

РАВНОВЕСНЫЕ МОДЕЛИ МНОГОРЕСУРСНЫХ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ¹

В. Б. Гусев

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

Предложен метод расчета сбалансированной структуры параметров управления производственным циклом на основе схем оценок затрат в модели многоресурсных саморазвивающихся систем. Отмечено, что в долгосрочном плане сбалансированное управление отвечает критерию оптимальности для показателя воспроизводства ресурсов многопродуктовой производственной системы и переводит последнюю в равновесный режим функционирования. Предлагаемый метод предназначен для включения в состав инструментария индикативного планирования крупномасштабных объектов хозяйственной деятельности — от холдинга до национальной экономической системы.

ВВЕДЕНИЕ

Методология индикативного планирования [1, 2], восприняв позитивные стороны планового подхода, в том или ином виде получила широкое распространение во многих промышленно развитых странах [3]. Она находит применение при управлении хозяйственной деятельностью на региональном и отраслевом уровнях, позволяет формировать долгосрочные программы социально-экономического развития. «Мягкий» (индикативный) характер рассматриваемого вида планирования обеспечивается показателями, представляющими ориентир для формирования управленческих решений. Одними из таких индикативных показателей являются структурные показатели выпусков и цен на продукцию, ориентированные на устойчивый режим развития объекта хозяйственной деятельности.

Модели многоресурсных саморазвивающихся систем служат инструментом стратегического индикативного планирования. Они позволяют определять возможный уровень развития производственных систем и соответствующие ему индикативные (рекомендуемые) параметры. Особое значение имеет долгосрочный характер планов. Действительно, благодаря действию экономических целевых установок типа прибыльности, окупаемости вложений, диктуемых законами конкуренции, хозяйственная деятельность располагает достаточно эффективными механизмами самоорганизации в локальных масштабах и на относительно краткосрочных отрез-

ках жизненного цикла. Долгосрочная организация хозяйственной деятельности требует системного подхода и соответствующих критериев, временных и пространственных масштабов, моделей и методов формализации объектов управления [4].

Суть метода балансировки параметров управления на основе оценок затрат для производственного цикла заключается в том, что на основе анализа оценок структуры производственных, трудовых, финансовых затрат, выпусков продукции и услуг, а также показателей товарообмена формируется численная модель воспроизводства многоресурсной и многопродуктовой системы. С помощью этой модели определяется показатель воспроизводства экономической системы, отображающий соотношение объемов выпуска и затрат, как функция структурных пропорций выпусков и цен на производимые продукцию и услуги. Максимизация этого показателя определяет структуру выпусков и цен, соответствующую равновесному режиму воспроизводства, когда темпы прироста по всем видам продукции и услуг одинаковы. При этом равновесная структура может существенно отличаться от структуры, существующей в реальности. При использовании предлагаемого подхода особое внимание следует уделить тому, что приближение к равновесным структурам как выпусков, так и цен должно происходить совместно. В противном случае достигнутое равновесие окажется неустойчивым, подверженным инфляционным процессам [5].

1. МОДЕЛЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Схема жизненного цикла процесса воспроизводства благ включает в себя (рис. 1) блоки производства, трудовых ресурсов, взаимодействия с внешним миром (поставок продукции), сбережения (фондообразующих затрат,

¹ Работа рекомендована к печати Программным комитетом Третьей международной конференции по проблемам управления (Москва, 20—22 июня 2006 г.).

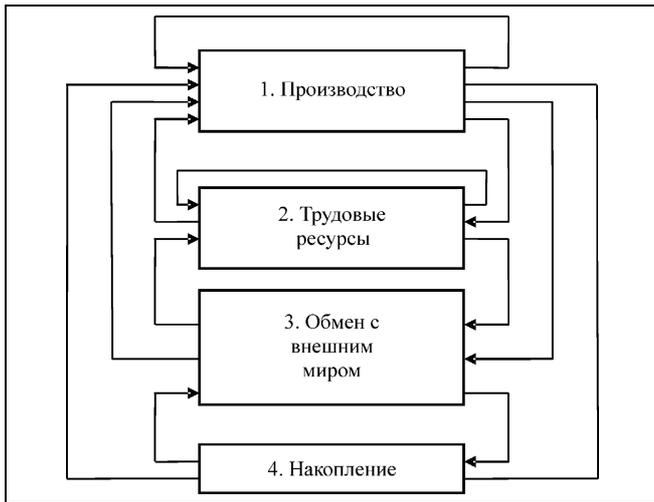


Рис. 1. Схема производственного цикла

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| X = | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| | 2.1 | 2.2 | 2.3 | |
| | 3.1 | 3.2 | | 3.4 |
| | 4.1 | | 4.3 | |

