ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.44+519.6

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКОНОМИКИ РФ

В статье анализируется динамика экономики РФ за период 2005–2011 гг. Авторы рассматривают основные показатели и особенности российской экономики за данный период с учетом продолжающегося глобального финансово-экономического кризиса. При этом особое внимание уделяется монопольному и сырьевому характеру экономики России и вытекающим отсюда социально-экономическим последствиям. Указывается на необходимость использования специальных динамических моделей роста для целей государственного регулирования экономических процессов. Для реализации таких целей авторы предлагают использовать две экономико-математические модели. Первая из них — динамическая многосекторная модель экономического роста, которая позволяет учесть научно-технический прогресс. Она носит долгосрочный характер. Вторая является моделью экономического роста неймановского типа и предназначена для расчетов с коротким периодом времени. При этом основной упор делается на анализе условий формирования равновесных цен и сбалансированного роста экономики. С использованием этой модели осуществлены расчеты темпа сбалансированного роста экономики РФ, исследована зависимость этого темпа от структуры распределения чистых доходов и использования ВВП. Библиогр. 26 назв. Ил. 3. Табл. 7.

Ключевые слова: сбалансированный рост, равновесные цены, математическое моделирование, модель неймановского типа.

V. V. Kalenichenko, L. K. Surovtsov, G. V. Shalabin

APPLICATION OF THE DYNAMIC INPUT — OUTPUT ECONOMIC GROWTH MODEL FOR THE ANALYSIS OF RUSSIAN ECONOMY

The article analyzes the dynamics of Russian economy in 2005–2011. The authors consider the main indicators and peculiarities for that period in the conditions of global economic and financial crisis. The authors give special attention to monopolized resource Russian economy and to some social and economic consequences associated with such economy. In this connection, the authors mark the neces-

Владимир Владимирович КАЛЕНИЧЕНКО — доктор технических наук, НИЦ Безопасности технических систем, Российская Федерация, 197349, Санкт-Петербург, Новосельковская ул., 39; vestnik@econ.pu.ru

Лев Кронидович СУРОВЦОВ — кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9; L.Surovtsov@econ.pu.ru

Геральд Васильевич ШАЛАБИН — кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9; vestnik@econ.pu.ru

Vladimir Vladimirovich KALENICHENKO — Doctor of Engineering, Research Center for Security of Technical System, Novosel'kovskaya ul., 39, St. Petersburg, 197349, Russian Federation; vestnik@econ.pu.ru

Lev Kronidovich SUROVTSOV — Candidate of Economics, Associate Professor, St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation; L.Surovtsov@econ.pu.ru

Geral'd Vasil'evich SHALABIN — Candidate of Economics, Associate Professor, St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation; vestnik@econ.pu.ru

sity to use special dynamic economic growth models to regulate the economy. They offer two economic-mathematical models. The first model is dynamic long run economic growth model. The second model is von Neumann type of short run economic growth model. The main sense of this model is connected with the equilibrium prices and balanced growth process. The proposed model was used for the investigation of dependence of balanced economic growth rate and prices structure on the income distribution, system of production and GDP structure. The main results of simulation experiments based on official statistics are presented and analyzed. Refs 26. Figs 3. Tables 7.

Keywords: balanced growth, equilibrium prices, mathematical modeling, von Neiman models.

1. Введение

Официальные статистические данные динамики основных макроэкономических показателей РФ в период с 2000 по 2011 г. свидетельствуют о значительном росте экономики страны. Однако наблюдаемый до настоящего времени процесс развития экономики России носит специфический характер, заключающийся в том, что увеличение валового внутреннего продукта (ВВП), выпусков продукции сырьевых отраслей, экспорта и импорта не сопровождается адекватным ростом основных производственных фондов, конечного потребления внутри страны, развитием инфраструктуры. Другими словами, рост экономики не сбалансирован. Естественно, что подобный процесс ограничен во времени предельными производственными мощностями отраслей и должен прекратиться при достижении этих пределов хотя бы в некоторых ключевых отраслях.

Одно из основных условий совершенной конкуренции заключается в том, что экономическое поведение каждого из участников рыночной экономики определяется ценами на продукты и ресурсы. При этом предполагается, что эти цены формируются в результате совместного поведения всех участников из условий равенства совокупного спроса и предложения. Рост экономики в условиях совершенной конкуренции сопровождается выравниванием средней нормы прибыли для всех отраслей.

Однако реалии российской экономики демонстрируют значительные отклонения от указанных условий совершенной конкуренции. В частности, при определении понятия равновесия в рыночной экономике предполагается, что цены на одноименные ресурсы для всех участников одинаковы. Для экономики России это условие не выполняется. Например, цены на финансовых рынках (цена кредита) для экспортеров и импортеров, действующих на мировых рынках, значительно ниже, чем для отечественных предприятий и организаций. В этих условиях кредитные организации могут получать доходы за счет заимствования за границей и кредитования на полученные финансовые ресурсы отечественных участников экономики.

Кроме того, анализ экономики России в 1998–2011 гг., проведенный в разделе 2, показывает, что рентабельность производства в сырьевых отраслях определяется, с одной стороны, монопольным положением этих отраслей в экономике, с другой — значительным спросом и высокой ценой продукции этих отраслей на мировом рынке.

Таким образом, реальные процессы формирования цен на продукты и ресурсы экономики РФ не могут обеспечить сбалансированный рост всех отраслей и секторов.

В связи с этим возрастает необходимость в государственном управлении и регулировании процессов социально-экономического развития и ценообразования РФ и в разработке соответствующих эффективных методов и инструментов. Особенно актуальна разработка методов математического моделирования процессов реформирования экономики России.

Для количественной оценки перспектив регулирования национальной экономики необходим соответствующий математический аппарат, позволяющий осуществлять моделирование экономики РФ. При этом математические модели, которые могут быть положены в основу исследования структуры общественного производства, должны учитывать балансовые ограничения и взаимосвязи между различными отраслями и секторами экономики.

В настоящее время существует множество моделей, посвященных анализу проблем экономической динамики и экономического роста. Наиболее продвинутой и часто используемой в теории и при проведении практических расчетов является модель, предложенная австрийским математиком Джоном фон Нейманом. Следует отметить, что при исследованиях с помощью модели Неймана особое внимание уделяется проблемам сбалансированного роста, при котором темпы роста для всех отраслей и секторов экономики одинаковы. (Подробное описание модели Неймана и ее обобщение, известное в нашей литературе как модель Неймана–Гейла, см. в книгах [Ашманов, 1984; Aubin, 1997].) Различные модификации и обобщения модели Неймана использовались авторами настоящей статьи для анализа экономики РФ [Суровцов, 2011; Калениченко, Шалабин, 2012]. В частности, в работе [Суровцов, 2011] была предложена модель типа Неймана, которая использовалась для анализа влияния на рост экономики России регулируемого ЦБ курса доллара. В статье [Калениченко, Шалабин, 2012] с использованием модели типа Неймана проводилась оценка влияния отраслевых цен на возможности роста экономики России.

