ki} (называемые сопряженными), стрелки возле которых указывают на формируемые ими отклики Q_{ik} и $\bar{Q}_{ki}$.

Так, в случае циклической структуры (рис. 1) подсистема 1 может добывать и перерабатывать сырье качества β_{12}, поставляемое подсистеме 2 для изготовления материалов, деталей, узлов и т. п. Товарная продукция второй подсистемы (качества β_{23}) направляется третьей подсистеме для создания в ее технологическом процессе оборудования β_{31}, необходимого подсистеме 1 для решения ее основной производ-

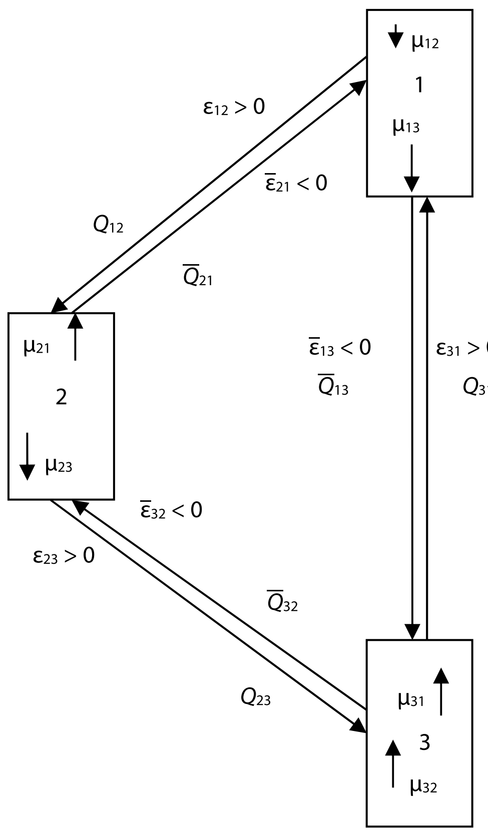

Рис. 1. *Схемы взаимодействия в трехкомпонентных системах в случае циклической структуры*

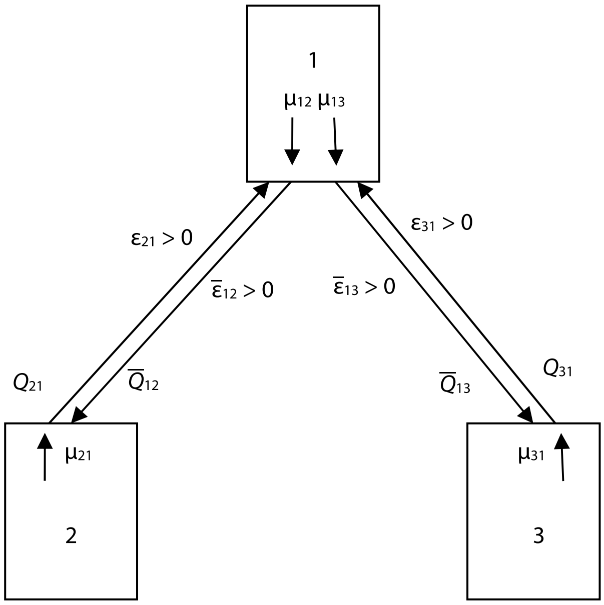

Рис. 2. *Схемы взаимодействия в трехкомпонентных системах в случае нециклической структуры*

ственной задачи. Отметим, что в этом случае подсистема 2 выступает посредником в осуществлении взаимодействия между подсистемами 1 и 3.

В нециклической структуре (рис. 2) подсистемы 2 и 3 добывают и поставляют переработанное сырье качества β_{21} и β_{31} первой подсистеме для создания оборудования, необходимого второй и третьей подсистемам для осуществления технологического процесса по добыче и переработке этого сырья. Полагая, что взаимодействие между подсистемами 2 и 3 отсутствует ($\varepsilon_{23} = \varepsilon_{32} = 0$), будем рассматривать их в качестве конкурирующих фирм, решающих одну и ту же производственную задачу.

Преобразуем динамические уравнения (3) в систему дифференциальных уравнений второго порядка для денежного фактора $X_{\mu_{ik}}$ участка цеха μ_{ik} подсистемы i, испытывающей взаимодействие с подсистемой k:

$$\ddot{X}_{\mu_{ik}} + \omega^2_{\mu_{ik}}(t) X_{\mu_{ik}} = 0. \qquad (7)$$

Здесь $\omega^2_{\mu_{ik}}(t) = \omega^2_{\mu_{ik}}(0)\left(1+\varepsilon_{\mu_{ik}}\cos(2\omega'_{\mu_{ik}}t)\right)$, (8)

где $\omega_{\mu_{ik}}$ — собственная частота технологического цикла на участке цеха μ_{ik}; $2\omega'_{\mu_{ik}} = 2\omega_{\mu_{ik}}\left(1+\delta_{\mu_{ik}}/2\right)$ — частота параметрического возмущения; $\delta_{\mu_{ik}}$ — безразмерная расстройка частот; i, k = 1, 2, 3.

Из уравнений (7), (8) вытекает закон изменения производственной собственности P замкнутой системы:

$$\frac{dP}{dt} = -\sum_i \sum_{k(>i)} \left[\varepsilon_{\mu_{ik}} \frac{\omega^2_{\mu_{ik}} X^2_{\mu_{ik}}}{\beta_{\mu_{ik}}} \omega'_{\mu_{ik}} \sin\left(2\omega'_{\mu_{ik}}t\right) + \bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}} \frac{\omega^2_{\mu_{ki}} X^2_{\mu_{ki}}}{\beta_{\mu_{ki}}} \omega'_{\mu_{ki}} \sin\left(2\omega'_{\mu_{ki}}t\right)\right], \qquad (9)$$

где функция $P(t)$ определяется выражением

$$P(t) = \sum_i \sum_{\mu_{ik}(k>i)} \frac{1}{2\beta_{\mu_{ik}}}\left(\dot{X}^2_{\mu_{ik}} + \omega^2_{\mu_{ki}}(t) X^2_{\mu_{ki}}\right) \equiv$$
$$\equiv \sum_i \sum_{\mu_{ik}(k>i)} P_{\mu_{ik}}(t) \equiv \sum_{i,k(k>i)} P_{ik}(t), \qquad (10)$$

где $\beta_{\mu_{ik}}$, $\varepsilon_{\mu_{ik}}$ — параметры качества и интенсивность предложения продукции участков цехов μ_{ik}, определяющие, соответственно, параметр качества β_{ik} и интенсивность предложения ε_{ik} товара для подсистемы k:

$$\beta_{ik} = \sum_{\mu_{ik}} \beta_{\mu_{ik}} B^2_{\mu_{ik}} \Big/ \sum_{\mu_{ik}} B^2_{\mu_{ik}}\,; \quad \varepsilon_{ik} = \sum_{\mu_{ik}} \varepsilon_{\mu_{ik}} P_{\mu_{ik}} \Big/ P_{ik}\,. \qquad (11)$$

Аналогичным образом определяются параметр полезности β_{ki} и интенсивность спроса $\bar{\varepsilon}_{ki}$ на товар через величины $\beta_{\mu_{ki}}$ и $\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}}$, отвечающие сопряженным участкам цехов μ_{ki} подсистемы k.