| | |
|-----|---|
| V = | 1 |
| | 2 |
| | 3 |
| | 4 |

Рис. 2. Структура исходных данных

запасов, потерь). Стрелки на этой схеме обозначают материальные и информационные потоки. Продукция, идущая на расширение производства, не входит в схему замкнутого цикла и может быть определена как разность между совокупным выпуском и затратами.

Структурное планирование основано на информации о предыдущем функционировании производственного цикла или на экспертных знаниях в виде оценок в сопоставимых шкалах. На основе этой информации формируется матрица X баланса затрат и выпусков. Каждый элемент этой матрицы X_{ij} представляет собой оценку затрат i -го блага (продукта или услуги) на производство j -го блага за определенный период. Кроме того, исходная информация включает в себя объемы выпуска благ V_j , образующие вектор выпусков V .

Матрица затрат X состоит из 16 блоков (квадрантов). Индекс 1 соответствует сектору «производство», 2 — сектору «трудовые ресурсы», 3 — сектору «обмен с внешним миром», 4 — сектору «сбережение» (рис. 2). Некоторые из квадрантов оказываются пустыми, например, квадранты 3.3 и 4.4, поскольку в них не происходит воспроизводство благ. Точно также пусты блоки 2.4 и 4.2, поскольку считается, что трудовые ресурсы непосредственно (как вид блага) не связаны со сбережением.

Каждый квадрант содержит полный набор видов продукции (благ), участвующей в процессе воспроиз-

водства. Таким образом, в схеме одно и то же благо, идущее на производственное потребление, конечное потребление, экспорт/импорт имеет различные индексы.

Если технологический цикл замкнут на себя (отсутствует обмен с внешним миром), то объем выпуска каждого вида благ есть сумма затрат по всем блокам цикла при производстве всего набора n благ. Сумма произведенного продукта на этапе жизненного цикла равна сумме потребленного, умноженной на коэффициент роста g_i , т. е.,

$$V_i(t) = g_i X_i(t) = g_i \sum_{j=1}^n X_{ij}(t). \quad (1)$$

Объемы благ оцениваются в натуральных единицах. С другой стороны, общая стоимость V_j^c выпускаемого блага i — есть сумма стоимостей всех составляющих по технологическому циклу при цене p_j на j -е благо на данном этапе, умноженная на коэффициент прироста стоимости за период цикла (рентабельность) r_i :

$$V_i^c(t) = r_i \sum_{j=1}^n X_{ji}(t) p_j. \quad (2)$$

Заметим, что если оценки производятся в стоимостном выражении, то $p_j = 1$ и $V_i^c = V_i$ и выражение (2) переходит в выражение (1). Воспроизводство благ предполагает многократное повторение жизненного цикла. Качество такого воспроизводства можно оценить показателем воспроизводства $v = F(V(t), V(t-1))$, где F — монотонная выпуклая неубывающая функция $2n$ переменных. Если в качестве цели ставится повышение темпа воспроизводства без изменения технологии, то показатель воспроизводства принимает вид $v = \min_i V_i(t)/V_i(t-1)$.

Задачу управления жизненным циклом процесса воспроизводства можно сформулировать как максимизацию продуктивности цикла воспроизводства по управляющим параметрам, характеризующим структуру выпусков каждого из блоков цикла.

Прогнозировать объемы затрат i -го блага X_i можно, используя модель «затраты—выпуск» $X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} V_j$, где a_{ij} — коэффициенты удельных затрат, определяемые как

$$a_{ij} = X_{ij}/V_j. \quad (3)$$

Рассмотрим задачу балансировки структуры выпусков для производственного цикла. Используя выражение (1), получим соотношение $V_i(t) = g_i X_i(t) = g_i \sum_{j=1}^n a_{ij} V_j(t)$, которое можно рассматривать как технологическое ограничение для задачи балансировки структуры выпусков.