2. Анализ роста экономики РФ в 2000–2011 гг.

В табл. 1 и 2 приводятся данные об основных социально-экономических показателях экономики РФ за 2005–2011 гг. — период, когда происходил ее значительный рост. Сравнительный анализ динамики ВВП (см. табл. 1) в денежном выражении и индексов физического объема ВВП (см. табл. 2) показывает, что темпы роста основных социально-экономических показателей в денежном выражении значительно превосходят индексы роста их физического объема. Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что в рассматриваемом периоде цены росли на товары широкого потребления и товары промышленного производства. Кроме того, существенно увеличивалась

Таблица 1. **Социально-экономические показатели РФ в 2005–2011 гг., млрд руб.**

Годы	ВВП	Потребление домашних хозяйств	Инвестиции в основной капитал
2005	21 609,8	12 455,2	3611,1
2006	26 917,2	15 283,6	4730,0
2007	33 247,5	18 927,6	6716,2
2008	41 276,8	23 683,8	8781,6
2009	38 807,2	25 038,9	7976,0
2010	45 172,7	27 660,0	9152,1
2011	54 585,6	32 052,7	10 776,8

Источник: [Российский статистический ежегодник, 2012].

Таблица 2. **Основные социально-экономические показатели РФ в 2005–2011 гг. (индекс физического объема, % к предыдущему году)**

Годы	ВВП	Потребление домашних хозяйств	Инвестиции в основной капитал	Индекс потребительских цен	Индекс цен промышленных товаров	Денежная масса М2
2005	106,4	110,8	110,9	112,7	118,2	22,5
2006	108,2	110,5	116,7	109,7	112,4	25,8
2007	108,5	112,5	122,7	109,0	112,2	31,6
2008	105,2	109,4	109,9	114,1	121,7	32,2
2009	92,2	95,5	94,3	111,7	95,7	32,4
2010	104,3	104,0	106,0	106,9	114,9	37,1
2011	104,3	105,8	108,3	108,4	117,3	38,0

Источник: [Российский статистический ежегодник, 2012].

денежная масса М2. Все это говорит о том, что рост ВВП и экономики в целом сопровождался инфляционными процессами, связанными с ростом денежной массы. С нашей точки зрения, это обусловлено тем, что в рассматриваемом периоде чистый экспорт составлял значительную долю ВВП.

Анализ данных табл. 3 показывает, что период 2005–2011 гг. сопровождался значительным ростом экспорта, импорта и чистого экспорта. При этом во все годы данного периода чистый экспорт был положительным и, как показывают данные табл. 4, составлял значительную долю ВВП страны.

Таблица 3. **Экспорт и импорт РФ в 2000–2011 гг.**

Годы / Показатели	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Экспорт, млн долл. США	103 093	241 473	351 928	467 581	301 667	397 068	516 481
Импорт, млн долл. США	33 880	98 708	199 746	267 101	167 348	228 912	305 605
Чистый экспорт, млн долл. США	69 213	142 765	152 182	200 480	134 319	168 156	210 876
Экспорт, % к 2005 г.	42,7	100	145,7	193,6	124,9	164,4	213,9
Импорт, % к 2005 г.	34,3	100	202,4	270,6	169,5	231,9	309,6
Чистый экспорт, % к 2005 г.	48,5	100	106,6	140,4	94,1	117,8	147,7

Источник: [Российский статистический ежегодник, 2012].

Представленные в табл. 3 и 4 данные свидетельствуют о том, что рост экономики сопровождался инфляционными процессами. По нашему мнению, причиной инфляционных процессов в экономике РФ являются возрастающие издержки общественного производства в связи с высокой ценой кредита на внутреннем рынке (в отечественной валюте) и низкой ценой кредита на внешнем рынке (в иностранной валюте). Это приводит к увеличению издержек производства отечественных предприятий и их снижению для экспортеров продукции отечественного производства, к уменьшению доли внутреннего потребления в ВВП и увеличению доли чистого экспорта. Кроме того, наблюдаемый рост экономики в разных отраслях промышленности существенно различается.

Таблица 4. **Использование валового внутреннего продукта в 2004–2011 гг., % к итогу**

Основные показатели \ Годы	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Валовой внутренний продукт	100	100	100	100	100	100	100	100
В том числе:								
— расходы на конечное потребление	67,0	66,3	66,1	66,8	65,9	74,1	69,6	66,8
— домашних хозяйств	49,3	49,0	48,2	48,8	47,8	53,1	50,9	48,9
— валовое накопление	20,9	20,1	21,2	24,4	25,1	18,6	22,3	24,6
— чистый экспорт	12,1	13,6	12,7	8,8	9,0	7,3	8,1	8,6
Экспорт	34,2	35,0	33,7	30,6	30,8	27,4	29,3	30,5
Импорт	22,1	21,4	21,0	21,8	21,8	20,1	21,2	21,9

Источник: [Российский статистический ежегодник, 2012].

На рис. 1 представлена динамика структуры отраслей российской промышленности с 1991 г. При этом отчетливо прослеживаются следующие основные тенденции изменения отраслевой структуры выпусков:

1. Доля сырьевого сектора (прежде всего, топливной промышленности) с 1991 по 2002 г. повышается. В дальнейшем, в период экономического роста 2002–2007 гг., эта доля монотонно уменьшалась, пока кризисные явления 2008–2009 гг. не привели к новому периоду ее возрастания.

