

*В. В. Калениченко, Л. К. Суровцов, Г. В. Шалабин*

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ МНОГООТРАСЛЕВОЙ МОДЕЛИ НЕЙМАНА**

### **Постановка задачи**

Известно, что наблюдаемый в настоящее время в России экономический рост имеет специфический характер, заключающийся прежде всего в том, что рост ВВП и отраслевых выпусков продукции не сопровождается адекватным ростом основных производственных фондов. Так, за период 2000–2005 гг. прирост ВВП в РФ составил 35%, в то время как прирост объема основных производственных фондов – только 4,3%<sup>1</sup>. Таким образом, высокий прирост объемов производства осуществляется на неизменной производственной базе, в условиях недогрузки производственных мощностей в отраслях. Естественно, что подобный процесс ограничен во времени возможностями производственных мощностей отраслей и должен прекратиться при достижении этих пределов хотя бы в некоторых ключевых отраслях. Для иллюстрации этого вывода в табл. 1 приведены показатели загрузки производственных мощностей ведущих отраслей промышленности на период 2000–2004 гг., а также ориентировочные предельные (оптимальные) уровни загрузки этих отраслей, характерные для советского периода развития экономики России.

---

**Владимир Владимирович КАЛЕНИЧЕНКО** — д-р техн. наук, ведущий научн. сотр. НИЦ Безопасности технических систем. Область научных интересов — математическая экономика. Автор 35 научных трудов, включая 2 монографии.

**Лев Кронидович СУРОВЦОВ** — канд. экон. наук, доцент кафедры экономической кибернетики СПбГУ. В 1964 г. окончил математико-механический факультет ЛГУ. В 1978 г. защитил кандидатскую диссертацию. Область научных интересов — математическая экономика. Автор 40 научных работ.

**Геральд Васильевич ШАЛАБИН** — канд. экон. наук, доцент кафедры экономической кибернетики СПбГУ. В 1959 г. окончил экономический факультет ЛГУ. В 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию. Область научных интересов — экономика природопользования, экономико-математическое моделирование. Автор 107 научных работ, включая 4 монографии и 2 учебных пособия (в соавторстве).

© В. В. Калениченко, Л. К. Суровцов, Г. В. Шалабин, 2007

Таблица 1

## Загрузка производственных мощностей промышленности, %

Отрасли промышленности	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Предельный уровень
Промышленность в целом	45,4	47,3	49,9	53,5	56,8	87,7
Нефтеперерабатывающая	68	67,8	71,1	75,3	75,6	85,8
Угольная	79,4	82,1	77,5	80,8	82,9	98,1
Черная металлургия	76,4	77,9	78,3	84,2	86	96,4
Химическая	51,5	54,4	57,7	62,1	67,4	88,6
Машиностроение	36,4	38,8	40,3	42,3	44,8	91
Стройматериалов	33,7	38,7	42,2	46,3	50	86,3
Легкая	32,8	35	38,3	42,6	48,7	86,3
Пищевая	45,1	46,5	49,4	51,5	53,4	80,4

Источник: *Водянов А, Гаврилова О., Маршова Т.* Производственные мощности российской промышленности в контексте задач экономического роста // Российский экономический журнал. 2000. № 2. С. 5–6.

Данные табл. 1 показывают, что загрузка производственных мощностей в ряде отраслей уже близка к предельной. Возможности же наращивания производственных мощностей ограничены недостаточным объемом отечественных инвестиций, причиной этого является, прежде всего, кредитование Россией заграницы в форме чистых зарубежных инвестиций, а также в форме наращивания валютных резервов. Влияние этого фактора на инвестиционные возможности РФ показано в табл. 2, в которой приведена структура использования ВВП России за рассматриваемый период.