Если полагать, что полные затраты блага равны их наличию (выпуску) в предыдущем периоде, то показатель воспроизводства определяется минимальным по всем видам благ коэффициентом роста: $v = \min_i g_i$.

Запишем формулировку оптимизационной задачи по структуре выпусков: найти

$$\begin{aligned} & \max v, \\ & V_i(t) \geq v \sum_{j=1}^n a_{ij} V_j(t), \\ & V_i(t) \geq V_i(t-1), \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (4)$$

В этой постановке предполагается, что технология производства за один цикл не изменяется, т. е. натуральные коэффициенты удельных затрат постоянны. Решение этой задачи не зависит от цен на блага, однако его реальное использование затруднено тем обстоятельством, что для крупных производственных систем измерения производятся, как правило, в стоимостных показателях.

Если коэффициенты удельных затрат определяются на основе стоимостных показателей, а не натуральных, как в формуле (3), т. е.

$$a_{ij}^c = X_{ij}^c / V_j^c = X_{ij} p_i / (V_j p_j) = a_{ij} p_i / p_j, \quad (5)$$

то задача балансировки структуры показателей производственного цикла примет вид: найти

$$\begin{aligned} & \max v, \\ & V_i^c(t) \geq v \sum_{j=1}^n a_{ij}^c V_j^c(t), \\ & V_i^c(t) \geq V_i^c(t-1), \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь допускается изменение, как натуральных объемов, так и цен. По смыслу задача (6) не эквивалентна задаче (4), поскольку критерий v и ограничение на неубывание объемов выпуска имеют новое содержание. Кроме того, значения стоимостных показателей удельных затрат первоначально могут быть определены лишь на предыдущем этапе $t-1$. Но после изменения цен они изменятся. Поэтому для уточнения этих показателей требуется определить, как могут измениться цены.

Рассмотрим задачу балансировки ценовой структуры для производственного цикла. Используя соотношение (2) в стоимостном выражении и соотношение (3), полу-

$$\text{чим } V_i^c(t) = V_i(t) p_i = r_i \sum_{j=1}^n a_{ji} V_j^c(t) p_j.$$

Считая, что коэффициент воспроизводства определяется минимальной по перечню благ рентабельностью, получим оптимизационную задачу для структуры цен: найти

$$\begin{aligned} & \max v^c, \\ & p_i(t) \geq v^c \sum_{j=1}^n a_{ji} p_j(t), \\ & k_i p_i(t-1) \geq p_i(t) \geq p_i(t-1), \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

Левая часть последнего ограничения представляет констатацию факта неубывания цен, а также требова-

ние на ограничение темпов инфляции до уровня k_i по видам благ.

Если коэффициенты удельных затрат определяются на основе стоимостных показателей (5), то тогда при сбалансированной ценовой структуре в равновесном режиме цены не меняются с течением периода и имеет место простое соотношение для коэффициента воспроизводства:

$$v^c = 1 / \min_i \sum_{j=1}^n a_{ji}^c. \quad (7)$$

Если иметь в виду, что измерение коэффициентов удельных затрат производится на предыдущем этапе цикла, то задачу балансировки ценовых пропорций в неравновесном режиме можно представить в виде: найти

$$\begin{aligned} & \max_{P_i} v^c, \\ & P_i(t) \geq v^c \sum_{j=1}^n a_{ji}^c P_j(t), \\ & k_i \geq P_i(t) \geq 1, \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (8)$$

где $P_i(t) = p_i(t) / p_i(t-1)$ — индекс цены на благо i .

Если решение задачи (8) использовать для корректировки коэффициентов удельных затрат, то повторное ее решение даст индексы цен, равные 1 или k_i , а выражение (7) даст точное значение равновесного коэффициента воспроизводства v^c . Кроме того, обновленные коэффициенты прямых затрат можно использовать в задаче балансировки объемов (6).

Таким образом, совместное решение задач (6) и (8) позволяет получить сбалансированную структуру объемов и цен, обеспечивающую максимальный коэффициент воспроизводства ресурсов для производственного цикла.

Практическое применение рассматриваемого подхода осуществляется поэтапно. Для каждого этапа вводится дополнительное ограничение на степень отклонения от существующей структуры, соответствующее представлениям о допустимой скорости социально-экономических процессов.