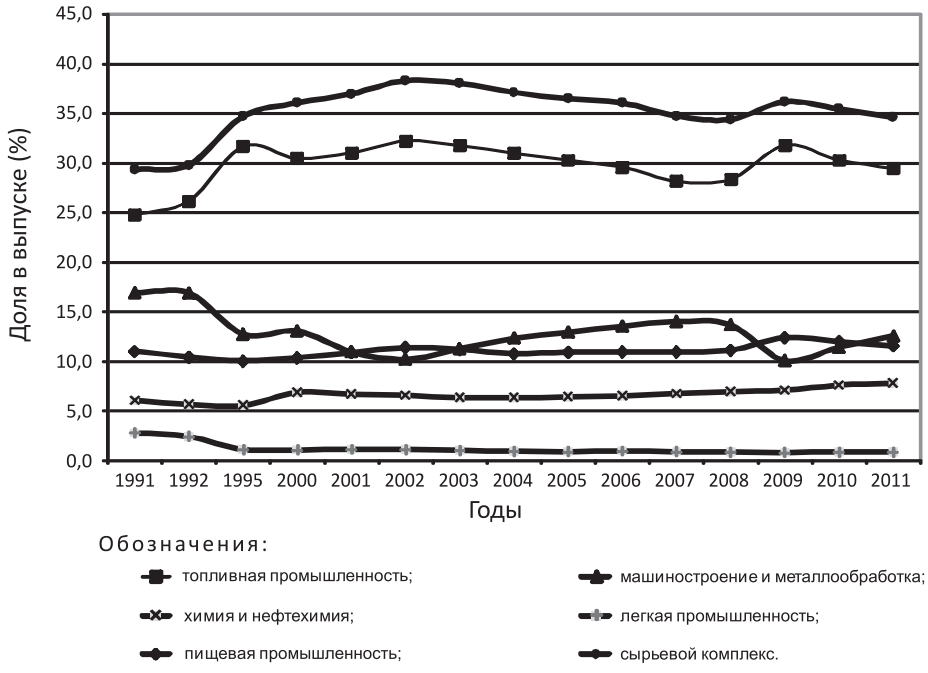


Рис. 1. Структура промышленного выпуска РФ в 1991–2012 гг.
Источник: [Российский статистический ежегодник, 2002; 2005; 2012].

2. Доля обрабатывающего сектора (прежде всего, отрасли машиностроения и металлообработки) с 1991 по 2002 г. монотонно понижается. В дальнейшем, в период экономического роста 2002–2007 гг., эта доля несколько возросла, пока кризисные явления 2008–2009 гг. не привели к новому периоду ее снижения.

3. Из остальных отраслей, приведенных на рис. 1, отрасль легкой промышленности уменьшила свою долю вдвое по сравнению с 1991 г., в то время как отрасли химической и нефтехимической промышленности несколько увеличили эту долю.

4. В целом, как видно из представленных графиков, кризисные явления в экономике России повышают вклад сырьевых отраслей в общий выпуск продукции промышленности и уменьшают выпуск продукции обрабатывающих отраслей.

Следует отметить, что темпы роста выпуска и рентабельность производства в различных отраслях существенно различаются. Причина такого различия, с нашей точки зрения, связана с процессами ценообразования в РФ, которые во многом определяются явлениями монополизма в отраслях экономики.

Один из важнейших показателей степени монополизма — удельный вес продукции, выпускаемой крупнейшими предприятиями рассматриваемой отрасли.

На рис. 2 представлены значения этого показателя для различных отраслей промышленности РФ в 2004 г. На рисунке приведены зависимости удельного веса продукции, выпускаемой заданным числом крупнейших предприятий (организаций) отрасли в общем объеме продукции отрасли.

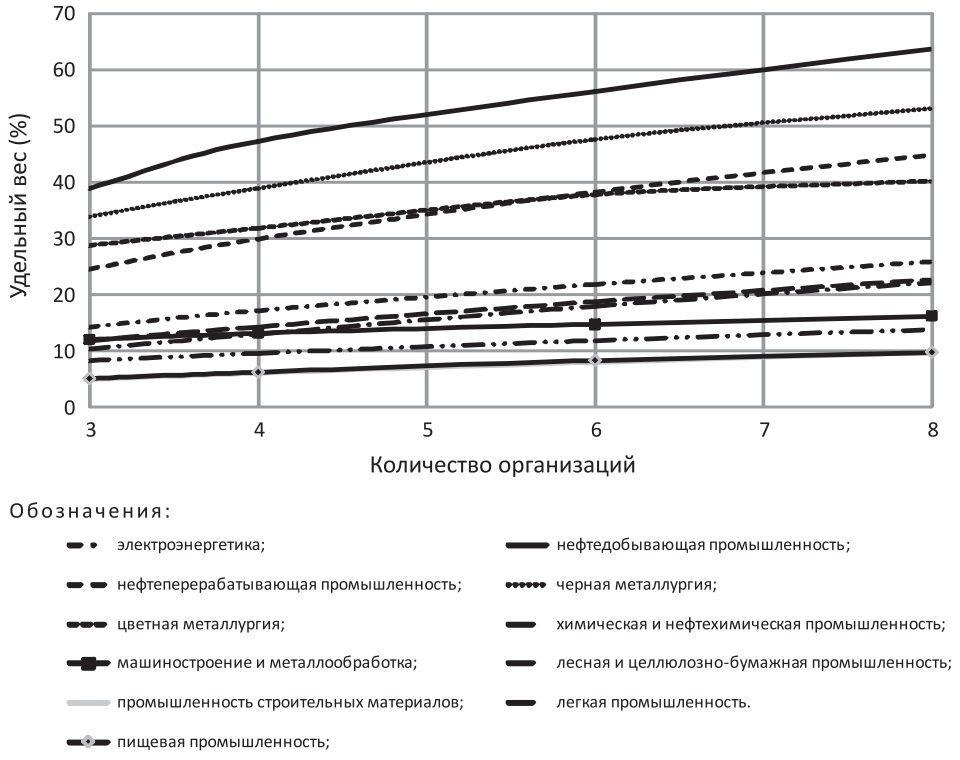


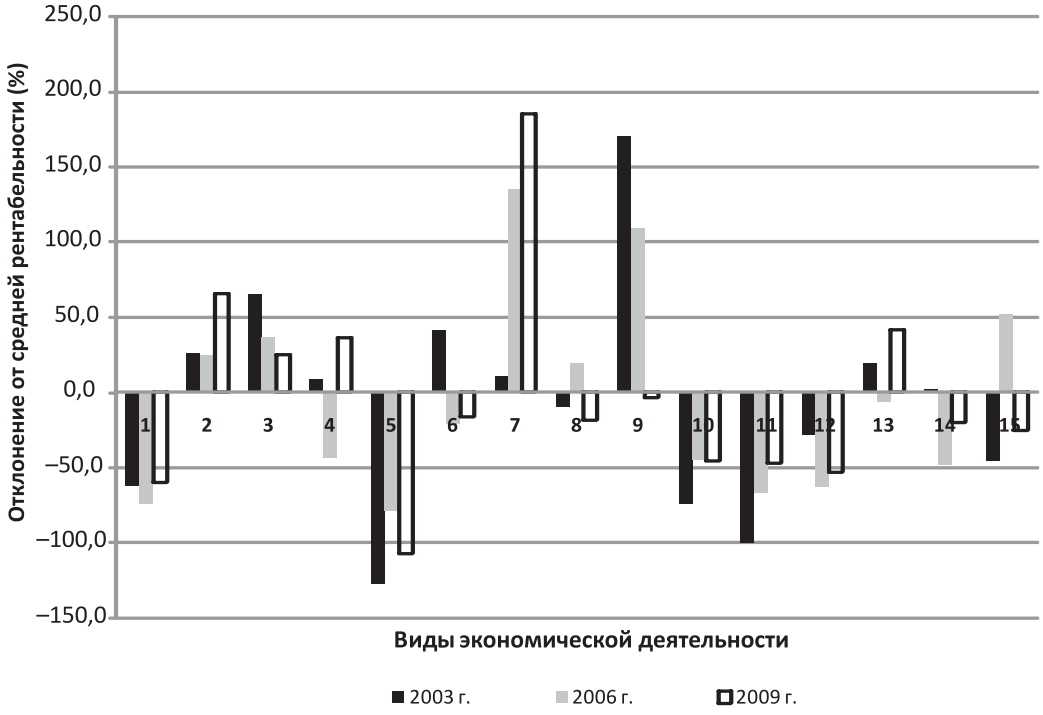
Рис. 2. Удельный вес заданного числа крупнейших организаций в общем объеме выпуска продукции отраслей в 2004 г., %.