Таблица 2

## Структура использования ВВП РФ, %

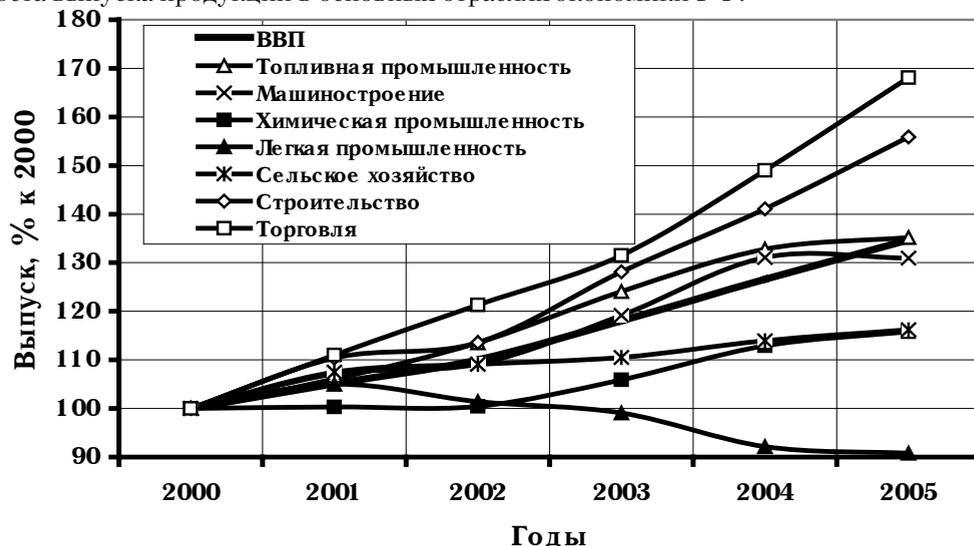
Направления использования	Годы										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Потребление домашних хозяйств	51,3	51,5	53,8	57,9	53,0	45,6	48,6	50,7	49,8	49,1	48,0
Государственное управление	19,4	20,0	21,5	19,5	14,7	15,3	16,5	17,9	17,7	16,9	16,8
Валовое накопление основного капитала	21,5	20,5	18,7	16,8	14,6	17,0	19,0	18,2	18,5	18,8	18,6
Изменение запасов оборотных средств	4,4	3,8	3,7	-1,2	0,4	1,9	3,1	2,2	2,5	2,6	2,8
Чистый экспорт	3,4	4,3	2,2	6,9	17,3	20,2	12,8	11,0	11,4	12,6	13,9
<b>Всего</b>	<b>100</b>										

Рассчитано по: Россия в цифрах. С. 157–158.

Как видно из приведенной таблицы, доля чистого экспорта (чистого кредитования за границы) в ВВП за период 1995–2005 гг. возросла от 3,4 до 13,9% ВВП, что составляет более половины всего валового накопления страны, в то время как доли конечного потребления и валового накопления соответственно уменьшились. В связи с этим представляется актуальным исследование проблемы дополнительного привлечения отечественных инвестиций на основе государственного регулирования экономики страны. Такое исследование, по нашему мнению, должно быть основано на анализе зависимости темпов роста производства и потребления внутри страны от контролируемого Правительством и Центральным банком распределения доходов и расходов государственного бюджета и всех субъектов экономики. Для количественной оценки зависимости структуры производства и потребления внутри страны от политики государственного регулирования необходим соответствующий математический аппарат, позволяющий осуществлять моделирование экономики РФ. При этом, так как речь идет об исследовании структуры общественного производства, математическая модель, которая может быть положена в основу такого исследования, должна учитывать балансовые ограничения и взаимосвязи между производством и потреблением различных отраслей и секторов экономики.

В настоящее время существует много моделей, посвященных анализу проблем экономического роста. Наиболее продвинутой и часто используемой в теории и при проведении практических расчетов является модель экономического роста Неймана. Она представляет собой значительный теоретический и практический интерес, так как большая часть известных моделей, посвященных анализу проблем экономического роста и равновесия, так или иначе связана именно с моделью Неймана.

Следует отметить тот факт, что при исследованиях с помощью модели Неймана особое внимание уделяется проблеме сбалансированного роста, характеризуемого одинаковым темпом роста для всех отраслей. Для иллюстрации применимости к исследованию экономики РФ этого понятия на рисунке представлена в графическом виде динамика роста выпуска продукции в основных отраслях экономики РФ.



Рассчитано по: Россия в цифрах. С. 157–158; Российский статистический ежегодник. 2004: Стат. сб. М., 2004. С. 308–309, 359.

Темпы роста в отраслях экономики РФ в период 2000–2005 гг.

Как можно видеть из представленных графиков, за период 2000–2005 гг. в основных отраслях российской экономики наблюдался прирост валового выпуска на уровне 15–35%, что, в общем, соответствует темпу роста ВВП в указанный период. Исключения составляют отрасли строительства и торговли, развивавшиеся более быстрыми темпами (до 55–70%) и деградировавшая отрасль легкой промышленности. Приведенные данные позволяют оценить количественно степень приближения динамики развития отраслей к сбалансированному росту.

Так как в рамках данной статьи будет проведено исследование проблем экономического роста России с использованием некоторой модификации модели Неймана, дадим предварительно краткое формальное изложение основного содержания этой модели.

### Модель экономического роста Неймана

Модель Неймана задается конечным набором процессов, каждому из которых соответствует экономическая деятельность различных субъектов экономики<sup>2</sup>.

Экономическая деятельность всех субъектов экономики сопровождается закупками и последующим расходованием некоторых продуктов или ресурсов в течение интервала времени единичной продолжительности и их продаж (предложением, выпуском) к концу этого интервала. Предполагается, что уровень деловой активности субъектов экономики может быть определен количественно показателем, который обычно называют интенсивностью процесса в рассматриваемом интервале времени.