В условиях рентабельного режима взаимодействия (6) решение уравнений (7), (9) может быть представлено в виде (см. [8])

$$X_{\mu_{ik}}(t) = -X^{(0)}_{\mu_{ik}}\left(\operatorname{ch}\kappa_{\mu_{ik}} t \sin\omega'_{\mu_{ik}} t - \operatorname{sh}\kappa_{\mu_{ik}} t \cos\omega'_{\mu_{ik}} t\right);$$
$$B_{\mu_{ik}}(t) = \dot{X}_{\mu_{ik}} \big/ \beta_{\mu_{ik}}\,; \qquad (12)$$

$$P(t) = \sum_i \sum_{\mu_{ik}(k>i)} P^{(0)}_{\mu_{ik}} \operatorname{ch}\kappa_{\mu_{ik}} t\left(1+\varepsilon_{\mu_{ik}}\cos 2\omega'_{\mu_{ik}} t\right) \equiv$$
$$\equiv \sum_i \sum_{\mu_{ik}(k>i)} P_{\mu_{ik}}(t), \qquad (13)$$

где $P^{(0)}_{\mu_{ik}} = \dfrac{\omega^2_{\mu_{ik}} X^{(0)2}_{\mu_{ik}}}{2\beta_{\mu_{ik}}} = \dfrac{\beta_{\mu_{ik}} B^{(0)2}_{\mu_{ik}}}{2}$ — величина собственности невозмущенного (стационарного) производства продукции $\beta_{\mu_{ik}}$;

$\kappa_{\mu_{ik}} = \dfrac{1}{2}\left[\left(\dfrac{\varepsilon_{\mu_{ik}}}{2}\right)^2 \omega^2_{\mu_{ik}} - \delta^2_{\mu_{ik}}\right]^{\frac{1}{2}}$ — параметр рентабельности продукции.

Для замкнутых систем полная производственная собственность (10) не меняется со временем, в силу чего выражение (9) обращается в нуль. Отсюда вытекает, что для любой пары сопряженных участков цехов μ_{ik} и μ_{ki} в произвольный момент времени справедливы соотношения

$$\omega'_{\mu_{ik}} = \omega'_{\mu_{ki}} \text{ и } \varepsilon_{\mu_{ik}} \frac{\omega^2_{\mu_{ik}} X^2_{\mu_{ik}}(t)}{\beta_{\mu_{ik}}} = -\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}} \frac{\omega^2_{\mu_{ki}} X^2_{\mu_{ki}}(t)}{\beta_{\mu_{ki}}}. \qquad (14)$$

Первое равенство (14) соответствует известному в динамической теории условию резонансного взаимодействия колебательных систем, а второе описывает баланс собственностей сопряженных подсистем, обмениваемых в каждом акте взаимодействия.

Как и в работе [8], разобьем время эволюции системы на периоды $T'_{\mu_{ik}} = 2\pi / \omega'_{\mu_{ik}}$ технологических циклов участков цехов μ_{ik} и рассмотрим динамику резонансного взаимодействия подсистем i и k в течение l-го периода. Все нижеследующие расчеты выполним в первом приближении по малому параметру (6).

В течение первой четверти периода $(lT_{\mu_{ik}} \le t \le lT_{\mu_{ik}} + T_{\mu_{ik}}/4)$ цехи предприятия — поставщика i испытывают возмущения, вызванные воплощением части собственности P_{ik} в товарном продукте и отторжением ее в виде товарного потока, направленного подсистеме k. При этом величина воплощенной собственности $Q_{ik}^{(l)} = \sum\limits_{\mu_{ik}} Q_{\mu_{ik}}^{(l)}$, сформированная к моменту времени $t = lT'_{\mu_{ik}} + T'_{\mu_{ik}}/4$ (объем предложения), на основании (13), может быть представлена в виде

$$Q_{\mu_{ik}}^{(l)} = P_{\mu_{ik}}(lT'_{\mu_{ik}}) - P_{\mu_{ik}}\left(lT'_{\mu_{ik}} + \frac{T'_{\mu_{ik}}}{4}\right) =$$
$$= 2\varepsilon_{\mu_{ik}} P_{\mu_{ik}}^{(l)} = 2\varepsilon_{\mu_{ik}} P_{\mu_{ik}}^{(0)} \operatorname{ch}(2\kappa_{\mu_{ik}} lT'_{\mu_{ik}}). \quad (15)$$

Величины денежных $\Delta X_{\mu_{ik}}^{(s,l)}$ и материальных $\Delta B_{\mu_{ik}}^{(s,l)}$ средств, которые необходимо внести в систему, чтобы в условиях режима реализации величина производственной собственности $P_{\mu_{ik}}^{(l)}$ не изменилась, составляют понятие издержек предложения [8], отнесенных к участку цеха μ_{ik}:

$$\Delta X_{\mu_{ik}}^{(s,l)} = \varepsilon_{\mu_{ik}} X_{\mu_{ik}}^{(0)} \operatorname{ch}\left(\kappa_{\mu_{ik}} lT'_{\mu_{ik}}\right) =$$
$$= \frac{1}{\sqrt{2}\omega_{\mu_{ik}}(0)} \sqrt{\varepsilon_{\mu_{ik}} \beta_{\mu_{ik}} \left(Q_{\mu_{ik}}^{(l)} + Q_{\mu_{ik}}^{(0)}\right)} f\left(Q_{\mu_{ik}}^{(l)}\right), \quad (16)$$

$$\Delta B_{\mu_{ik}}^{(s,l)} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\mu_{ik}}}{2\beta_{\mu_{ik}}}\left(Q_{\mu_{ik}}^{(l)} + Q_{\mu_{ik}}^{(0)}\right)}; \quad (17)$$

где $f\left(Q_{\mu_{ik}}^{(l)}\right)$ — некоторая медленная функция порядка единицы.