Источник: [Российский статистический ежегодник, 2005].

Как видно из представленных на рис. 2 графиков, наибольшая концентрация производства в крупнейших предприятиях наблюдается для следующих отраслей промышленности: нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, черная и цветная металлургия.

Монополизм в отраслях экономики является одной из главных причин неодинаковой нормы прибыли в этих отраслях. В настоящее время факт различной нормы прибыли в отраслях (видах экономической деятельности) отражен в большом количестве публикаций. В качестве подходящей оценки нормы прибыли может быть использована рентабельность активов, систематизированные данные по которой в отраслевом разрезе приводятся в справочнике «Финансы России».

На рис. 3 приводится график отклонений рентабельности активов для различных видов экономической деятельности от среднего значения указанной рентабельности для экономики в целом. Как видно из представленного графика на рис. 3, отклонения от среднего значения рентабельности весьма значительны и могут превышать 50–60%.



Обозначения:

1 — пр-во газа и воды; 2 — добыча топливных ископаемых; 3 — добыча нетопливных ископаемых; 4 — пр-во пищевых продуктов; 5 — текстильное и швейное пр-во; 6 — целлюлозно-бумажное пр-во; 7 — пр-во кокса и нефтепродуктов; 8 — химическое пр-во; 9 — металлургическое пр-во; 10 — пр-во машин и оборудования; 11 — сельское хозяйство; 12 — строительство; 13 — торговля; 14 — транспорт и связь; 15 — операции с недвижимостью.

Рис. 3. Отклонения рентабельности по видам экономической деятельности от среднего значения, %.
Источник: [Финансы России, 2006; 2008; 2010].

Уменьшение темпов роста отрасли при повышении в стоимости ее продукции издержек производства объясняется как снижением возможности финансировать инвестиции в основной капитал отрасли из собственной прибыли отрасли, так и уменьшением возможностей привлечения инвестиций из других источников финансирования вследствие уменьшения доходности соответствующих инвестиционных проектов из-за снижения нормы прибыли. При этом следует иметь в виду, что темп роста сырьевых отраслей менее зависит от повышения цен в обрабатывающем секторе, чем темп роста обрабатывающих отраслей при изменении цен на продукцию сырьевого сектора.

Действительно, как показано в работе [Калениченко, Шалабин, 2012], эластичность темпа роста нефтегазового комплекса по ценам в отраслях машиностроения и легкой промышленности значительно меньше, чем эластичность темпов роста машиностроения и легкой промышленности по ценам продуктов отрасли нефтепереработки, входящей в состав нефтегазового комплекса. Особенно велика эластичность темпов роста указанных двух отраслей обрабатывающего комплекса по цене иностранной валюты, что объясняется значительным объемом импортных продуктов в промежуточной продукции для этих отраслей. Эластичность же темпа роста нефтегазового комплекса по цене иностранной валюты положительна, что обусловлено экспортом значительной части произведенной продукции. Следует отметить также большое значение эластичности темпа роста всех трех указанных отраслей от цены отрасли строительства, что отражает необходимость значительных инвестиций для наращивания производственных мощностей и обеспечения темпа роста отрасли.

Наконец, низкая рентабельность в обрабатывающих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве снижает потребительский спрос, что также сказывается на темпах роста экономики. Как отмечается в работе [Маневич, 2008], повышение заработной платы в обрабатывающих отраслях невозможно именно ввиду низкой рентабельности производства, обусловленной существующей системой распределения, основанной на монопольно высоких ценах продукции сырьевого сектора, предприятия которого являются получателями монопольного дохода, природной ренты, а также экспортной премии, обусловленной валютным курсом рубля, заниженным относительно паритета покупательной способности.

Указанные особенности развития экономики России привели к несбалансированному росту отраслей. Можно сделать вывод о том, что дальнейшее развитие экономики требует перехода ее на другую модель, когда все отрасли и сектора экономики растут одновременно и рентабельность производства в различных отраслях примерно одинакова и достаточно высока. Переход на такую модель экономики без эффективного государственного регулирования невозможен, оно должно осуществляться через налогово-бюджетную и денежно-кредитную политику государства, а также с учетом контролирования цен на продукцию монополизированных отраслей экономики. Организация системы государственного управления и регулирования экономики требует, с нашей точки зрения, разработки и дальнейшего использования математических многоотраслевых моделей экономической динамики и роста.

3. Динамическая модель межотраслевого баланса

Как было отмечено выше, для адекватного описания экономического роста в современных условиях используемые модели должны быть многоотраслевыми. Вместе с тем в настоящее время на результаты функционирования экономических систем заметно влияют инновационные процессы, определяющие научно-технический прогресс (НТП) в этих системах [Моделирование…, 2011, с. 52–70]. Необходимость учета этих процессов обусловливает и соответствующие направления совершенствования многоотраслевых моделей экономического роста.

До последнего времени рассмотрение динамики экономических систем в отраслевом разрезе, как правило, производилось с использованием различных вариантов моделей неймановского типа, а также моделей динамического межотраслевого баланса, в которых учет явлений, связанных с научно-техническим прогрессом, непосредственно не осуществлялся. Указанные явления исследовались в основном в неоклассических макроэкономических моделях [Romer, 1986; Lucas, 1988; Uzava, 1965] и других работах. Полагаем, однако, что методы моделирования НТП, использованные в указанных макроэкономических моделях, могут быть применены и в многоотраслевых моделях, в том числе в тех, которые не основываются на неоклассическом подходе.