Кроме того, предполагается, что затраты и выпуск продукции и ресурсов при использовании всех процессов производства и потребления связаны линейной зависимостью с их интенсивностью. Другими словами, каждый из субъектов экономики и соответствующий ему процесс экономической деятельности определяются парой векторов  $(b^j, a^j)$   $j = 1, 2, \dots, n$ .

При этом координаты  $a_{i,j}$   $i = 1, 2, \dots, m$ ; векторов  $a^j = (a_{1,j}, a_{2,j}, \dots, a_{m,j})$  определяют объемы затрат продукта (или ресурса)  $i$ -го вида, а координаты  $b_{i,j}$   $i = 1, 2, \dots, m$ ; векторов  $b^j = (b_{1,j}, b_{2,j}, \dots, b_{m,j})$  — выпуск (предложение) продукта при функционировании данного процесса с единичной интенсивностью.

Обозначим:  $A = (a_{i,j})$   $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $B = (b_{i,j})$   $j = 1, 2, \dots, n$ ; получим, что технология модели Неймана задается парой матриц с неотрицательными элементами —  $(A, B)$ . Матрица  $A$  называется матрицей затрат,  $B$  — матрицей выпуска. Состояние экономики в каждом интервале времени определяется вектором  $x \in R^n$ , координаты которого  $x_j$   $j = 1, 2, \dots, n$  характеризуют интенсивность процесса с номером  $j$ .

Предполагается, что значения координат вектора  $x \in R^n$  неотрицательные. Фиксируем номер  $k$  продукта экономики. Совокупный выпуск (предложение) продуктов в результате реализации всех процессов с вектором интенсивностей  $x$  можно рассчитать по формуле

$$(Bx)_k = \sum_{j=1}^n b_{k,j} x_j \quad k = 1, 2, \dots, m.$$

Аналогично совокупные затраты (спрос) на продукт с номером  $k$  в рассматриваемом интервале времени можно рассчитать по формуле

$$(Ax)_k = \sum_{j=1}^n a_{k,j} x_j \quad k = 1, 2, \dots, m.$$

Кроме линейности, сделаем еще одно очень важное предположение: модель Неймана замкнута. Это означает, что для производства (выпуска) в периоде времени  $[t, t+1]$  можно тратить только те продукты, которые были произведены (выпущены) в предыдущий период времени  $[t-1, t]$ . Поскольку выпуск в период  $[t-1, t]$  равен  $Bx^{t-1}$ , а затраты в период  $[t, t+1]$  равны  $Ax^t$ , то предположение замкнутости модели записывается следующей системой неравенств:

$$Ax^t \leq Bx^{t-1}; x_t \geq 0; t = 1, 2, \dots \quad (1)$$

*Определение 1.* Конечную или бесконечную последовательность векторов  $\xi = \{x^0, x^1, \dots, x^t, \dots\}$ , удовлетворяющую системе неравенств (1), будем называть траекторией интенсивностей, или планом с началом в  $x^0$ .

*Определение 2.* Будем говорить, что конечная траектория интенсивностей  $\xi = \{x^0, x^1, \dots, x^T\}$  эффективна (или оптимальна по Парето)<sup>3</sup> на периоде  $[0, T]$ , если не существует другой траектории  $\eta = (y^0, y^1, \dots, y^T)$ , для которой выполняются неравенства:

$$\sum_{k=1}^n b_{i,k} y_k^T \geq \sum_{k=1}^n b_{i,k} x_k^T \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad \sum_{k=1}^n b_{i,k} y_k^0 \leq \sum_{k=1}^n b_{i,k} x_k^0 \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

При этом хотя бы одно из неравенств системы (2) выполняется как строгое. Экономический смысл понятия эффективного плана, или траектории интенсивностей, очевиден.

Производственный процесс в периоде продолжительностью  $T$  называется эффективным, если не существует другого процесса, при котором для всех наименований продуктов выпуск в конце периода не меньше, а требуемые объемы использования ресурсов, имеющихся в начальный момент времени, не больше, чем для исходного процесса. При этом хотя бы для одного из наименований продуктов выпуск продукции строго больше или затраты строго меньше.

В научной литературе так определенные эффективные процессы часто называют оптимальными или Парето оптимальными (по имени ученого, который впервые ввел это понятие). При исследовании планов развития экономики с использованием модели Неймана оказывается полезным расчет цен на продукты и ресурсы.

Обозначим:

- $p'_k$  – цена единицы продукта  $k$  в период  $[t-1, t]$ ;
- вектор  $p^t \in R^m$  с координатами  $p'_k \quad k = 1, 2, \dots, m$ ; будем называть вектором цен в период времени  $[t-1, t]$ .