В то же время в k-й подсистеме происходит поглощение потока товарной продукции i, что сопровождается повышением собственности P_{ki} на величину объема спроса $\bar{Q}_{ki}^{(l)} = \sum\limits_{\mu_{ki}} \bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)}$, где

$$\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)} = -P_{\mu_{ki}}\left(lT'_{\mu_{ki}}\right) + P_{\mu_{ki}}(lT'_{\mu_{ki}} + \frac{T'_{\mu_{ki}}}{4}) =$$
$$= 2\left|\varepsilon_{\mu_{ki}}\right| P_{\mu_{ki}}^{(l)} = 2\left|\varepsilon_{\mu_{ki}}\right| P_{\mu_{ki}}^{(0)} \operatorname{ch}(2\kappa_{\mu_{ki}} lT'_{\mu_{ki}}). \quad (18)$$

Представлениями объема спроса (18) являются денежные $\overline{\Delta X}_{\mu_{ki}}^{(s,l)}$ или материальные $\overline{\Delta B}_{\mu_{ki}}^{(s,l)}$ средства, которые следует извлечь из капитала k-й подсистемы, чтобы в условиях резонансного поглощения величина собственности $P_{\mu_{ki}}^{(l)}$ не изменилась:

$$\overline{\Delta X}_{\mu_{ki}}^{(s,l)} = \left|\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}}\right| X_{\mu_{ki}}^{(0)} \operatorname{ch}\left(\bar{\kappa}_{\mu_{ki}} lT'_{\mu_{ki}}\right) =$$
$$= \frac{1}{\sqrt{2}\omega_{\mu_{ki}}(0)} \sqrt{\left|\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}}\right| \beta_{\mu_{ki}} \left(\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)} + \bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(0)}\right)} f\left(\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)}\right), \quad (19)$$

$$\overline{\Delta B}_{\mu_{ki}}^{(s,l)} = \sqrt{\frac{\left|\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}}\right|}{2\beta_{\mu_{ki}}}\left(\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)} + \bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(0)}\right)}. \quad (20)$$

Следует отметить, что второе равенство (14), отнесенное к моменту времени $t = lT'_{\mu_{ik}} + T'_{\mu_{ik}}/4$, описывает баланс объемов спроса и предложения для каждой пары сопряженных участков цехов: $Q_{\mu_{ik}}^{(l)} = \bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)}$ и выступает в качестве критерия оптимального (резонансного) взаимодействия соответствующих им подсистем:

$$Q_{ik}^{(l)} = \bar{Q}_{ik}^{(l)}. \quad (21)$$

В течение второй четверти l-го цикла $(lT_{\mu_{ik}} + T_{\mu_{ik}}/4 \le t \le lT_{\mu_{ik}} + T_{\mu_{ik}}/2)$ подсистема k реагирует на повышение собственности P_{ki} формированием встречного денежного потока, поглощаемого i-й подсистемой в качестве дохода от реализации товара; при этом величина денежных средств в потоке, отнесенная к моменту времени $t = lT'_{\mu_{ik}} + T'_{\mu_{ik}}/2$, описывается выражением

$$\overline{\Delta X}_{\mu_{ki}}^{(r,l)} = \overline{\Delta X}_{\mu_{ki}}^{(s,l)} +$$
$$+ \frac{\pi\sqrt{\varepsilon_{\mu_{ki}}\beta_{\mu_{ki}}}}{4\sqrt{2}\omega_{\mu_{ki}}} \sqrt{1 - \left(\frac{2\left|\delta_{\mu_{ki}}\right|}{\varepsilon_{\mu_{ki}}\omega_{\mu_{ki}}}\right)^2} \sqrt{\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)} - \bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(0)}} f\left(\bar{Q}_{\mu_{ki}}^{(l)}\right), \quad (22)$$

где второе слагаемое определяет дополнительное снижение собственности $P_{\mu_{ki}}^{(l)}$, возникающее вслед за формированием объема спроса первым слагаемым, на величину

$$\Delta P_{\mu_{ki}}^{(l)} = P_{\mu_{ki}}^{(0)}\left[\operatorname{ch}\left(2\kappa_{\mu_{ki}} lT'_{\mu_{ki}} + \kappa_{\mu_{ki}} T_{\mu_{ki}}\right) - \operatorname{ch}\left(2\kappa_{\mu_{ki}} lT_{\mu_{ki}}\right)\right] \approx$$
$$\approx \kappa_{\mu_{ki}} T_{\mu_{ki}} P_{\mu_{ki}}^{(0)} \operatorname{sh} 2\kappa_{\mu_{ki}} lT_{\mu_{ki}}. \quad (23)$$

На эту же величину возрастает производственная собственность сопряженного участка цеха $P_{\mu_{ik}}^{(l)}$, которая используется для компенсации издержек предложения и формирования прибыли $\Delta X_{\mu_{ik}}^{(pr,l)} = R_{\mu_{ik}}^{(l)} \cdot \Delta X_{\mu_{ik}}^{(s,l)}$ в подсистеме i.

Динамика этих процессов подробно описана в работе [8], где найдены выражения для дохода $\Delta X_{\mu_{ik}}^{(r,l)} = \Delta X_{\mu_{ik}}^{(s,l)} + \Delta X_{\mu_{ik}}^{(pr,l)}$ и цены по предложению

$$p_{ik}^{(l)} = \sum_{\mu_{ik}} p_{\mu_{ik}}^{(l)} = \sum_{\mu_{ik}} \Delta X_{\mu_{ik}}^{(r,l)} \Big/ \Delta B_{\mu_{ik}}^{(s,l)},$$

как функций объема предложения (15), где

$$p^{(l)}_{\mu_{ik}}\left(Q^{(l)}_{\mu_{ik}}\right)=\frac{\beta_{\mu_{ik}}}{\omega_{\mu_{ik}}}\left(1+R^{(l)}_{\mu_{ik}}\left(Q^{(l)}_{\mu_{ik}}\right)\right)f\left(Q^{(l)}_{\mu_{ik}}\right); \quad (24)$$

$$R^{(l)}_{\mu_{ki}}\left(Q^{(l)}_{\mu_{ik}}\right)=\frac{\pi}{4}\sqrt{1-\left(\frac{2\left|\delta_{\mu_{ki}}\right|}{\varepsilon_{\mu_{ki}}\omega_{\mu_{ki}}}\right)^2}\sqrt{\frac{Q^{(l)}_{\mu_{ki}}-Q^{(0)}_{\mu_{ki}}}{Q^{(l)}_{\mu_{ik}}+Q^{(0)}_{\mu_{ik}}}}=$$

$$=\frac{\pi\kappa_{\mu_{ik}}}{\varepsilon_{\mu_{ik}}\omega_{\mu_{ik}}}\sqrt{\frac{Q^{(l)}_{\mu_{ki}}-Q^{(0)}_{\mu_{ki}}}{Q^{(l)}_{\mu_{ik}}+Q^{(0)}_{\mu_{ik}}}} \quad (25)$$

— рентабельность продукции участка цеха μ_{ik}; $\kappa_{\mu_{ik}}$ — параметр рентабельности (см. (13)).