Исходная информация задачи структурной балансировки формируется на основе анализа экономической статистики. Трудность заключается в том, что в ряде ситуаций (например, региональное или отраслевое планирование, сценарное прогнозирование) отсутствуют стандартные методики по сбору и обработке данных. В этих случаях предлагается статистические данные совмещать с экспертными оценками структуры затрат на единицу выпуска.

Метод структурной балансировки был применен для формирования региональной программы инновационного развития [2].

2. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ

Динамические процессы воспроизводства имеют относительно быструю финансовую и медленную технологическую (объемную) компоненты. Псевдоравновесный режим формируется под влиянием внешних воз-



действий и относительно медленной технологической компоненты. Структура цены имеет вид: $\mathbf{p} = r \mathbf{D}^c \mathbf{s}$, где r — коэффициент системной рентабельности, \mathbf{D}^c — диагональная матрица внутренних рентабельностей отраслей d_i , \mathbf{s} — вектор себестоимостей, \mathbf{p} — вектор цен (ценовых пропорций). Системная рентабельность отражает отношение суммарной стоимости выпусков к сумме полных затрат отраслей. Отраслевые рентабельности отражают отношения внутренних цен на продукцию отраслей к отраслевым затратам. Вектор себестоимостей определяется по формуле $\mathbf{s} = \mathbf{A}^T \mathbf{p}$, где \mathbf{A} — технологическая матрица необходимых затрат, включающая в себя как прямые, так и прочие затраты. Из приведенных соотношений следует векторное уравнение равновесия $r \mathbf{D}^c \mathbf{A}^T \mathbf{p} = \mathbf{p}$.

Решение \mathbf{p} уравнения равновесия — собственный вектор матрицы $\mathbf{D}^c \mathbf{A}^T$, $1/r$ — ее собственное значение.

Модель равновесия может быть обобщена помощью оптимизационного подхода. Оптимизационная форма ценовой модели включает в себя:

- критерий оптимизации — максимизация системной рентабельности — имеет вид: $r \rightarrow \max_{p, r}$;
- технологическое ограничение: $r \mathbf{D}^c \mathbf{A}^T \mathbf{p} \leq \mathbf{p}$ (здесь и далее отношение неравенства для векторов понимается как совокупность неравенств для компонент векторов);
- ограничение, задающее масштаб цен: $\mathbf{p} \geq \mathbf{p}^0$. Ограничение на разброс цен: $\mathbf{p} \leq \mathbf{p}^1$.

Совместимость двух форм ценовой модели. Если ограничение на разброс цен отсутствует или несущественно и решение рассматриваемой задачи математического программирования единственно, то это решение реализуется на равенстве в технологическом ограничении и является равновесным для исходной ценовой модели.

Объемная оптимизационная модель. Ограничения на объемы прямых затрат имеют вид:

$$\gamma \sum_j a_{ij} x_j \geq x_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad 0 \leq \gamma \leq 1.$$

Здесь γ — доля прямых затрат в выпуске продукции. Ограничения на минимальные объемы выпуска $x_i \geq X_i$; ограничения на объемы выпуска сверху $x_i \leq \bar{X}_i$, $i = 1, \dots, n$. Критерий оптимизации (минимизация доли прямых затрат в выпуске продукции) записывается в виде $\gamma \rightarrow \min_{x, \gamma}$.

Связь ценовой и объемной моделей. При отсутствии или несущественности ограничений на объемы выпуска $\mathbf{X} \leq \mathbf{x} \leq \bar{\mathbf{X}}$ и ограничений на разброс цен $\mathbf{p}^0 \leq \mathbf{p} \leq \mathbf{p}^1$ для равновесных решений имеем: $\min \gamma = \max 1/r$.

Введем ряд показателей, имеющих простую интерпретацию и используемых в процедурах индикативного планирования.

Продуктивность экономической системы определим, по аналогии с коэффициентом полезного действия в термодинамике, как $\pi = Y/Z$, где Z — промежуточные затраты, Y — добавленная стоимость (ВВП). Обозначим материалоемкость $m = Z/X$, валовой выпуск $X = Y + Z$. Тогда $\pi = 1/(X/Y - 1) = 1/m - 1$.