Ранее авторами в работах [Калениченко, Суровцов, Шалабин, 2009а; 2009б] был рассмотрен вариант модели экономического роста с леонтьевскими производственными функциями, в котором каждая отрасль может производить только один продукт, но каждый продукт может производиться, в общем, несколькими отраслями (техпроцессами). Обозначим n — число продуктов в системе, m_1, …, m_n — число техпроцессов, выпускающих продукт 1-го, 2-го, …, n-го типа; $N = \sum_{i=1}^{i=n} m_{ii}$ — общее число техпроцессов (отраслей) в экономике; A — матрица прямых затрат, B — матрица выпусков, C — матрица капиталов (C = C[n,N]; c_{ij} — затраты i-го продукта на повышение производственной мощности j-го техпроцесса на единицу). Каждая из матриц A, B и C имеет n строк и N столбцов. В матрице B столбцы 1, …, m_1 имеют единицу в первой строке и остальные элементы нулевые, столбцы m_1+1, …, m_1+m_2 — единицу во второй строке и остальные элементы нулевые, и т. д. Обозначим li — трудозатраты на единицу произведенной продукции в каждом техпроцессе, L — общее наличное количество рабочей силы. Введем в рассмотрение характеристики динамики реализации инвестиционных проектов: период τ осуществления инвестиционного проекта (общий для всех отраслей и проектов), величину $a = 1 - \gamma$, где γ соответствует годовому уменьшению ОФ в результате износа; показатель $\alpha(t)$, $t = 1,\ldots, \tau$ доли общего вектора инвестиционных продуктов, требуемой в 1-й, 2-й, …, τ-й год осуществления проекта (общие для всех проектов).

Введем векторы x, ξ, η, представляющие собой соответственно: интенсивности каждого техпроцесса, производственные мощности для каждого техпроцесса и прирост производственных мощностей. Нижние индексы у переменных x, ξ, η, L обозначают момент времени, к которому относятся соответствующие переменные.

Введем диагональную матрицу $K = K[n, n]$, i-й диагональный элемент которой $k_{i,i}$ представляет собой долю промежуточной продукции каждого типа (ее необходимо

иметь к началу производственного периода). Тогда система соотношений динамической модели может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{aligned}
&(E-K)Ax_t + KAx_{t+1} + \sum_{s=1}^{\tau} \alpha_s C\eta_{t-s+1} \le Bx_t;\\
&x_{t+1} \le \xi_t;\\
&\hat{\mathbf{i}}_{t+1} \le a\xi_t + \eta_{t-\tau+1};\\
&\left(l \cdot x_t\right) \le L_t.
\end{aligned}$$

Для адекватного описания экономической системы с использованием приведенной экономико-математической модели сектор домохозяйств и государственный сектор следует рассматривать как отдельные отрасли в общей отраслевой структуре экономики. При этом соответствующие строки в матрице прямых затрат формируются на основе транспонированных вектор-столбцов конечного потребления домохозяйств и государственного потребления в межотраслевом балансе.

Рассмотрим некоторые важные частные случаи представленной модели.

1. Если матрица капиталов C является нулевой, а матрица K — единичной, то первое векторное уравнение системы можно рассматривать отдельно от остальных. В этом случае получаем модель Неймана:

$$Ax_t \le Bx_{t-1}.$$

Этот вариант модели роста соответствует случаю, при котором в качестве ограничения выступают динамика оборотного капитала и динамика роста трудовых ресурсов, а динамика основного капитала не учитывается. При этом динамика оборотного капитала учитывается в простейшей форме: вся промежуточная продукция, используемая на t-м временном периоде, должна быть произведена в предыдущем периоде.

2. Если матрица капиталов C является нулевой, а матрица K — не единичная, то получаем обобщенный вариант модели Неймана:

$$\begin{aligned}
&A_1 x_t \le B_1 x_{t-1};\\
&A_1 = KA;\\
&B_1 = [B-(E-K)A].
\end{aligned}$$

В этом случае, в отличие от предыдущего, только часть промежуточной продукции, потребляемая в t-м периоде, должна быть произведена в предыдущем периоде.

3. Если число техпроцессов $m_1, \ldots, m_n$, выпускающих продукт каждого вида, равно единице, то матрица B является квадратной единичной, а общее число техпроцессов равно числу продуктов. В этих условиях исходная система уравнений представляет собой уравнения динамического межотраслевого баланса.

Таким образом, модель Неймана и модель динамического межотраслевого баланса представляют собой различные варианты упрощения общей модели экономического роста с леонтьевскими производственными функциями. Использование этих упрощенных моделей позволяет, в частности, выявить влияние на темпы роста ограничений, связанных с функционированием основного и оборотного капитала

отраслей экономической системы, а также ограничений, связанных с ростом трудовых ресурсов.

Рассматриваемая многоотраслевая экономико-математическая модель предоставляет некоторые возможности для учета научно-технического прогресса в экзогенной форме. Для этого компоненты матрицы капиталов C и вектора трудозатрат l следует считать заданными (убывающими) функциями времени, отображающими уменьшение требуемых затрат капитала и труда для выпуска единицы продукции каждой отрасли. Такое представление позволяет оценить вклад НТП в развитие экономической системы, но не отражает связь темпов НТП с инвестициями в сектор научно-исследовательских и конструкторских разработок (НИОКР), а также в человеческий капитал. Для выявления этой связи необходимо перейти к рассмотрению научно-технического прогресса в эндогенной форме. В этих целях рассматриваемая многоотраслевая модель может быть модифицирована в направлении декомпозиции капитала экономической системы на капитал производственного сектора, сектора НИОКР и человеческого капитала; методы такой декомпозиции для макроэкономического варианта модели представлены в ряде работ последнего времени (см.: [Антипов, 2002; Моисеев, 2002]).

4. Многоотраслевая модель равновесной экономической динамики

Для анализа экономики на краткосрочном периоде и проведения расчетов сбалансированного роста экономики РФ предлагается многоотраслевая модель экономического роста неймановского типа. По экономическому содержанию ее следует отнести к классу теоретических моделей экономической динамики, подробно исследованных в работах Аубина [Aubin, 1997; 1999] и статье [Суровцов, 2012]. Исходные данные, необходимые для проведения расчетов по модели, можно получить на базе информации официальной статистики по межотраслевому балансу и системы национальных счетов [Российский статистический ежегодник, 2004; 2012; Система таблиц…, 2006]. Предлагаемая ниже модель равновесной экономической динамики [Суровцов, 2012] может быть использована для анализа экономики на краткосрочном периоде в условиях децентрализованного управления. Основной упор в предлагаемой модели делается на решение проблемы поиска цен равновесия и выпуска отраслей, обеспечивающих баланс спроса и предложения ресурсов экономики.

Рассматривается экономическая система, в которой n отраслей производят продукцию для потребления. Так же как в моделях межотраслевого баланса, в качестве участников экономики рассматриваются производственные отрасли, каждая из которых производит один вид продукции, всего n отраслей. Конечное потребление представлено одним потребителем. Предполагается, что потребитель как участник рыночных отношений в каждом интервале времени покупает на деньги, полученные от производственного сектора экономики, продукты и ресурсы для потребления. Всего рассматривается $m = n+1$ участников. Количество учитываемых в модели ресурсов также $m = n+1$.