Предполагая, что поток денежных средств, сформированный к концу первой четверти l-го цикла в подсистеме k, полностью поглощается подсистемой i в течение второй четверти этого цикла (т. е. $\overline{\Delta X}^{(r,l)}_{\mu_{ki}}=\Delta X^{(r,l)}_{ik}$), с учетом (16) и (22), получаем соотношения между параметрами технологических процессов взаимодействующих подсистем:

$$\frac{\varepsilon_{\mu_{ik}}\beta_{\mu_{ik}}}{\omega^2_{\mu_{ik}}}=\frac{\left|\bar{\varepsilon}_{\mu_{ki}}\right|\bar{\beta}_{ki}}{\omega^2_{ki}};\frac{\beta_{\mu_{ik}}}{\omega_{\mu_{ik}}}=\frac{\bar{\beta}_{\mu_{ki}}}{\omega_{\mu_{ki}}};\frac{\left|\delta_{\mu_{ik}}\right|}{\varepsilon_{\mu_{ik}}\omega_{\mu_{ik}}}=\frac{\left|\delta_{\mu_{ki}}\right|}{\left|\varepsilon_{\mu_{ki}}\right|\omega_{\mu_{ki}}}. \quad (26)$$

6. Предположим теперь, что объем предложения Q_{ik} возрос на величину δQ_{ik}, вследствие повышения либо интенсивности предложения $\varepsilon_{\mu_{ik}}$, либо параметра рентабельности $\kappa_{\mu_{ik}}$ участков цехов. Тогда, согласно (21) и (22), на эту же величину возрастет объем спроса $\bar{Q}_{ik}$, при этом величина денежных средств в потоке $k \to i$ увеличится на интеграл $\delta\overline{\Delta X}^{(r,l)}_{ki}=\int\limits_{\delta Q_{ik}}\left(\partial\overline{\Delta X}^{(r,l)}_{ki}\Big/\partial\bar{Q}_{ki}\right)d\bar{Q}_{ki}$. Эта ситуация приведет к необходимости извлечения денежных средств из фондов $\overline{\Delta X}^{(s,l)}_{km}$, формирующих объем предложения Q_{km} для соседней подсистемы m, что вызовет уменьшение Q_{km} на величину δQ_{km}, которую можно определить, решая уравнение

$$\overline{\Delta X}^{(r,l)}_{ki}\left(\delta Q_{ik}\right)=\int\limits_{\delta Q_{km}}\left(\partial\overline{\Delta X}^{(s,l)}_{km}\Big/\partial\bar{Q}_{km}\right)d\bar{Q}_{km}.$$

Но тогда уменьшится и объем спроса $\bar{Q}_{mk}$, обуславливая в подсистеме m возмущение денежного потока при формировании объема предложения с соседней подсистемой l. И так далее.

Таким образом, первоначальное усиление (или ослабление) связи $i \to k$, вызванное изменением объема предложения Q_{ik}, создает возмущение денежных и товарных потоков в замкнутой системе, которое приведет либо к усилению первоначального возмущения, либо его ослаблению. В первом случае говорят о неустойчивом, а во втором — устойчивом товарно-денежном обмене, определяемом исключительно организационной структурой всей производственной системы.

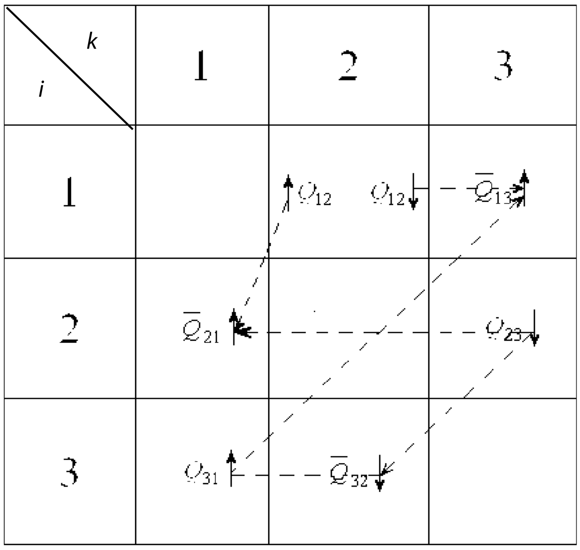

Рис. 3. *Динамика возмущения объема предложения в устойчивой трехкомпонентной системе*

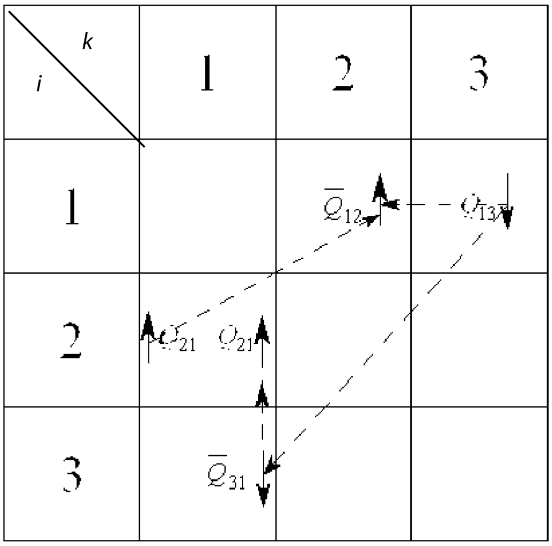

Рис. 4. *Динамика возмущения объема предложения в неустойчивой трехкомпонентной системе*

На рисунках 3, 4 показана динамика возмущений в трехкомпонентных системах (см. рис. 1 и 2 соответственно), вызванных повышением объема предложения Q_{ik}, что обозначено стрелкой $\uparrow$ в левой половине ячейки (i, k). Стрелки $\uparrow$ или $\uparrow$ в правой половине ячеек (m, n) соответствуют возмущениям типа предложения $Q_{\mu n}$ или спроса $\bar{Q}_{mn}$, являющимся откликом подсистемы m на возникшее возмущение. При этом пунктирные стрелки указывают направление денежных потоков, обеспечивающих этот отклик.

Мы видим, что циклический тип взаимодействия (рис. 1, 3) является устойчивым, а нециклический (рис. 2, 4) — неустойчивым относительно первоначального возмущения. Полученный результат становится экономически понятным, если заметить, что в циклической структуре подсистема 2 играет роль посредника во взаимоотношениях между основными подсистемами 1 и 3, в силу чего устойчивый характер их деятельности связан с возможностью регулирования денежными потоками в системе с помощью посредника. Можно показать, что включение в эту систему новых посредников только повышает ее устойчивость.