Потенциалы продуктивности экономической системы определяются: для ценовой модели как $\pi^c = r - 1$, для объемной модели как $\pi^x = 1/\gamma - 1$ и представляют долю добавленной стоимости в стоимости промежуточного потребления при равновесном режиме экономической системы. Поскольку $r \leq m$, то всегда $\pi \leq \pi^c$; в равновесном режиме имеем: $m = r = 1/\gamma$, следовательно, в этом случае $\pi = \pi^c = \pi^x$. Общее значение потенциалов продуктивности будем обозначать π^0 .

Показатель равновесности экономической системы $u = \pi/\pi^0$ определяет степень близости системы к равновесному состоянию. Очевидно, $0 \leq u \leq 1$, $\max u = 1$.

Предельные индексы цен позволяют оценить *толерантность* (нечувствительность) экономической системы к изменению цен на продукцию $Mp_i = dp_i/\pi^c$ отраслей $i = 1, 2, \dots$

Предельные выпуски определяют толерантность экономики к изменению объемов выпуска $Mx_i = dx_i/\pi^x$ отраслей $i = 1, 2, \dots$

Нормализация модели. При изменении цен отраслевой продукции с множителями x_i коэффициенты технологической матрицы a_{ij} изменяют свои значения на $b_{ij} = a_{ij} x_i / x_j$, или в векторном виде $\mathbf{B} = \text{diag}(\mathbf{x}) \mathbf{A} \text{diag}(\mathbf{x})^{-1}$. Равновесные значения r и продуктивности π^c при этом не изменяются. Если положить $\mathbf{D}^c = \text{diag}(\mathbf{x})^{-1}$, то преобразованное уравнение примет вид $r \text{diag}(\mathbf{x})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{p} = \mathbf{p}$. Если \mathbf{x} — собственный вектор матрицы $\text{diag}(\mathbf{x})^{-1} \mathbf{A}^T$, то решение \mathbf{p} — единичный вектор. Адаптация оптимизационной ценовой модели состоит в подборе ограничения на разброс цен для достижения реальной продуктивности $\pi = \pi^c$ при решении оптимизационной задачи:

$$r \rightarrow \max_{p, r}$$

Тогда преобразование цен осуществляется с помощью матрицы $\mathbf{B} = \text{diag}(\mathbf{p}) \mathbf{A} \text{diag}(\mathbf{p})^{-1}$.

3. ЧИСЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для определения границ диапазона бескризисного функционирования экономической системы использовались показатели толерантности экономической системы к вариациям отраслевых показателей (предельные приращения), означающие относительное приращение отраслевого показателя в процентах, при неизменности остальных, дающее 1 % приращения потенциала продуктивности. В табл. 1 приведены предельные приращения выпусков Mx_i отраслей.

Курсивом выделены отрасли, для которых экономическая система наименее толерантна (наиболее чувствительна) по отношению к приращению выпусков. Эти отрасли дают наибольший вклад в продуктивность экономической системы при увеличении объемов их выпусков, инвестировании, внедрении инноваций.

В табл. 2 приведены значения предельных приращений цен Mp_i на продукцию отраслей.

Толерантности отрицательны, поскольку приращение цен на отдельные виды продукции вызывает уменьшение потенциала продуктивности. Курсивом выделены отрасли с наименьшей толерантностью (наибольшей чувствительностью) экономической системы по отношению к приращению цен. Повышение ценовой рентабельности этих отраслей наиболее критично отзывается на падении продуктивности экономической системы.

Уровень прироста потенциала продуктивности в процентных пунктах при относительном приросте выпуска $\Delta x_i, \%$ и относительном приросте цены $\Delta p_i, \%$ продукции отрасли приближенно может быть определен по формуле

$$\Delta \pi^0 = \Delta x_i / Mx_i + \Delta p_i / Mr_i$$

Сравнивая табл. 1 и 2, можно выделить отрасли, для которых экономика наименее толерантна как по выпускам, так и по ценам — *химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка,*