*Утверждение.* Для того чтобы траектория интенсивностей  $\xi$  модели Неймана была эффективна, необходимо и достаточно, чтобы существовал вектор цен  $p_T = (p_{1,T}, p_{2,T}, \dots, p_{m,T})$ , при котором траектория  $\xi$  является решением следующей задачи: найти  $x_t \in R^m \quad t = 1, 2, \dots, T$  такие, что

$$p_T B x_T \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$A x_t - B x_{t-1} \leq 0; t = 1, 2, \dots, T; \quad (4)$$

$$x_t \geq 0; t = 1, 2, \dots, T. \quad (5)$$

Задача (3)–(5) представляет собой задачу линейного программирования. Сформулируем задачу, двойственную к задаче оптимального планирования (3)–(5): найти последовательность векторов  $p^t \in R^m \quad t = 0, 1, 2, \dots, T-1$  такую, что

$$p_0 B x_0 \rightarrow \min; \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^m p_{t-1,k} a_{k,j} \geq \sum_{k=1}^m p_{t,k} b_{k,j}; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (7)$$

$$p_t \geq 0; \quad t = 0, 1, \dots, T-1. \quad (8)$$

*Определение 3.* Последовательность векторов  $p_t \geq 0; t = 0, 1, 2, \dots$ , удовлетворяющих неравенствам (7), будем называть траекторией цен в модели Неймана.

Как известно, для того чтобы задача линейного программирования имела решение, необходимо и достаточно, чтобы двойственная ей задача имела решение. Отсюда следует, что каждой эффективной траектории интенсивностей, являющейся решением задачи (3)–(5), соответствует некоторая траектория цен, представляющая решение задачи (6)–(8). Такую траекторию цен будем называть траекторией, поддерживающей или стабилизирующей эффективную траекторию интенсивностей.

Поясним экономический смысл вектора цен в модели Неймана.

Для этого выделим текущий интервал времени  $t$  и рассмотрим следующую модель формирования цен в этом интервале. По своему содержанию рассматриваемая ниже модель представляет собой модель общего равновесия Вальраса<sup>4</sup> и здесь используется только для того, чтобы пояснить экономический смысл траектории цен, поддерживающей эффективный план развития в модели Неймана.

Будем считать, что каждый из участников экономики располагает в текущем периоде  $t$  доходом от продажи продуктов, выпущенных в предыдущем периоде. Функции дохода  $r_j(p_t) j = 1, 2, \dots, n$  в зависимости от цен  $p_t$  текущего периода можно рассчитать по формуле

$$r_j(p_t) = x_{t-1,j} \sum_{k=1}^m p_{t,k} b_{k,j}; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

При этом суммарный доход, полученный всеми участниками экономики,

$$\sigma(p_t) = \sum_{j=1}^n r_j(p_t) = \sum_{j=1}^n x_{t-1,j} \sum_{k=1}^m p_{t,k} b_{k,j}. \quad (10)$$

Каждый из субъектов экономики, исходя из информации о ценах текущего периода, определяет интенсивность производственного процесса, решая следующую задачу:

$$x_{i,j}(p_t) = x_{t,j} \rightarrow \max; \quad (11)$$

$$x_{t,j} \sum_{k=1}^m p_{t,k} a_{k,j} \leq r_j(p_t) = x_{t-1,j} \sum_{k=1}^m p_{t,k} b_{k,j}; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (12)$$

Таким образом, каждый субъект экономики стремится обеспечить максимум интенсивности  $x_{t,j} j = 1, 2, \dots, n$  при выполнении бюджетного ограничения (12).

Функции спроса каждого из участников экономики на продукты в зависимости от цен текущего периода определяются по формулам

$$d_{k,j}(p_t) = x_{t,j}(p_t) a_{k,j}; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

Очевидно, что для так определенных функций спроса (13) всех участников и функций дохода (12) выполняется условие Вальраса для любых цен текущего периода

$$\sum_{j=1}^n p_{k,t} d_{k,j}(p_t) \leq \sum_{j=1}^n r_j(p_t) = \sum_{j=1}^n x_{t-1,j} \sum_{k=1}^m p_{t,k} b_{k,j} = \sigma(p_t). \quad (14)$$

Условие Вальраса в рассматриваемой модели означает, что количество денег, затрачиваемых всеми участниками экономики на покупку продуктов и ресурсов в текущем периоде, не превосходит суммы доходов, полученных от продажи этих продуктов.

Будем говорить, что цены определяют состояние общего экономического равновесия, если выполняется условие

$$\sum_{j=1}^n d_{k,j}(p_t) = \sum_{j=1}^n x_{t,j}(p_t) a_{k,j} \leq \sum_{j=1}^n x_{t-1,j} b_{k,j} = y_k \quad k = 1, 2, \dots, m. \quad (15)$$

Очевидно, что для рассматриваемой модели равновесия (9)–(15) всегда можно найти цены, обеспечивающие в каждом текущем интервале времени баланс совокупного спроса и предложения на продукты и ресурсы (условие (15)). В частности, таковыми являются любые цены, поддерживающие эффективную траекторию интенсивностей.