Разрыв связи между подсистемами 2 и 3, приводящий к нециклической структуре с превращением посредника 3 в конкурента для подсистемы 2 (рис. 2, 4), сопровождается ростом первоначальных возмущений типа предложения $2 \to 1$ (или $3 \to 1$) за счет диссипации собственности второй (или третьей) подсистем). В результате собственность всей системы сосредотачивается в первой подсистеме, в силу чего она выключается из взаимодействия. Напротив, неустойчивость этой же системы при возмущении связи $1 \to 2$ (или $1 \to 3$) обязана прогрессивному снижению собственности первой подсистемы, благодаря перекачке их во вторую (или третью) подсистему.

Экономическое взаимодействие в многокомпонентных системах

Рассмотрим теперь сложную систему со связями, изображенными на рис. 5. Каждой компоненте системы, находящейся на уровне r и столбце s, поставим в соответствие элемент двумерного вектора (r, s). Связь, которую образует эта компонента с подсистемой (u, v), будем описывать матрицей $\begin{pmatrix} u & v \\ r & s \end{pmatrix}$. Так, вертикальным, горизонтальным и косым связям на схеме соответствуют матрицы вида

$$\begin{pmatrix} r+1 & s \\ r & s \end{pmatrix}; \ \begin{pmatrix} r & s+1 \\ r & s \end{pmatrix}; \ \begin{pmatrix} r+1 & s+1 \\ r & s \end{pmatrix}. \qquad (27)$$

Если на вертикальных или косых связях система решает основную задачу — товарно-денежный обмен между подсистемами, то горизонтальным связям отводится вспомогательная роль, обеспечивающая деятельность подсистем данного уровня. Будем предполагать ради простоты что каждая подсистема (r, s) может взаимодействовать не более чем с восемью ближайшими соседями.

Величины f, характеризующие взаимодействие соседних подсистем (r, s) и (u, v), будем обозначать символом $f^{u,v}_{r,s}$. К этим величинам относятся интенсивности и объемы спроса и предложения, параметры качества и полезности обмениваемого товара, цены по спросу и предложению и некоторые другие.

Динамика взаимодействия в сложной системе описывается соотношениями, аналогичными тем, которые были получены в п. 3 для трехкомпонентных систем. Результатом такого анализа является получение условий резонансного взаимодействия на связи $\begin{pmatrix} u & v \\ r & s \end{pmatrix}$ в виде равенств (ср. с (21) и (26))

$$Q^{u,v}_{r,s} = \bar{Q}^{r,s}_{u,v},$$

$$\varepsilon^{u,v}_{r,s} \cdot \beta^{u,v}_{r,s} \Big/ \left(\omega^2\right)^{u,v}_{r,s} = \bar{\varepsilon}^{r,s}_{u,v} \cdot \beta^{r,s}_{u,v} \Big/ \left(\omega^2\right)^{r,s}_{u,v} \text{ и др.} \qquad (28)$$

Пусть в системе возмущена вертикальная связь $\begin{pmatrix} r+1 & s \\ r & s \end{pmatrix}$, благодаря повышению объема предложения $Q^{r+1,s}_{r,s}$, что изображено на рис. 5 вертикальной стрелкой с правой стороны данной связи. Реакцией подсистемы $(r + 1, s)$ на это возмущение является повышение объема спроса $\bar{Q}^{r,s}_{r+1,s}$, которое в силу перераспределения капитальных средств возможно, к примеру, за счет уменьшения предложения $Q^{r+1,s-1}_{r+1,s}$ товара соседней подсистеме $(r + 1, s - 1)$. Возникшее при этом возмущение связи $\begin{pmatrix} r+1 & s-1 \\ r+1 & s \end{pmatrix}$ показано на рис. 5 «минусовыми» фигурами — треугольником и квадратом. В результате подсистема $(r + 1, s - 1)$ понижает спрос $\bar{Q}^{r+1,s}_{r+1,s-1}$, что приводит, например, к повышению объема предложения $Q^{r,s-1}_{r+1,s-1}$ товара подсистеме $(r, s - 1)$ (см. «плюсовые» фигуры на связи $\begin{pmatrix} r & s-1 \\ r+1 & s-1 \end{pmatrix}$).

Дальнейшее распространение возмущений по горизонтальным и вертикальным связям (обозначенным квадратами) приведет при замыкании связей на траектории к еще большему росту первоначального возмущения $Q^{r+1,s}_{r,s}$ (см. «плюсовой» квадрат на исходной связи), что говорит о неустойчивости взаимодействия в системе. Результатом этой неустойчивости является диссипация собственности подсистемы (r, s) и выход ее из взаимодействия. Напротив, если возмущения распространяются по траектории, включающей косые связи (обозначенные треугольниками), то в конце цикла они приведут к затуханию начальной флуктуации

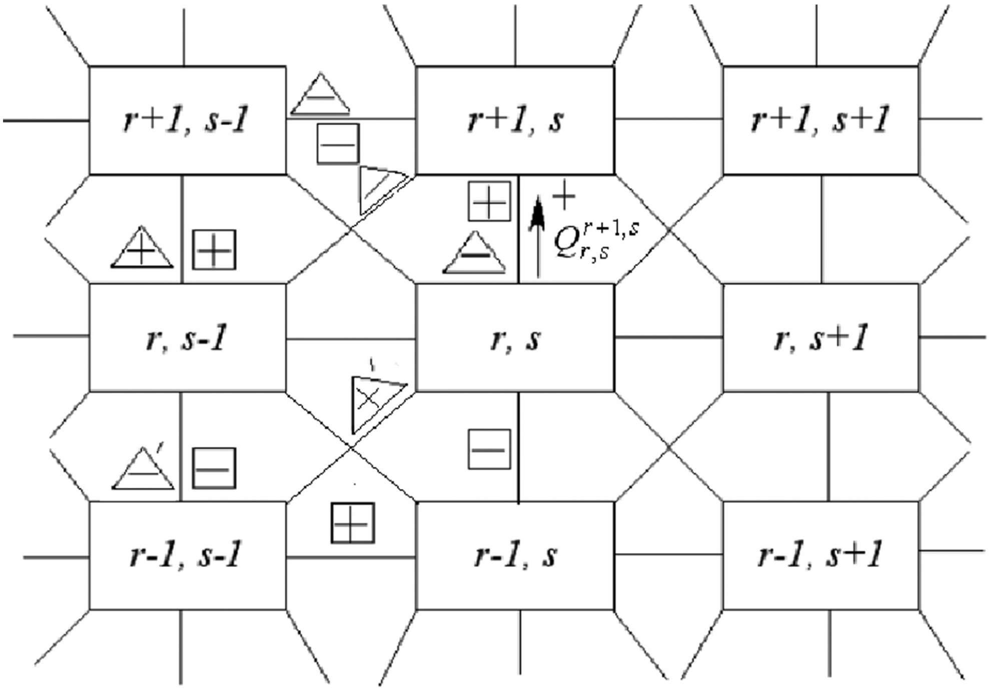

Рис. 5. *Структура связей и динамика возмущений в сложной многоуровневой системе*

(см. «минусовые» треугольники при подходе к узлу $(r+1, s)$), что характеризует товарно-денежный обмен в этом цикле как устойчивый.

