

## ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОВАРНО-ДЕНЕЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.И. Егоренков, М.Н. Стародубцева, Е.Н. Казакова

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Товарно-денежное хозяйство является потенциальной динамической системой. Это система с обратной связью, т. к. его основой является возобновляющийся производственный цикл. В процессе совершения работы потенциальная энергия системы  $U(x, r)$  ( $x$  – переменные состояния,  $r$  – управляющие параметры) уменьшается. В

системах с обратной связью  $\frac{\partial U(x, r)}{\partial x_i} = -kU$  ( $k$  – константа скорости процесса), т. е.

$U(x, r) = U_0 e^{-kx}$ . Функцию  $e^{-kx}$  в точке  $x = 0$  можно разложить в ряд Маклорена.

При  $k = 1$   $e^{-x} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \dots \pm \frac{x^n}{n!} \mp \dots$ . Так как коэффициенты при  $x$  в ряду бы-

стро убывают, то, согласно Р. Тому, можно ограничиться шестью первыми членами. При этом реализуются четыре качественно разные структурные превращения («катастрофы»: складка, сборка, ласточкин хвост, бабочка). Так как для потенциальных систем  $dx_i/dt = -\partial U(x, r)/\partial X_i = f(x, r)$ , а уравнения состояния получают при условии, если  $dx_i/dt = 0$ , то уравнение состояния однокомпонентной системы можно записать в виде:

$$-a_0 + a_1x - a_2x^2 + a_3x^3 - a_4x^4 + a_5x^5 = 0$$

или

$$(a_5 + \frac{a_3}{x^2} - \frac{a_2}{x^3} + \frac{a_1}{x^4} - \frac{a_0}{x^5})x = a_4. \quad (1)$$

Принимая в уравнении (1) за переменную состояния  $x$  объем продажи товаров  $V$ , а за  $a_4$  (полную энергию системы) доход  $MT$ , где  $M$  – масса денег в обращении, а  $T$  – скорость обращения денег, получаем общее уравнение товарно-денежного хозяйства (рыночной экономики):

$$(p + \frac{a_3}{V^2} - \frac{a_2}{V^3} + \frac{a_1}{V^4} - \frac{a_0}{V^5})V = MT, \quad (2)$$

в котором выражение в круглых скобках является ценой товаров. В этом полевом уравнении, полученном на базе анализа потенциальной функции (силового поля), товары не разделяются на конечные (потребительские) и промежуточные (средства производства). Обозначим объем последних через  $b$ . С учетом их стоимости ( $pb$ ) уравнение (2) принимает вид

$$(p + \frac{a_3}{V^2} - \frac{a_2}{V^3} + \frac{a_1}{V^4} - \frac{a_0}{V^5})V = MT + pb \quad (3)$$

или

$$p(V - b) = MT - \left( \frac{a_3}{V} - \frac{a_2}{V^2} + \frac{a_1}{V^3} - \frac{a_0}{V^4} \right), \quad (4)$$

где  $(V - b)$  – объем потребительских, а  $V$  – суммарный объем всех товаров (конечных и промежуточных).

Из уравнения (4) следует, что для товарно-денежного хозяйства как консервативной динамической системы  $MT$  является полной,  $p(V - b)$  – кинетической, а сумма дробных членов – потенциальной энергией. Иначе говоря,  $p(V - b)$  является частью дохода, которая используется товаропроизводителями, а сумма дробных членов – частью дохода, которая изымается из товарного производства (прибавочная стоимость, по Марксу).

При увеличении  $V$  или  $T$  уравнение (4) последовательно переходит в уравнения:

$$p(V - b) = MT - \left( \frac{a_3}{V} - \frac{a_2}{V^2} + \frac{a_1}{V^3} \right), \quad (5)$$

$$p(V - b) = MT - \left( \frac{a_3}{V} - \frac{a_2}{V^2} \right), \quad (6)$$

$$p(V - b) = MT - \frac{a_3}{V} \quad (7)$$

и

$$p(V - b) = MT. \quad (8)$$

Следовательно, товарно-денежное хозяйство (рыночная экономика) может существовать минимум в пяти стационарных состояниях (рис. 1). Иначе говоря, в пространстве управляющих параметров оно претерпевает фазовое расслоение и может существовать в трех равновесных (фазы А, В и С) и переходных между ними (неравновесных) состояниях. Стационарные состояния – это экономические уклады. В переходных состояниях возможны колебания объемов производства-продажи товаров – движение от границы одного уклада к границе другого и обратно при  $T = \text{const}$ .