При описании равновесной динамики основной упор делается на анализ условий формирования равновесных цен, обеспечивающих на каждом промежутке времени баланс совокупного товарного предложения и платежеспособного спроса ресурсов.

Эндогенные неизвестные переменные модели:

- $u_t \in R_+^m$ — вектора, координаты которых $u_{j,t}$; $j = 1, 2, \ldots, n$, определяют выпуск (объемы производства) продукции отрасли j в интервале времени t;
- $u_{n+1,t}$ — количество (масса) денежных средств, используемых потребителем для оплаты потребления и для сбережения в интервале времени t;
- $p_t \in R_+^m$ — вектора, координаты которых $p_{j,t}$; $j = 1, 2, \ldots, n$, определяют значения цен ресурса j-го наименования в интервале времени t.

Замечание

В дальнейшем будем считать, что количество ресурсов в экономике измеряется количеством денег, которое нужно было затратить на их покупку по ценам базового периода. При этом в качестве физической единицы измерения запасов ресурса используется то его количество, которое можно было купить в базовом периоде на один рубль. При таком измерении количества ресурсов предполагается, что цены ресурсов в базовом периоде равны единице.

Интенсивности экономической деятельности участников экономики также будем измерять в денежном выражении. В качестве меры интенсивности для участника экономики будем принимать запасы имеющихся у него денежных средств на начало текущего интервала времени. За единицу интенсивности возьмем то количество выпуска ресурсов участника экономики в текущем интервале времени, которое можно было купить в базовом периоде на один рубль.

Заметим, что переменная интенсивности имеет размерность запаса и характеризует мгновенное значение запасов имеющихся у участника экономики ресурсов на начало текущего периода времени. В отличие от этого, показатели затрат и выпуска ресурсов в течение каждого интервала времени являются потоковыми переменными, они определяют поток ресурсов за период времени.

Экзогенные, заданные параметры модели:

- $a_{i,j}$; $i = 1, 2, \ldots, n, j = 1, 2, \ldots, n$, — отраслевые коэффициенты производственных затрат, которые определяют затраты продукции отрасли i, необходимые для производства единицы продукции отрасли j;
- $a_{m,j}$; $j = 1, 2, \ldots, n$, — отраслевые коэффициенты чистых доходов отраслей, определяют денежные затраты отрасли j на оплату конечного потребления в расчете на единицу выпуска продукции;
- $a_{i,m}$; $i = 1, 2, \ldots, n$, — коэффициенты, определяющие объемы закупок продукции отрасли i в расчете на рубль затрат на конечное потребление (ВВП);
- $a_{m,m}$ — коэффициент финансовых затрат потребителя i в расчете на рубль затрат на оплату конечного потребления (ВВП); величина коэффициента зависит от величины налогообложения процессов потребления;
- $x_{i,0}$; $i = 1, 2, \ldots, n$, — запасы продуктов отрасли i на начало периода планирования в базовом году;
- $x_{m,0}$ — запасы финансовых (денежных) ресурсов потребителя на начало периода планирования в базовом году.

4.1. Динамика затрат и выпуска продуктов и ресурсов

Сформулируем основные предположения для описания равновесной динамики экономической системы.

1. Состояние экономики на начало каждого промежутка времени определяется запасами ресурсов $u_{j,t-1}$, полученных в предшествующем интервале времени, которые участник экономики j может продать в следующем интервале.
2. Спрос каждого участника на товары для потребления формируется на основе знания им цен на товары и величины доходов от продаж ресурсов, имеющихся у него на конец предшествующего периода. При этом суммарные затраты участника на покупку товаров для потребления не превосходят его дохода от продаж располагаемых ресурсов.
3. Предполагается, что на каждом интервале времени цены на ресурсы обеспечивают баланс спроса и предложения на все товары. Другими словами, в каждом интервале времени имеет место рыночное равновесие.

Определение 1

Будем говорить, что набор цен $p_{j,t}$; $j = 1, 2, \ldots, m$, и наборы выпусков $u_{i,t-1}$, $u_{i,t}$; $i = 1, 2, \ldots, m$, $t = 1, 2, \ldots$, в начале и в конце периода t поддерживают равновесие экономики, если выполняются условия:

$$\sum_{i=1}^{m} p_{i,t} a_{i,j} u_{j,t} \le p_{j,t} u_{j,t-1};\ j = 1, 2, \ldots, m;\ t = 1, 2, \ldots \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_{i,j} u_{j,t} \le u_{i,t-1};\qquad i = 1, 2, \ldots, m;\ t = 1, 2, \ldots \qquad (2)$$

Поясним экономическое содержание вышеприведенных условий рыночного равновесия. Условие (1) определяет бюджетное ограничение участника экономики. Такие условия в литературе по математической экономике называют условием Вальраса. Оно задает функцию спроса участника на товары в текущем периоде времени и предложения к концу этого интервала. Из условия (1) следует, что объемы затрат каждого участника на покупку товаров для потребления не превосходят дохода от продаж ресурсов предыдущего интервала времени, и выпуск ресурсов к концу интервала времени $t - u_{j,t}$ равен произведению выпуска на начало $u_{j,t-1}$ и коэффициента рентабельности, зависящего от цен равновесия p_i, $i = 1, 2, \ldots, m$. Условие (2) определяет ограничение на множество значений цен, обеспечивающих баланс предложения и спроса на все ресурсы.

Определение 2

Последовательность наборов пар векторов $(p_t; u_t)$; $p_t \in R_+^m$; $u_t \in R_+^m$; $t = 1, 2, \ldots$, удовлетворяющую условиям (1)–(2), будем называть допустимой программой или траекторией развития экономики. Подобное определение допустимой динамики экономической системы впервые приводится в книге [Aubin, 1999].

Утверждение

Для любого начального распределения выпусков $u_{j,t-1}$ существуют наборы цен $p_{i,t}$; $i=1,2,...,m$, и выпуска $u_{i,t}$; $i=1,2,...,m$, которые поддерживают равновесие экономики в интервале времени *t*. Доказательство этого утверждения приведено в книгах [Ашманов, 1984, с. 138; Aubin 1997, p. 146]. Ключевым условием, необходимым для доказательства существования рыночного равновесия для модели (1)–(2), является выполнение условия Вальраса (1).

4.2. Модель расчета сбалансированного роста экономики

Для расчета анализа возможностей сбалансированного роста экономики с начальным распределением выпуска $u_{j,t-1}$; j = 1, 2, …, m будем искать допустимые программы развития, для которых выпуск ресурсов в конце интервала времени *t* не меньше их выпуска на начало, умноженного на некоторое число $\lambda > 0$.

Так, определенное число λ будем называть скоростью роста экономики, а число $\delta = \lambda - 1$ — темпом роста экономики.