Аналогичным образом может быть описана устойчивость многокомпонентной системы относительно локального возмущения объема спроса.

Нетрудно сформулировать общее условие устойчивости взаимодействия в сложной системе: если начальное возмущение распространяется по замкнутой траектории, проходящей через нечетное число подсистем, то реализуется устойчивый тип взаимодействия. В противном случае взаимодействие будет неустойчивым. Поскольку число подсистем, включенных в цепочку с горизонтальными и вертикальными связями, всегда четное, устойчивые цепочки, помимо вертикальных и горизонтальных связей, должны включать в себя нечетное число косых связей.

В сказанном легко убедиться, если заметить, что на выходе всех подсистем, включенных в замкнутую цепочку, тип возмущения — предложение или спрос — одинаков и совпадает с типом начального возмущения; причем при переходе между соседними подсистемами знаки возмущений чередуются. Поэтому в случае нечетного числа подсистем на траектории возмущения, возникающие на выходе исходной подсистемы, имеют разные знаки в начале и конце цепочки, что означает демпфирование начального возмущения. В случае четного числа подсистем в цепочке эти возмущения имеют одинаковые знаки, что соответствует усилению начального возмущения.

Экономическая природа устойчивости взаимодействия в сложной системе, как и рассмотренной выше трехкомпонентной системе, объясняется наличием подсистем-посредников, роль которых состоит в регулировании товарно-денежных потоков в цепи взаимодействия посредством ценового механизма.

Рассмотрим теперь возмущения, обусловленные локальным повышением цены предложения $p_{r,s}^{r+1,s}$ и могущие распространяться по любым дозволенным траекториям. Если при этом параметр качества товара $\beta_{r,s}^{r+1,s}$ не меняется, то, в соответствии с (24), возникшее возмущение цены $dp_{r,s}^{r+1,s}$ сопровождается повышением объема предложения $Q_{r,s}^{r+1,s}$:

$$Q_{r,s}^{r+1,s}\left(p_{r,s}^{r+1,s}+dp_{r,s}^{r+1s}\right)=Q_{r,s}^{r+1,s}+\left(\frac{dQ}{dp}\right)_{r,s}^{r+1,s}dp_{r,s}^{r+1,s},$$

на которое подсистема $(r+1, s)$ реагирует формированием объема спроса

$$\bar{Q}_{r+1,s}^{r,s}+d\bar{Q}_{r+1,s}^{r,s}=Q_{r,s}^{r+1,s}\left(p_{r,s}^{r+1,s}+dp_{r,s}^{r+1,s}\right)$$

за счет средств, перетекающих в подсистему $(r+1, s)$ из других подсистем-партнеров $(r+1, u)$ по горизонтальным связям: $d\bar{Q}_{r+1,s}^{r,s}=d\bar{Q}_{r+1,u}^{r+1,s}$. Действительно, в силу неопределенного характера распространения возмущений по траекториям системе не выгодно обеспечивать возросший спрос $\bar{Q}_{r+1,s}^{r,s}$ за счет

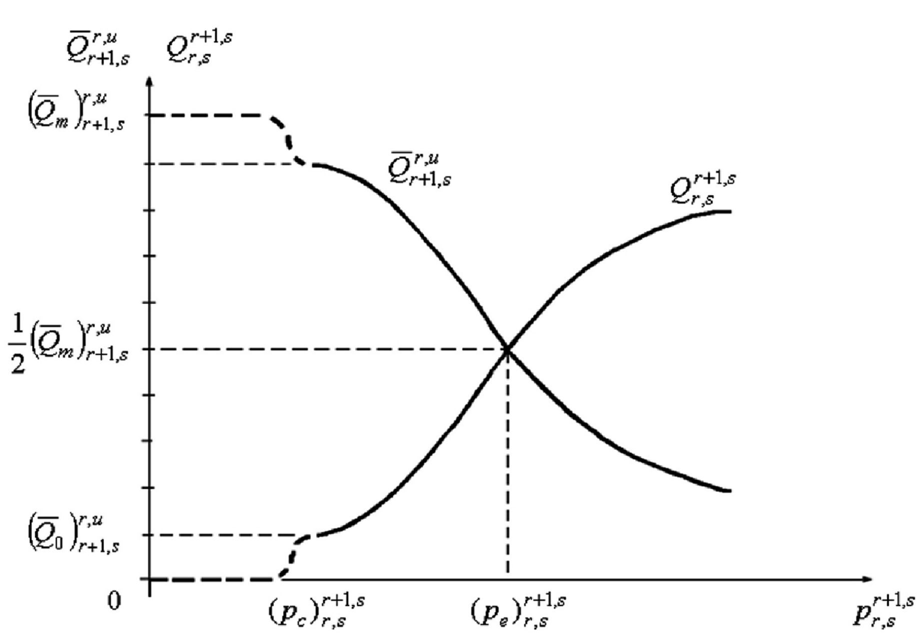

Рис. 6. *Кривые предложения и спроса*

понижения предложения соседям по вертикальным и косым связям (как это имело место выше при заданных траекториях), поскольку это помешает решению основной задачи подсистемы ($r+1, s$).