Понятно также, что в реальной экономике в каждом периоде времени цены могут сформироваться не на основе построенной эффективной траектории развития, а совсем по другим законам. Однако кажется очевидным, что для экономики в целом эффективное развитие предпочтительно. Поэтому очень важно уметь определять планы эффективного развития производства и соответствующую этим планам траекторию поддерживающих цен.

Можно по-разному относиться к содержательной трактовке цен в модели Неймана. Иногда предпочитают говорить, что цены (двойственные оценки ограничений (4) задачи оптимального планирования) являются лишь математическим инструментом при доказательстве различных утверждений относительно данной модели. Однако для многих практических задач экономики, решаемых с использованием модели Неймана, можно придать величинам  $p_t$  содержательную интерпретацию, трактуя их как реальные цены и истолковывая получаемые математические факты о них как рекомендации по реальной структуре цен на товары.

*Определение 4.* Траектория интенсивностей  $(x_t)$  называется стационарной, если существует такое число  $\alpha > 0$ , что

$$x'_j = \alpha x^{t-1}_j, j = 1, 2, \dots, n; \quad (16)$$

или, что то же самое,  $x_t = \alpha^t x_0$ .

Для того чтобы последовательность  $x_t = \alpha^t x_0$  была стационарной, необходимо и достаточно выполнение неравенства

$$\alpha \sum_{j=1}^n a_{i,j} x_j^0 \leq \sum_{j=1}^n b_{i,j} x_j^0; \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (17)$$

Если такое число  $\alpha$  существует, тогда его называют темпом сбалансированного технологического роста, а последовательность интенсивностей  $x_t = \alpha^t x_0$  — сбалансированной траекторией развития с технологическим темпом  $\alpha$ .

*Определение 5.* Траектория цен  $\{p_t\}$  называется стационарной, если существует такое число  $\beta > 0$  и вектор цен  $p_0 = p \in R_+^m$ ; что

$$\beta p'_k = p^{t-1}_k; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad t = 1, 2, 3, \dots \quad (18)$$

или, что, то же самое,  $p_t = \beta^{-t} p$ .

Для того чтобы траектория цен  $p_t = \beta^{-t} p$  была стационарной, необходимо и достаточно выполнение условий

$$\beta \sum_{j=1}^n p_j a_{i,j} \leq \sum_{j=1}^n p_j b_{i,j}; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (19)$$

$$\sum_{k=1}^m p_k = 1; \quad p_k \geq 0; \quad k = 1, 2, \dots, m. \quad (20)$$

Если такое число  $\beta$  существует, тогда его называют экономическим темпом сбалансированного роста, а последовательность цен  $p_t = \beta^{-t} p$  — сбалансированной траекторией цен с экономическим темпом роста  $\beta$ .

*Определение 6.* Невырожденным положением равновесия в модели Неймана называется тройка  $(\alpha, x, p)$ , где  $\alpha > 0$ ,  $x \in R_+^n$ ,  $p \in R_+^m$ ; такие, что выполняются условия

$$\alpha \sum_{k=1}^m a_{k,j} x_j \leq \sum_{k=1}^m b_{k,j} x_j; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad (21)$$

$$\alpha \sum_{k=1}^m p_k a_{k,j} \geq \sum_{k=1}^m p_k a_{k,j}; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (22)$$

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n p_k a_{k,j} x_j > 0. \quad (23)$$

*Определение 7.* Число  $\alpha$ , участвующее в невырожденном состоянии равновесия модели Неймана, будем называть темпом роста.

Знание темпа роста в модели Неймана позволяет ответить на вопрос: возможно ли в принципе для рассматриваемой экономической системы расширенное воспроизводство продукции и ресурсов? В частности, если темп роста меньше единицы — это означает, что объемы выпуска и затрат всех ресурсов экономики неизбежно со временем убывают, расширенное воспроизводство и рост невозможны.

Кроме того, если регулировать интенсивности производства для отдельных субъектов экономики и цены таким образом, чтобы его структура совпадала с найденной по модели сбалансированной структурой общественного производства, тогда такое развитие на перспективу будет иметь максимально возможный темп роста. Поэтому исследование экономики страны с использованием моделей типа Неймана может иметь большое теоретическое и практическое значение.

Перейдем к описанию специальной модели, построенной на базе общей модели Неймана, которая, с нашей точки зрения, может использоваться для анализа перспектив развития экономики России. Основное требование к этой модели, которое учитывалось при ее разработке, — возможность проведения расчетов на основе информации, имеющейся в официальной статистике. При формировании системы исходных данных для математической модели были использованы данные официальной статистики — таблицы «затраты–выпуск» для 2000 г., консолидированный бюджет РФ, система национальных счетов РФ на указанный год<sup>5</sup>.