Для таких допустимых программ развития выполняется условие

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{m} p_{i,t} a_{i,j} u_{j,t} \le p_{j,t} u_{j,t-1}, \quad j = 1, 2, \ldots, m; \\ &\sum_{i=1}^{m} a_{i,j} u_{j,t} \le u_{i,t-1}, \quad i = 1, 2, \ldots, m; \\ &u_{j,t} \ge \lambda u_{i,t-1}, \quad j = 1, 2, \ldots, m. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Как следует из условий (3), существование сбалансированного роста экономики в интервале времени *t* с начальным выпуском ресурсов $u_{j,t-1}$ зависит: во-первых, от свойств используемых технологий общественного производства, определяемых значениями коэффициентов затрат; во-вторых, от текущего распределения ресурсов $u_{j,t-1}$ между участниками экономики.

Сформулируем задачу для поиска максимально возможного темпа сбалансированного роста экономики на интервале времени *t* при заданном начальном распределении выпусков $u_{j,t-1}$.

Найти $p_{i,t}$, $u_{i,t}$, i = 1, 2, …, m, и λ такие, что

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{m} p_{i,t} a_{i,j} u_{j,t} \le p_{j,t} u_{j,t-1}, \quad j = 1, 2, \ldots, m; \\ &\sum_{i=1}^{m} a_{i,j} u_{j,t} \le u_{i,t-1}, \quad i = 1, 2, \ldots, m; \\ &u_{j,t} \ge \lambda u_{i,t-1}, \quad j = 1, 2, \ldots, m. \\ &\lambda \to \max \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Решение задачи (4) позволяет найти оптимальное распределение ресурсов по видам экономической деятельности и вычислить цены, которые обеспечивают максимально возможный сбалансированный рост.

В условиях рыночной экономики, когда распределение ресурсов осуществляется по рыночным ценам, нет никаких гарантий, что так найденное оптимальное распределение интенсивностей экономической деятельности будет реализовано. Однако вытекающие из решения задачи (4) цены стимулируют каждого участника экономики поддерживать найденное оптимальное распределение выпусков. Информация о значении этих цен может эффективно использоваться государством в целях регулирования налогово-бюджетной и денежно-кредитной политики для подержания высоких темпов роста.

Кроме того, найденное из решения задачи (4) максимально возможное значение скорости сбалансированного роста характеризует сложившуюся на момент времени t структуру выпусков, служит количественной характеристикой потенциала роста экономики в состоянии $u_{i,t-1}$; $j = 1, 2, \ldots, m$ на начало периода t.

Теоретические исследования моделей экономического роста Неймана и практика свидетельствуют о полезности определения состояния равновесия модели с постоянной структурой выпусков и цен, которая не меняется во времени. Для поиска максимального темпа сбалансированного роста и оптимальной структуры выпусков можно использовать модель (4), считая, что выпуски от периода к периоду растут с одинаковой скоростью:

$$u_{j,t} = \lambda u_{j,t-1} = \lambda^t u_j; \quad j = 1, 2, \ldots, m .$$

Для расчета оптимальной структуры выпусков и структуры цен, поддерживающих сбалансированный рост с максимальным темпом, воспользуемся задачей (4), принимая в ней $u_{j,t} = \lambda^t \bar{u}_j$; $j = 1, 2, \ldots, m$.

Тогда получим следующую задачу.

Найти $\lambda > 0$; $\bar{u} \in R_+^m$; $\bar{p} \in R_+^m$ такие, что

$$\lambda \sum_{j=1}^{j=m} a_{i,j}\bar{u}_j - \bar{u}_i \le 0; \quad i = 1, 2, \ldots, m; \tag{5}$$

$$\bar{p}_j - \lambda \sum_{i=1}^{i=m} a_{i,j}\bar{p}_i \le 0; \quad j = 1, 2, \ldots, m; \tag{6}$$

$$\bar{p}_i \left(\lambda \sum_{j=1}^{j=m} a_{i,j}\bar{u}_j - \bar{u}_i \right) = 0; \quad i = 1, 2, \ldots, m. \tag{7}$$

Определение 3

Будем считать, что тройка $(\lambda;\ \bar{u};\ \bar{p})$; $\bar{u} \in R_+^m$, $\bar{p} \in P^m$ поддерживает состояние равновесия экономики с максимальным ростом, если выполняются условия (5)–(7).

Вектор $\bar{u} \in R_+^m$ в данном определении характеризует оптимальные пропорции выпуска продукции в отраслях и валового внутреннего продукта, используемого для конечного потребления, поддерживающие сбалансированный рост экономики с максимальным темпом.

Вектор $\bar{p} \in P^m$ будем называть вектором оптимальных цен, поддерживающих состояние равновесия модели, или вектором цен равновесия.

Поясним экономическое содержание условий (5)–(7).

- Условие (5) означает, что при оптимальных пропорциях отраслевых выпусков совокупное предложение ресурсов обеспечивает простое и расширенное воспроизводство ресурсов всех наименований.
- Условие (6) означает, что при ценах $\overline{p} \in P^m$, поддерживающих равновесное состояние экономики, значение коэффициента рентабельности для всех отраслей экономики не больше λ, или

$$\frac{\overline{p}_j}{\sum_{i=1}^{i=m} \overline{p}_i a_{i,j}} \le \lambda; \quad j = 1, 2, \ldots, m .$$

- Условие (7) означает, что в состоянии равновесия экономики денежные затраты на покупку ресурсов всех наименований и доходы от их продаж равны.

В работе [Aubin, 1997] приводится доказательство существования равновесия в модели Неймана, поддерживающего сбалансированный рост с максимально возможным темпом. Расчеты равновесного состояния экономики с максимальным сбалансированным ростом можно проводить с использованием данных о коэффициентах затрат и выпуска, рассчитанных на базе информации системы национальных счетов и межотраслевого баланса [Система таблиц…, 2006] в базовом году.

5. Результаты расчетов темпа сбалансированного роста экономики РФ

Модель (5)–(7) была использована для определения структуры экономики РФ, соответствующей максимальному темпу сбалансированного роста. Для проведения практических расчетов были разработаны программы в среде Excel Link с использованием MATLAB 7.0.1 [Дьяконов, 2008]. Расчеты оптимальной структуры экономики РФ и максимально возможного темпа роста проводились по данным Системы национальных счетов в период 1998–2011 гг. Исходные данные статистики, необходимые для проведения расчетов, брались из следующих источников: [Российский статистический ежегодник, 2004; 2012; Система таблиц…, 2006; Национальные счета России в 2005–2011 годах].

5.1. Расчёт темпа сбалансированного роста экономики РФ в период 1998–2003 гг.

В табл. 5 приводятся результаты расчета максимального темпа сбалансированного роста экономики РФ в период с 1998 по 2003 г. и фактические значения индексов физического объема ВВП из официальной статистики.