Таблица 1

Предельные приращения выпусков (толерантность по выпускам) отраслей

| Отрасль | Толерантность по выпускам, % |
|--|------------------------------|
| Электроэнергетика | 22 |
| Нефтегазовая промышленность | 22 |
| Угольная промышленность | 115 |
| Прочая топливная промышленность | 8434 |
| Черная металлургия | 34 |
| Цветная металлургия | 44 |
| <i>Химическая и нефтехимическая промышленность</i> | 17 |
| <i>Машиностроение и металлообработка</i> | 9 |
| Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность | 38 |
| Промышленность строительных материалов (включая стекольную и фарфорофаянсовую) | 82 |
| <i>Легкая промышленность</i> | 9 |
| <i>Пищевая промышленность</i> | 8 |
| Прочие отрасли промышленности | 60 |
| Строительство | 46 |
| <i>Сельское и лесное хозяйство</i> | 12 |
| <i>Транспорт и связь</i> | 11 |
| <i>Торговля, посредническая деятельность и общественное питание</i> | 10 |
| Прочие виды деятельности по производству товаров и услуг | 110 |
| Здравоохранение, физическая культура и социальное обеспечение, образование, культура | 22 |
| Жилищно-коммунальное хозяйство и производственные виды бытового обслуживания населения | 39 |
| Финансы, кредит, страхование, управление, общественные объединения | 67 |
| Наука и научное обслуживание, геология и разведка недр, геодезическая и гидрометеорологическая | 46 |
| <i>Конечное потребление домашних хозяйств</i> | 3 |

Таблица 2

Предельные приращения цен на продукцию (толерантность по ценам) отраслей

| Отрасль | Толерантность по ценам, % |
|---|---------------------------|
| Электроэнергетика | -185 |
| <i>Нефтегазовая промышленность</i> | -73 |
| Угольная промышленность | -520 |
| Прочая топливная промышленность | -226 728 |
| Черная металлургия | -100 |
| Цветная металлургия | -90 |
| <i>Химическая и нефтехимическая промышленность</i> | -49 |
| <i>Машиностроение и металлообработка</i> | -32 |
| Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность | -129 |
| Промышленность строительных материалов (включая стекольную и фарфорофаянсовую) | -517 |
| <i>Легкая промышленность</i> | -17 |
| <i>Пищевая промышленность</i> | -24 |
| Прочие отрасли промышленности | -758 |
| Строительство | -6101 |
| <i>Сельское и лесное хозяйство</i> | -48 |
| Транспорт и связь | -207 |
| Торговля, посредническая деятельность и общественное питание | -132 |
| Прочие виды деятельности по производству товаров и услуг | -2923 |
| Здравоохранение, физическая культура и социальное обеспечение, образование, культура | -692 |
| Жилищно-коммунальное хозяйство и производственные виды бытового обслуживания населения | -3902 |
| Финансы, кредит, страхование, управление, общественные объединения | -236 |
| Наука и научное обслуживание, геология и разведка недр, геодезическая и гидрометеорологическая служба | -1310 |
| Оплата труда наемных работников | -33 828 052 |

легкая промышленность, пищевая промышленность, сельское и лесное хозяйство. В условиях *самоорганизации* эти отрасли могут оказать наиболее отрицательное воздействие на динамику экономической системы, поскольку отраслевые интересы повышения ценовой рентабельности для них входят в наибольшее противоречие с общенациональными. Тем не менее, при совместном росте объемов выпуска этих отраслей, превосходящем Mx_i и при росте цены на продукцию отрасли не более, чем на Mr_i , потенциал продуктивности π^0 может быть повышен на величину $\Delta \pi^0$, которую мы оценили ранее.

С другой стороны, такие отрасли, как *транспорт и связь, торговля, посредническая деятельность и общественное питание,* а также *конечное потребление домашних хозяйств,* оказывая сравнительно большое влияние на продуктивность, обладают наибольшей способностью к самоорганизации, поскольку оказывают сравнительно большое влияние на продуктивность экономики (и отрасли) по приращениям выпусков, но малое по ценам.



Сравнение отраслей по комбинированному отклику экономической системы на приращения выпусков и цен можно оценивать отношением толерантности для соответствующих показателей Mp_i/Mx_i . Чем ниже этот показатель, тем меньше способность отрасли к самоорганизации (и демонаполизации). Значения отношений толерантности для продукции отраслей приведены в табл. 3. Курсивом выделены отрасли с наименьшими значениями отношений.

Потенциал продуктивности экономической системы по статистическим данным определен на уровне $\pi^0 = 29,6\%$, текущая продуктивность — на уровне $\pi = 10,7\%$. Текущее значение показателя равновесности экономической системы определено на уровне $u = 0,36$.