## **Многоотраслевая модель развития экономики России с учетом процессов конечного потребления**

### **Основные предположения модели**

1. *Субъекты экономики и основные продукты и ресурсы.* Множество субъектов экономики делится на четыре группы. К первой группе относятся производственные

отрасли экономики. Общее число таких отраслей, по которым имеются необходимые для расчетов статистические данные, равно 24. Полный список наименований отраслей, используемых в модели, приведен в табл. 3. Ко второй группе относятся организации и участники экономики, занимающиеся экспортом продукции и ресурсов; к третьей — организации и участники экономики, занимающиеся импортом продукции и ресурсов; к четвертой — процессы и участники, реализующие конечное потребление общественного продукта. В дальнейшем будем их называть условно «потребители». В соответствии со статистическими данными, опубликованными в системе национальных счетов, в качестве потребителей будем учитывать: домашние хозяйства, государственные предприятия и учреждения, инвестиционную сферу (в том числе валовое накопление капитала и прирост запасов продукции). Общее число процессов или участников экономики, затраты ресурсов и продуктов которых учитывались в предлагаемой модели, равно 75.

2. *Продукты и ресурсы.* Перечень продуктов и ресурсов, учитываемых в модели, включает продукцию отраслей экономики, валюту иностранных государств, денежные средства, расходуемые на потребление домашних хозяйств, государства, инвестиции.

### **Расчет коэффициентов затрат и выпуска для модели**

При определении коэффициентов затрат  $a_{i,j}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $j = 1, 2, \dots, 75$ , и выпуска  $b_{i,j}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $j = 1, 2, \dots, 75$ , для модели, прежде всего, рассчитывались выпуск и затраты всех продуктов и ресурсов для каждого из участников (процессов) в базисном 2000 г. Исходные данные выбирались в основном из таблиц межотраслевого баланса, рассчитанного на основе системы национальных счетов<sup>6</sup>.

1. *Расчет коэффициентов выпуска.* Коэффициенты выпуска рассчитывались исходя из предположения, что каждый из перечисленных выше участников экономики предлагает (выпускает) на внутреннем рынке только один продукт.

Для первой группы, состоящей из 24 участников, — это выручка от реализации продукции отраслей на внутреннем рынке; для второй — выручка от реализации на внутреннем рынке валюты, полученной за рубежом от экспорта продукции (в рублевом выражении); для третьей — выручка от реализации импортируемой продукции; для четвертой — объем денежных средств, затрачиваемых потребителем на покупку товаров и услуг, включая закупку валюты.

Интенсивности всех процессов производства и потребления рассчитываются в физических единицах, или, точнее говоря, в ценах 2000 г. За единицу интенсивности выпуска для каждого участника экономики принято количество продукции, которое стоило один рубль в ценах покупателей 2000 г. Коэффициенты  $b_{i,j}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $j = 1, 2, \dots, 75$ , рассчитываются по следующим формулам:

для  $j = 1, 2, \dots, 24$ ;  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $b_{j,j} = 1$ , если  $i \neq j$ ,  $b_{i,j} = 0$ ;  
 для  $j = 25, \dots, 48$ ;  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $b_{i,i} = 0$ , если  $i \neq 25$  и  $b_{25,j} = 1$ ;  
 для  $j = 49, \dots, 72$ ;  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $b_{i,i} = 0$ , если  $i \neq j - 48$  и  $b_{j-48,i} = 1$ ;  
 для  $j = 49, \dots, 72$ ;  $i = 1, 2, \dots, 28$ ;  $b_{i,i} = 0$ , если  $i \neq j - 72$  и  $b_{j-48,i} = 1$ .

Исходные данные о валовом выпуске (предложение) продуктов и ресурсов всеми участниками экономики приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