Если проводить не топологический (поиск критических точек), а фрактальный (изучать временную динамику) анализ, т. е. анализ переходных состояний динамической системы, необходимо использовать логистические отображения. Например, для переходного между укладом В и С состояния такое отображение имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = kx(1 - x),$$

где  $k$  – константа скорости процесса.

Фрактальный анализ показывает, что в переходных состояниях возникает явление удвоения периода колебаний, ведущее сначала к детерминированному, а затем к полному хаосу, т. е. к переходу к фазе С (для перехода А-В при  $T > T_{k1}$ , а для пере-

хода В-С при  $T < T_{k_2}$ ). «Хаос» применительно к товарно-денежному хозяйству, означает полную свободу товаропроизводителей (совершенную конкуренцию).

В координатах  $p-V-T$  поверхность состояния предельно развитого (потенциал полностью реализован) товарно-денежного хозяйства, описываемая уравнением (8), является гладкой гиперболической поверхностью (рис. 1а). Если это состояние выбрать за исходное, то поверхности остальных состояний являются ее модификациями. Управляющими деформацией исходной поверхности параметрами являются дробные члены уравнений состояния. Качественно эти поверхности соответствуют катастрофам бабочка (2-4), ласточкин хвост (5), сборка (6) и складка (7). Они гомотоморфны, т. е. топологически эквивалентны и представляют различные метрические варианты (различные «экземпляры») одной и той же поверхности (образца), которые могут быть получены путем ее взаимно однозначного и взаимно непрерывного преобразования.