Для определения системной зависимости продуктивности экономики от отраслевых показателей использовался квазиравновесный режим (равновесный с учетом дополнительных ограничений) после адаптации модели к уровню текущей продуктивности. В качестве примера

Таблица 3

Отношения толерантности для продукции отраслей

| Продукция отраслей | Отношения толерантности, % |
|--|----------------------------|
| <i>Электро- и теплоэнергия</i> | 8,4 |
| <i>Продукты нефтегазовой промышленности</i> | 3,3 |
| <i>Уголь</i> | 4,5 |
| Горючие сланцы и торф | 26,9 |
| <i>Черные металлы</i> | 2,9 |
| <i>Цветные металлы</i> | 2,0 |
| <i>Продукты химической и нефтехимической промышленности</i> | 2,9 |
| <i>Машины и оборудование, продукты металлообработки</i> | 3,6 |
| <i>Продукты лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности</i> | 3,4 |
| <i>Строительные материалы (включая продукты стекольной и фарфорофаянсовой промышленности)</i> | 6,3 |
| <i>Продукты легкой промышленности</i> | 1,9 |
| <i>Продукты пищевой промышленности</i> | 3,0 |
| Прочие промышленные продукты | 12,6 |
| Продукция строительства | 132,6 |
| <i>Сельхозпродукты, услуги по обслуживанию сельского хозяйства и продукты лесного хозяйства</i> | 4,0 |
| Услуги транспорта и связи | 18,8 |
| Сфера обращения и коммерческая деятельность | 13,2 |
| Прочие виды деятельности сферы материального производства | 26,6 |
| Услуги здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения, образования, культуры и искусства | 31,5 |
| Услуги жилищно-коммунального хозяйства и непроизводственных видов бытового обслуживания населения | 100,1 |
| <i>Услуги финансового посредничества, управления</i> | 3,5 |
| Услуги науки и научного обслуживания, геологии и разведки недр, геодезической и гидрометеорологической служб | 28,5 |
| Конечное потребление домашних хозяйств | 11 276 017,3 |

Таблица 4

Индикативные значения приростов цен и выпусков продукции отраслей

| Продукция отраслей | Прирост выпуска, % | Прирост цены, % |
|--|--------------------|-----------------|
| Электро- и теплоэнергия | 28 | 19 |
| Продукты нефтегазовой промышленности | 0 | 28 |
| Уголь | 0 | 0 |
| Горючие сланцы и торф | 0 | 0 |
| Черные металлы | 0 | 23 |
| Цветные металлы | 0 | 30 |
| Продукты химической и нефтехимической промышленности | 9 | 25 |
| Машины и оборудование, продукты металлообработки | 96 | 26 |
| Продукты лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности | 0 | 0 |
| Строительные материалы (включая продукты стекольной и фарфорофаянсовой промышленности) | 0 | 0 |
| Продукты легкой промышленности | 354 | 0 |
| Продукты пищевой промышленности | 107 | 27 |
| Прочие промышленные продукты | 0 | 0 |
| Продукция строительства | 0 | 19 |
| Сельхозпродукты, услуги по обслуживанию сельского хозяйства и продукты лесного хозяйства | 63 | 22 |
| Услуги транспорта и связи | 62 | 26 |
| Сфера обращения и коммерческая деятельность | 93 | 23 |
| Прочие виды деятельности сферы материального производства | 0 | 0 |
| Услуги здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения, образования, культуры и искусства | 0 | 24 |
| Услуги жилищно-коммунального хозяйства и непроизводственных видов бытового обслуживания населения | 0 | 25 |
| Услуги финансового посредничества, управления | 0 | 2 |
| Услуги науки и научного обслуживания, геологии и разведки недр, геодезической и гидрометеорологической служб | 0 | 24 |
| Конечное потребление домашних хозяйств (для выпуска) | 660 | — |
| Оплата труда наемных работников (для цены) | — | 22 |

выбран режим, выводящий экономику на уровень продуктивности $\pi = 16\%$, который дает значение показателя равновесности $u = 0,47$. Для него в табл. 4 приведены значения индикативных приростов цен и выпусков.