## Валовой выпуск отраслей экономики России в 2000 г.

№ пп.	Отрасли экономики	Стоимость валового выпуска, млрд руб.	Чистый экспорт, млрд руб.
1	Электро- и теплоэнергия	394,38	6,70
2	Нефтедобывающая	587,36	691,21
3	Нефтеперерабатывающая	505,25	289,40
4	Газовая	94,84	460,92
5	Угольная	59,29	29,56
6	Горючие сланцы и торф	0,81	0,01
7	Черные металлы	382,96	169,58
8	Цветные металлы	541,09	346,87
9	Химическая и нефтехимическая	336,30	71,16
10	Машины и оборудование, металлообработка	857,21	-126,74
11	Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	225,27	77,20
12	Строительные материалы	149,66	-15,41
13	Легкая	102,82	-248,65
14	Пищевая	788,65	-122,49
15	Прочие отрасли промышленности	145,14	23,64
16	Строительство	866,97	-6,67
17	Сельское и лесное хозяйство	802,07	-38,51
18	Услуги транспорта и связи	974,91	98,41
19	Торгово-посреднические услуги (в том числе общественное питание)	2672,23	28,33
20	Продукты прочих видов деятельности	61,13	-3,09
21	Жилищно-коммунальное хозяйство и производственное бытовое обслуживание	336,54	-22,64
22	Здравоохранение, физкультура, соцобеспечение, образование, культура, искусство	584,65	-3,56
23	Наука и научное обслуживание, геология и разведка недр, гидромет	184,04	1,86
24	Финансовое посредничество, страхование, управление и общественные объединения	857,46	-6,90
	<b>Всего</b>	<b>12511,06</b>	<b>1700,19</b>

Рассчитано по: Система таблиц «затраты–выпуск» России за 2000 год / Росстат. М., 2003; Национальные счета России в 1997–2004 гг.: Стат. сб. / Росстат. М., 2005; Финансы России. 2004: Стат. сб. / Росстат. М., 2004.

## Распределение полученных доходов на конечное потребление

№ пп.	Виды конечного потребления	Затраты на потребление, млрд руб.
25	Чистый экспорт	1700,2
26	Потребление домашних хозяйств	3181,2
27	Государственные расходы	1082,8
28	Инвестиции	1182,7
	<b>Всего</b>	

Рассчитано по: Там же.

2. *Расчет коэффициентов затрат.* Коэффициенты затрат для всех субъектов экономики рассчитывались по формуле

$$a_{k,j} = \frac{x_{k,j}}{x_j}, \quad k = 1, 2, \dots, 28,$$

где  $x_{k,j}$  — затраты ( потребление или спрос) участника экономики с номером  $j$  на продукт или ресурс вида  $k$  ( см. перечень продуктов и процессов, приведенный в табл. 3) в 2000 г.;  $x_j$  — валовой выпуск участника экономики с номером  $j$  в 2000 г.

♦ Данные для затрат  $x_{k,j}$  для  $1 \leq k \leq 24$ ,  $1 \leq j \leq 75$  выбирались из таблиц межотраслевого баланса, рассчитанного на основе системы национальных счетов.

♦ Данные для затрат  $x_{k,j}$  для  $26 \leq k \leq 28$ ,  $1 \leq j \leq 24$  определялись с учетом схемы формирования доходов потребителей, приводимой ниже, и в конечном счете рассчитывались по следующим формулам:

$$x_{k,j} = \sum_{p=0}^K c_{k,p} f_{p k,j}; \quad k = 26, 27, 28; \quad j = 1, 2, \dots, J = 24,$$

где  $f_{p,j}$ ,  $j = 1, 2, \dots, J$ ;  $k = 1, 2, \dots, K$  — величина доходов (добавленной стоимости), полученной при производстве способом  $j$  и распределенной в направлении (оплата труда, прибыль, налоги и т. д.);

$c_{k,p}$ ,  $k = 26, 27, 28$ ;  $p = 1, 2, \dots, K$  — вторичное распределение полученных чистых доходов производства между потребителями в 2000 г. Добавленная стоимость, полученная участниками экспорта и импорта, принималась равной нулю.

### Результаты расчетов сбалансированной структуры общественного производства

По предложенной модели были проведены экспериментальные расчеты. В частности, был рассчитан темп роста экономики РФ и соответствующая этому темпу структура производства и потребления продукции и ресурсов. В табл. 5 представлены результаты для трех вариантов расчетов: *первый* вариант соответствует предположению, что структура распределения полученных в отраслях доходов на закупку валюты, оплату потребления домашних, государственных предприятий и учреждений и внутренних инвестиций остается неизменной, такой же, как в 2000 г.; *второй* — тому, что все денежные средства отраслей, расходуемые на покупку валюты, затрачиваются на дополнительную