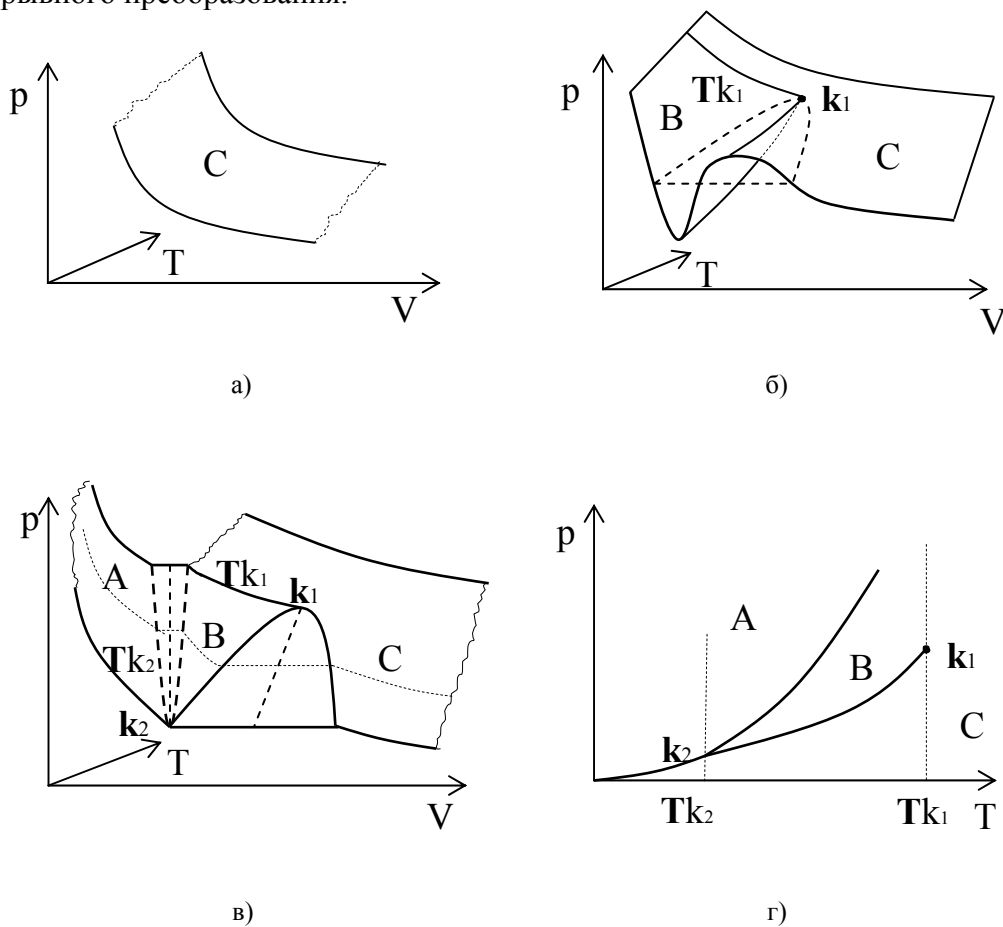


Рис. 1. Стационарные состояния рыночной экономики

Правило равновесия фаз (экономических укладов) для изолированной равновесной однокомпонентной системы:

$$\varphi + \nu = 3,$$

где  $\varphi$  – число фаз,  $\nu$  – вариантность поведения (число степеней свободы). Это означает, что если число одновременно находящихся в равновесии укладов равно

трем, поведение товарно-денежного хозяйства невариантно (все параметры неизменны, число степеней свободы равно нулю). Этому поведению на фазовой диаграмме соответствует точка – три уклада могут существовать при единственно возможной комбинации  $p, V, T$  («тройная точка» – рис. 1в, точка  $K_2$ ). Для находящихся в равновесии двух укладов число степеней свободы равно единице (моновариантное поведение – один параметр является независимо переменным): независимо могут изменяться либо  $p$ , либо  $V$  ( $T = \text{const}$ ). Этому поведению на диаграмме соответствует линия (рис. 1б, кривая  $T_{k1}$ , начинающаяся в точке  $K_1$ ). Для одного равновесного уклада число степеней свободы равно двум (бивариантное поведение – число независимых переменных равно двум): могут независимо изменяться два параметра, т. е.  $p$  и  $T$ ,  $p$  и  $V$  или  $V$  и  $T$ . Этому поведению на диаграмме соответствует поверхность (см. рис. 1).

Уравнение третьей степени (6) соответствует среднеразвитой экономике (рис. 1б). Если принять  $a_3 = a$  и  $a_2 = ab$ , то оно приводится к виду

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = MT, \quad (9)$$

где  $\left(p + \frac{a}{V^2}\right)$  – цена потребительских товаров. Таким образом, полученное нами ранее («Вопросы экономики», № 8, 2005, с. 41–47) эмпирически уравнение (9), логически вытекает из топологической теории систем.

Экономические уклады А, В, С являются мультстабильными (равновозможными), например, при скорости обращения денег  $T_1$  (рис. 1а), т. е. при одном и том же доходе  $MT$ , так как в  $M = \text{const}$ . Это означает, что существует возможность их сознательного выбора. Так как доход характеризует уровень развития производительных сил, а экономические уклады характеризуются определенным типом производственных отношений, то отсюда следует, что одному и тому же уровню развития производительных сил может соответствовать более одного типа производственных отношений. Следовательно, широко распространенное мнение о том, что для перехода к более прогрессивному укладу (например, от уклада В к укладу С) необходим более высокий уровень развития производительных сил, неверно, по крайней мере, для  $T_{k2} < T < T_{k1}$ . В этих условиях являются бистабильными (альтернативными) уклады В и С. При выборе производственных отношений уклада С вместо отношений уклада В в производстве реализуется не используемая при укладе В прибавочная стоимость  $\frac{a(V - b)}{V^2}$ . Увеличение уровня развития производительных сил (увеличение  $T$ ), неизбежно ведет к укладу С. При  $T > T_{k1}$  ему альтернативы нет.

Очевидно, что топологический анализ товарно-денежного хозяйства подтверждает, уточняет, дополняет и развивает основные положения формационной экономической теории.