Поэтому, если подсистемы (r, u) уровня r не меняют цены предложения $p^{r+1,v}_{r,u}$ ($u \neq s$) на свои товары, то условие локального равновесия (см. (28)) выгодно реализовать на связи $\begin{pmatrix} r & u \\ r+1, & s \end{pmatrix}$, понизив объем спроса $\bar{Q}^{r,s}_{r+1,s}$ на величину

$$d\bar{Q}^{r,u}_{r+1,s} = -dQ^{r+1,s}_{r,s} \equiv -\left(\frac{dQ}{dp}\right)^{r+1,s}_{r,s} dp^{r+1,s}_{r,s}. \quad (29)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (29) при начальном условии

$$\bar{Q}^{r,u}_{r+1,s}\left[\left(p_c\right)^{r+1,s}_{r,s}\right] = \left(Q_m\right)^{r,u}_{r+1,s} = \varepsilon^{r,u}_{r+1,s}\left(\bar{P}_m\right)^{r,u}_{r+1,s},$$

где $(p_c)^{r+1,s}_{r,s} = \dfrac{\beta^{r+1,s}_{r,s}}{\omega^{r+1,s}_{r,s}} f\left(Q^{r+1,s}_{r,s}\right)$ — себестоимость предлагаемого товара; $\left(\bar{P}_m\right)^{r,u}_{r+1,s}$ — максимально возможное значение собственности подсистемы ($r+1, s$), обеспечивающее взаимодействие на связи $\begin{pmatrix} r & u \\ r+1, & s \end{pmatrix}$, находим искомую зависимость объема спроса $\bar{Q}^{r,u}_{r+1,s}$ от цены предложения $p^{r+1,s}_{r,s}$:

$$\bar{Q}^{r,u}_{r+1,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right) = \left(Q_m\right)^{r,u}_{r+1,s} - Q^{r+1,s}_{r,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right),$$
$$p^{r,u}_{r+1,s} > (p_c)^{r+1,s}_{r,s}, \quad (30)$$

где $Q^{r+1,s}_{r,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right)$ — функция, обратная к закону предложения (ср. с (24)).

Функция (30) описывает падение объема спроса, обусловленное ростом цены предложения $dp^{r+1,s}_{r,s}$ и сопровождаемое эффективным ростом дохода покупателя на величину нереализованного спроса $d\bar{Q}^{r,s}_{r+1,s}$ за счет замещения дорогих товаров более дешевыми. Графики кривых спроса $\bar{Q}^{r,u}_{r+1,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right)$ (такие кривые называют иногда обыкновенными, или маршалловскими) и предложения $Q^{r+1,s}_{r,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right)$ изображены на рис. 6, где точка пересечения кривых $\left(p_e\right)^{r,u}_{r+1,s}$ определяет равновесную цену взаимодействия на локальной связи как решение алгебраического уравнения

$$Q^{r+1,s}_{r,s}\left(p^{r+1,s}_{r,s}\right) = \frac{1}{2}\left(Q_m\right)^{r,u}_{r+1,s}. \quad (31)$$

Следует указать на устойчивый характер равновесной цены: малое изменение цены $p^{r+1,s}_{r,s}$ относительно величины $\left(p_e\right)^{r,u}_{r+1,s}$ приводит к разбалансировке объемов спроса и предложения, сопровождающейся появлением диссипативных товарно-денежных потоков, устранение которых возможно только за счет перехода к равновесной цене.

Пусть теперь цена $p^{r+1,s}_{r,s}$ растет благодаря повышению качества товара $\beta^{r+1,s}_{r,s}$ (см. (24)). Согласно (28), в этом случае, наряду с увеличением параметра полезности $\bar{\beta}^{r,s}_{r+1,s}$ товара, уменьшаются интенсивности предложения и спроса $\varepsilon^{r+1,s}_{r,s}$, $\bar{\varepsilon}^{r,s}_{r+1,s}$. Если при этом величина собственности $P^{r,s}_{r+1,s}$ достаточно велика (случай «богатого» потребителя), то, в соответствии с (18), объем спроса $\bar{Q}^{r,s}_{r+1,s} = \bar{\varepsilon}^{r,s}_{r+1,s} P^{r,s}_{r+1,s}$ будет увеличиваться (при $\Delta P^{r,s}_{r+1,s} > P^{r,s}_{r+1,s}\left|\frac{\Delta\varepsilon^{r,s}_{r+1,s}}{\varepsilon^{r,s}_{r+1,s}}\right|$); напротив, для «бедного» потребителя (с низкой собственностью при $\Delta P^{r,s}_{r+1,s} < P^{r,s}_{r+1,s}\left|\frac{\Delta\varepsilon^{r,s}_{r+1,s}}{\varepsilon^{r,s}_{r+1,s}}\right|$) спрос будет уменьшаться.

При понижении же качества предлагаемого товара $\beta^{r+1,s}_{r,s}$ интенсивность спроса $\overline{\varepsilon}^{r,s}_{r+1,s}$ увеличивается, что влечет за собой повышение объема спроса $\overline{Q}^{r,s}_{r+1,s} = \overline{\varepsilon}^{r,s}_{r+1,s}P^{r,s}_{r+1,s}$ у «бедного» покупателя и может вызвать падение этого спроса у «богатого» покупателя при условии переноса части его собственности $P^{r,s}_{r+1,s}$ на связи $\begin{pmatrix} r & u \\ r+1, & s \end{pmatrix}$, где предлагаются более дорогие товары.

Таким образом, соотношение между объемом спроса $\overline{Q}^{r,s}_{r+1,s}$ и ценой предложения $p^{r+1,s}_{r,s}$, обусловленное изменением качества товара, имеет различный вид в зависимости от механизма воздействия субъекта на потребительский товар. Для «бедного» покупателя доминирует механизм замещения, и закон спроса проявляет себя в своем обычном виде. Напротив, для «богатого» покупателя существенным является эффект дохода, вследствие возможности более свободного распоряжения своей собственностью, что приводит к аномальной форме проявления закона спроса, известной в экономической теории как парадокс Гиффена.

Выводы

1. Изучен динамический отклик производственно-экономических систем (ПЭС) на параметрическое возмущение (5) участков цехов, обусловливающее взаимодействие ПЭС на идеальном локально равновесном рынке. Решена система основных уравнений динамики (7) и найден вид фазовой траектории (12), на которой система эволюционирует в ходе взаимодействия. Из условия постоянства функции Гамильтона (13) на фазовой траектории получено условие оптимального взаимодействия в виде равенства объемов предложения и спроса на каждой локальной связи (для каждой пары сопряженных участков цехов).

2. Исследована эволюция ПЭС в течение всего цикла параметрического возмущения (см.(8)). Показано, что в первой половине цикла происходит формирование потока товарной продукции, направленного от продавцов к покупателям. Доля собственности продавцов (15), воплощенная в этом потоке, называется объемом предложения товара, а величина собственности (18), приобретаемая покупателем при поглощении потока — объемом спроса. Указанное выше условие оптимального взаимодействия в виде равенства объемов предложения и спроса для каждой пары сопряженных участков цехов (21) интерпретируется как условие недиссипативного потока, при котором поток товаров от продавцов полностью поглощается покупателями. Получена зависимость издержек предложения от объема предложения (16).