**Оптимальная структура совокупного общественного продукта  
для различных вариантов расчета**

Структурообразующие элементы СОП	Варианты расчета			
	База	1	2	3
<i>Темпы сбалансированного роста</i>				
Все составляющие элементы СОП		1,0974	1,0935	1,0937
<i>Доли в оптимальной структуре</i>				
<i>Отрасли экономики</i>				
Электро- и теплоэнергия	0,0183	0,0195	0,0178	0,0181
Добывающие	0,0579	0,0282	0,0235	0,0242
Черные металлы	0,0184	0,0125	0,0106	0,0088
Цветные металлы	0,0257	0,0075	0,0066	0,0065
Химическая и нефтехимическая промышленность	0,0161	0,1161	0,1183	0,1045
Машины и оборудование, металлообработка	0,0423	0,0450	0,0534	0,0412
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	0,0108	0,0098	0,0083	0,0086
Строительные материалы	0,0071	0,0084	0,0024	0,0026
Легкая промышленность	0,0050	0,0145	0,0126	0,0177
Пищевая промышленность	0,0369	0,0363	0,0314	0,0449
<i>Промышленность в целом</i>	<i>0,2450</i>	<i>0,3030</i>	<i>0,2898</i>	<i>0,2825</i>
<i>Все отрасли</i>	<i>0,6048</i>	<i>0,5518</i>	<i>0,4798</i>	<i>0,4984</i>
<i>Экспорт</i>				
Химическая и нефтехимическая промышленность	0,0089	0,1273	0,1326	0,1145
Добывающие отрасли	0,0697	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Всего</i>	<i>0,1214</i>	<i>0,1273</i>	<i>0,1326</i>	<i>0,1145</i>
<i>Импорт</i>				
Строительство	0,0003	0,0000	0,0609	0,0380
Сельское и лесное хозяйство	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000
Здравоохранение, физкультура, соцобеспечение, образование, культура, искусство	0,0002	0,0246	0,0222	0,0253
Финансовое посредничество, страхование, управление и услуги общественных объединений	0,0003	0,0332	0,0299	0,0326
<i>Всего</i>	<i>0,0270</i>	<i>0,0578</i>	<i>0,1130</i>	<i>0,0959</i>
<i>Чистый экспорт</i>	<i>0,0943</i>	<i>0,0695</i>	<i>0,0196</i>	<i>0,0186</i>
<i>Потребление</i>				
Домашние хозяйства	0,1441	0,1239	0,1044	0,1587
Государство	0,0491	0,0815	0,0743	0,0788
Инвестиции	0,0536	0,0576	0,0958	0,0536
<i>Всего</i>	<i>0,2468</i>	<i>0,2631</i>	<i>0,2746</i>	<i>0,2911</i>
<b>Итого</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>

Рассчитано по: Там же.

оплату услуг домашних хозяйств; *третий* — тому, что все денежные средства отраслей, расходуемые на покупку валюты, затрачиваются на дополнительную оплату внутренних инвестиций.

В первой строке табл. 5 приводятся рассчитанные для каждого варианта значения темпов сбалансированного роста, далее показаны результаты расчетов долей валовых выпусков отраслей, затем долей экспорта, импорта и конечного потребления в совокупном общественном продукте (СОП). В строке «добывающие отрасли» объединены данные для группы следующих отраслей: нефтедобыча, нефтепереработка, газовая промышленность, угольная, горючие сланцы и торф .

Проведем анализ результатов расчета.

1. Все варианты расчетов показывают, что возможен сбалансированный рост экономики с темпом роста от 1,0935 (второй вариант) до 1,0974 (первый вариант).

2. Во всех вариантах расчета экспорт в основном определяется экспортом продукции химической промышленности. Экспорт продукции добывающих отраслей (нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, газовой и угольной промышленности, горючие сланцы и торф) равен нулю. Последнее обстоятельство, по-видимому, объясняется тем, что для того чтобы обеспечить максимальный темп *сбалансированного* роста всех отраслей экономики, необходимо соответствующее этому росту потребление продукции добывающих отраслей внутри страны и, как следствие, снижение доли экспорта.

Таким образом, целью настоящей работы являлась разработка моделей и методов анализа экономики России. Предложенная в статье модификация модели Неймана, с нашей точки зрения, может использоваться для такого анализа. Результаты проведенных расчетов оптимальной сбалансированной траектории развития экономики РФ показывают, что различным вариантам распределения полученных доходов между субъектами экономики соответствуют различные темпы роста. Отсюда следует, что за счет рационального изменения бюджетной и денежной политики государства можно добиться большей эффективности общественного производства. При обосновании такой политики необходимо использовать все известные в настоящее время методы и модели оптимизации общественного производства и, в частности, предлагаемую выше модель.

---

<sup>1</sup> Рассчитано по: Россия в цифрах: Краткий стат. сб. М., 2006. С. 35.

<sup>2</sup> Ашманов С. А. Введение в математическую экономику. М., 1984. С. 56–74. Гл. 2.

<sup>3</sup> Определение оптимальности по Парето см., напр.: Ашманов С. А. Указ. соч. С. 146.

<sup>4</sup> Aubin J. P. Dynamic Economic Theory. A viability approach. Universite de Paris-Dauphine IRIS-TS F-75775 Paris cx(16). France, 2005.

<sup>5</sup> Система таблиц «затраты–выпуск» России за 2000 год / Росстат. М., 2003; Национальные счета России в 1997–2004 гг.: Стат. сб. / Росстат. М., 2005; Финансы России. 2004: Стат. сб. / Росстат. М., 2004.

<sup>6</sup> Там же.

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2007 г.