Приведенные квазиравновесные показатели представляют собой индикативные (предпочтительные) пропорции выпусков и цен продукции отраслей экономики, направленные на приближение к равновесному режиму и рассматриваемые в системной совокупности либо по вектору приростов цен, либо по вектору прироста выпусков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управляемое равновесие представляет собой универсальный принцип организации эффективного функционирования сложных систем. Эффективно настроенный механизм саморегулирования направляет функционирование экономики к равновесному режиму. Рациональные экономические пропорции могут быть реализованы в процессе функционирования соответствующим образом организованных механизмов саморегулирования хозяйственной деятельности с краткосрочными обратными связями. Сами равновесные и рациональные пропорции определяются расчетным путем на основании данных межотраслевого баланса и годовой макроэкономической статистики. Они пригодны для формирования и корректировки механизмов саморегулирования экономической системы.

Для устойчивого функционирования экономики недостаточно действия одних только краткосрочных механизмов саморегулирования. Инновационное развитие, научно-технический прогресс, долгосрочное бескризисное функционирование способны поддерживаться совокупным действием механизмов саморегулирования и управления с долгосрочными обратными связями. Формирование эффективных механизмов саморегулирования, согласованных с долгосрочными управляющими воздействиями, вместо спонтанного должно носить системный и целенаправленный характер. Расчет и прогнозирование оценок параметров равновесных режимов экономики позволяют обоснованно формировать экономические и иные, сопряженные с ними, условия устойчивого развития страны.

Экономическое развитие России, как и многих стран, имеет циклический характер, при котором периоды роста сменяются кризисными фазами. Каждый такой цикл можно рассматривать как нарушение равновесного режима функционирования хозяйственных процессов, связанное с возникновением факторов, ускоряющих или ограничивающих воспроизводство ресурсов и средств жизнедеятельности. Наряду с периодическими циклами имеют место аperiodические, нерегулярные изменения, иногда носящие катастрофический харак-

тер. В XXI в. ожидается уникальная по историческим масштабам фаза мирового кризиса, связанная с истощением невозобновляемых ресурсов, перенаселением, усилением поляризации государств по их экономическому потенциалу.

В случае быстрого запуска эффективного рынка в России (что само по себе требует жесткого антимонопольного регулирования и поэтому является проблематичным) саморегулирующаяся экономика способна обеспечить рост экономики в пределах срока истощения ее невозобновляемых ресурсов. После этого срока (несколько десятков лет) Россию, как и мир в целом, ждет неизбежный энергетический и сырьевой кризис, выход из которого потребует жесткого нерыночного вмешательства. Методология индикативного планирования предлагает конструктивный подход для решения этих проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин А. М., Гусев В. Б., Павельев В. В. Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов. — М.: Ин-т пробл. управл. им. В. А. Трапезникова РАН, 2003 — 58 с.
2. Комплексное оценивание и планирование развития региона / А. Б. Левинталь, В. Ф. Ефременко, В. Б. Гусев и др. — М.: Там же, 2006. — 53 с.
3. Индикативное планирование и проведение региональной политики в развитых зарубежных странах / А. Б. Левинталь, В. Ф. Ефременко, В. Б. Гусев, Ф. Ф. Пашенко. — М.: Там же, 2005. — 67 с.
4. Проблемы моделирования воспроизводства ВВП России / В. С. Лисин, В. И. Антипов, В. Б. Гусев и др. — М.: ТЕИС, 2004. — 232 с.
5. Гусев В. Б. Моделирование экономических процессов в состоянии динамического равновесия // Сибирский журнал индустриальной математики. — Новосибирск: Новосибирский ун-т. — 2004. Т. VII, 3 (19). — С. 84—94.

✉ (495) 334-88-21, e-mail: gusvbr@ipu.ru

Статья представлена к публикации членом редколлегии А. С. Манделем. □

MLSD'2007

Международная конференция

"УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ

КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ"

1—3 октября 2007 г.

Российская академия наук
Институт проблем управления
117997, Россия, Москва, Профсоюзная ул., 65
тел.: +7 (495) 334-91-69
334-90-50
E-mail: irstepan@ipu.rssi.ru
kuzn@ipu.rssi.ru

Основные тематические направления конференции:

- проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК;
- методы и инструментальные средства управления инвестиционными проектами и программами;
- имитация и оптимизация в задачах управления развитием крупномасштабных систем;
- управление топливно-энергетическими, транспортными и другими системами;
- информационное и программное обеспечение систем управления крупномасштабными производствами;
- мониторинг в задачах управления крупномасштабными системами.

Более подробную информацию можно найти на сайте <http://www.ipu.ru/semin/mlsd2007.htm>