3. В течение второго полупериода параметрического цикла происходит формирование покупателями встречного потока денежных средств (22) и поглощение его продавцами в виде дохода (выручки) от продажи товаров. При отсутствии диссипации содержащиеся в потоке денежные средства полностью расходуются на компенсацию издержек предложения (16) и создание прибыльной части собственности продавца (23), представленной величиной прибыли (второе слагаемое в (22)). Введена функция цены по предложению (24), иллюстрирующая закон предложения товара (см. рис. 5).

4. Рассмотрены вопросы устойчивости товарно-денежного обмена в многокомпонентных системах относительно слабых возмущений объема предложения. Показано, что при распространении возмущений по траектории, содержащей, помимо основных (вертикальных) и вспомогательных (горизонтальных), нечетное число регулирующих (косых) связей, происходит затухание начального возмущения, что свидетельствует об устойчивости этого возмущения. В противном случае взаимодействие в системе будет неустойчивым.

5. Исследована зависимость объема спроса на траектории от локального возмущения цены предложения. Показано, что если качество предлагаемого товара не меняется, то реакцией системы на локальное повышение цены является понижение спроса на узле (не сопряженном с данным, см. (30)), за счет замещения подорожавшего товара более дешевым. При этом имеет место эффект повышения дохода покупателя на величину спроса, не реализованного на первоначально возмущенном узле.

Если же цена предлагаемого товара меняется благодаря изменению его качества, то соотношение между объемом спроса и ценой предложения имеет различный вид в зависимости от механизма воздействия субъекта на потребительский товар. Для покупателя с низкой величиной начальной собственности («бедного» покупателя) доминирует механизм замещения, и закон спроса проявляет себя в своем нормальном виде. Напротив, для «богатого» покупателя существенным является эффект дохода, вследствие возможности более свободного распоряжения своей собственностью, что приводит к аномальной форме проявления закона спроса, известной в экономической теории как парадокс Гиффена.

Заключение

1. Описанное в работе взаимодействие на совершенном локально-равновесном рынке неспецифично для производственно-экономических систем; оно характерно и для рынка потребительских товаров, где встречаются торговые представительства предприятий, с одной стороны, и частные покупатели, с другой. Особенность состоит в том, что узлы на заданном уровне потребительского рынка испытывают возмущения вполне определенного типа (либо спрос, либо предложение), что исключает появление на траектории замкнутых циклов распространения возмущений, подобных рассмотренных выше для ПЭС. Устойчивость взаимодействия в этом случае обеспечивается горизонтальными и косыми связями. На горизонтальных связях покупателя осуществляется перенос денежных средств с одних статей бюджета на другие для обеспечения возникшего спроса, а на косых связях со стороны продавца проводятся мероприятия рекламного характера, способствующие росту этого спроса.

2. Рассмотренные в настоящей работе явления представляют собой динамический (неоклассический) отклик систем на параметрическое возмущение ПЭС, формирующее объемы предложения и спроса при взаимодействии на идеальном локально-равновесном рынке. Такой отклик определен на единственной фазовой траектории системы, являющейся решением уравнений Гамильтона (3) с заданной величиной полной производственной собственности.

В условиях реального несовершенного рынка, помимо параметрического возмущения, на ход взаимодействия оказывает влияние большое число других факторов нерегулярного характера (главным образом, это фактор предпринимательской способности, человеческий фактор и др.). Невозможность учета этих факторов в выражении для гамильтониана полной системы приводит к отказу от динамического (неоклассического) описания рынка и создает необходимость привлечения для этого принципов новой, статистической теории.

Нетрудно видеть, что временная эволюция системы на «статистическом» рынке осуществляется уже не по одной траектории, а «по кускам» фазовых траекторий, отвечающих всем возможным значениям полной производственной собственности, которые система принимает в результате спонтанных переходов под влиянием нерегулярных факторов. Характеристиками взаимодействия ПЭС в этом случае являются средние от динамических характеристик подсистем по вероятностям распределений обобщенных фазовых переменных (1) на «кусках» регулярных траекторий.

Важно отметить, что результаты статистического усреднения позволяют ввести в рассмотрение качественно новые факторы системы, которые в рамках определенных правил, норм (или, как говорят, институтов) направляют действие указанных выше нерегулярных факторов на эффективное управление и регулирование процессами товарно-денежного обмена на неидеальном рынке. Такие факторы принято называть институциональными, а экономическое учение, которое в рамках модернизации неоклассического (динамического) подхода уделяет основное внимание изучению правил и норм поведения экономических субъектов в условиях сложных нерегулярных взаимодействий, — новым институционализмом, или неоинституционализмом.

Вопросам обоснования и применения статистического метода при изучении законов неоинституционализма мы планируем посвятить наши последующие работы.

Список источников

1. *Жид Ш.*, *Рист Ш.* История экономических учений. — М.: Экономика, 1995. — 532 с.

2. *Иванов А. Г.*, *Кукушкин В. А.* Динамика потребительского поведения // Вестник ННГУ. — 2010. — № 6. — С. 153-163.

3. *Иванов А. Г.*, *Кукушкин В. А.* О вероятностно-динамическом методе в задачах микроэкономики // Вестник ННГУ. — 2010. — № 1. — С. 179–189.

4. *Иванов А. Г.*, *Кукушкин В. А.*, *Медведева Е. В.* Динамика плановой производственной системы в условиях рентабельной реализации товара с учетом заданной налоговой нагрузки // Автоматизация и современные технологии. — 2010. — №8. — С. 38-44.

5. *Интрилигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Айрис-пресс, 2002. — 576 с.

6. *Кукушкин В. А.* Введение в математическую микроэкономику. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2007. — 344 с.
7. *Кукушкин В. А.* Плановая динамика производственно-экономических систем в режиме стационарного производства // Вестник ИНЖЭКОНа. — 2011. — № 5. — С. 209–219.
8. *Кукушкин В. А.*, *Медведева Е. В.* Плановая динамика производственно-экономических систем в рентабельном режиме предложения товара // Международный технико-экономический журнал. — 2011. — № 4. — С. 43–48.
9. *Маршалл А.* Принципы экономической науки. — М.: Прогресс, 1993.
10. *Моришина М.* Равновесие, устойчивость, рост. — М.: Наука, 1972.
11. *Самуэльсон П. А.* Основания экономического анализа. — СПб.: Экономическая школа, 2002.
12. *Славин В. А.*, *Урусова И. Н.* Переходы между производственными состояниями. Элементы теории рисков // APEL. — 2012. — № 4. — С. 187-194.
13. *Хикс Дж. Р.* Стоимость и капитал. — М.: Прогресс, 1999.

УДК 330.42
Ключевые слова: неоклассическая теория, вероятностно-динамический метод, производственно-экономическая система, функция Гамильтона, фазовая траектория, совершенный рынок, объемы предложения и спроса, устойчивость товарно-денежного обмена, законы предложения и спроса