Таблица 5. **Темпы сбалансированного роста экономики в период 1998–2003 гг.**

Годы	Сбалансированный темп роста, %	Данные статистики роста ВВП, %
1998	5,22	–5,30
1999	5,81	6,40
2000	5,36	10
2001	5,23	5,1
2002	5,42	4,7
2003	5,30	7,3

Источник: [Система таблиц…, 2006].

Из табл. 5 видно, что в целом динамика темпа сбалансированного роста довольно точно отражает динамику изменения ВВП. Однако анализ данных таблицы показывает, что индексы увеличения реального ВВП не всегда адекватно отражают потенциальные возможности сбалансированного роста экономической системы. Так, в 1998 г. темп роста реального ВВП был отрицательным (–5,3%) после дефолта. Далее, в 1999 и 2000 гг. этот показатель увеличился соответственно до 6,4 и 10%. Показатель темпа сбалансированного роста экономики, при котором достигается оптимальная структура выпуска и цен, в указанные годы оставался довольно высоким: 5,22, 5,81 и 5,36% соответственно.

5.2. Исследование зависимости темпа роста от структуры распределения чистых доходов и использования ВВП

Для изучения зависимости темпа сбалансированного роста от изменения отраслевой структуры коэффициентов добавленной стоимости и распределения ВВП были проведены три варианта расчетов максимального темпа сбалансированного роста по данным 2003 г. Матрица А коэффициентов затрат ресурсов рассчитывалась на основе данных по межотраслевому балансу [Система таблиц…, 2006]. В табл. 6 приводятся результаты расчета максимального темпа роста экономики и поддерживающих этот рост оптимальной структуры выпусков и цен.

Для первого варианта коэффициенты отраслевых затрат ресурсов и распределения ВВП рассчитывались непосредственно по данным симметричных таблиц межотраслевого баланса за 2003 г. [Система таблиц…, 2006]. Этот вариант расчета будем называть базисным.

Второй вариант отличается от базисного заменой коэффициентов финансовых затрат отраслей. При этом значения коэффициентов денежных затрат отраслей, распределяемых на оплату конечного потребления, уменьшены на 1% по сравнению с базисным вариантом. Реально такого снижения денежных расходов отраслей на оплату услуг потребителя можно добиться, если, например, уменьшить ставки налогообложения.

Третий вариант расчета отличается от базисного заменой столбца коэффициентов распределения ВВП (последнего столбца матрицы А). Для этого варианта коэффициенты распределения ВВП были рассчитаны таким образом, чтобы чистый экспорт был бы равен 0, доля распределения ВВП на конечное потребление внутри страны равна единице, а доли экспорта и импорта в ВВП одинаковы и равны доле импорта в 2003 г. Во втором столбце таблицы приводятся фактические данные о структуре выпуска в 2003 г.

Анализ результатов расчета, показанных в табл. 6, приводит к следующим выводам:

— для всех вариантов расчета темп сбалансированного роста экономики положителен и равен соответственно 5,3, 5,67 и 5,55 %, что несколько меньше роста ВВП в этом году — 7,3;

— согласно рассчитанным значениям темпа роста для разных вариантов расчета, для второго и третьего вариантов расчета темп сбалансированного роста экономики выше, чем для базисного варианта;

Таблица 6. **Результаты расчета сбалансированного роста экономики на 2003 г.**

Наименование ресурсов	Структура выпуска, в долях ВВП				Индексы цен		
	База	1 вар.	2 вар.	3 вар.	1 вар.	2 вар.	3 вар.
Электро- и теплоэнергия	0,071	0,066	0,066	0,066	1,184	1,184	1,184
Продукты нефтегазовой промышленности	0,14	0,137	0,138	0,104	1,154	1,154	1,154
Уголь	0,01	0,009	0,009	0,008	1,059	1,06	1,06
Горючие сланцы и торф	0,0	0,0	0,0	0,0	1,174	1,172	1,173
Черные металлы	0,062	0,047	0,047	0,039	1,016	1,017	1,017
Цветные металлы	0,063	0,054	0,055	0,038	1,086	1,087	1,087
Продукты химической и нефтехимической промышленности	0,06	0,036	0,036	0,032	0,738	0,739	0,739
Машины и оборудование, продукты металлообработки	0,181	0,11	0,111	0,114	0,692	0,693	0,693
Продукты лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности	0,035	0,026	0,026	0,025	0,868	0,869	0,869
Строительные материалы	0,027	0,021	0,022	0,024	0,927	0,927	0,928
Продукты легкой промышленности	0,05	0,009	0,009	0,014	0,2	0,2	0,2
Продукты пищевой промышленности	0,135	0,106	0,106	0,120	0,864	0,865	0,865
Прочие промышленные продукты	0,021	0,018	0,018	0,018	0,966	0,966	0,966
Продукция строительства	0,141	0,135	0,136	0,151	1,040	1,039	1,04
Продукты сельского и лесного хоз-ва	0,097	0,089	0,089	0,100	1,103	1,103	1,103
Услуги транспорта и связи	0,16	0,152	0,153	0,147	1,124	1,123	1,124
Торгово-посреднические услуги, в том числе: общ. питание	0,386	0,378	0,381	0,364	1,140	1,138	1,139
Продукты прочих видов деятельности	0,016	0,014	0,014	0,014	1,012	1,011	1,011
Услуги ЖКХ и непроизв. бытового обслуживания	0,055	0,052	0,052	0,059	1,08	1,08	1,08
Услуги здравоохр., физкульт., соцобесп., образования, культуры, искусства	0,099	0,104	0,105	0,119	1,140	1,139	1,14
Услуги науки и науч. обслуж., геологии и разведки недр, гидромета	0,029	0,028	0,028	0,029	1,149	1,149	1,149
Услуги финансового посредничества, страхования, управления и общ. объединений	0,151	0,137	0,137	0,155	1,142	1,141	1,142
ВВП	1,0	1,0	1,0	1,0	1,142	1,145	1,137
Всего, сумма по строкам	2,99	2,727	2,739	2,74	23,0	23,0	23,0
Скорость роста	1,073	1,053	1,0567	1,05552	—	—	—

Источник: [Система таблиц…, 2006].

— для всех вариантов расчета сбалансированного роста экономики доля совокупного выпуска продукции всех отраслей (1,727 — первый вариант, 1,739 — второй вариант, 1,74 — третий вариант) ниже фактического значения этого показателя в 2003 г., равного 1,99. В частности, для отрасли «Машины и оборудование, продукты металлообработки» реальное значение доли выпуска в ВВП в 2003 г. равно 0,181, это значительно больше, чем 0,110, 111 и 0,114, рассчитанные для трех вариантов;

— согласно анализу значений индекса цен для всех вариантов расчета, для экономики сбалансированного роста цены на продукцию экспортно-ориентированных отраслей выше единицы (например, для отрасли «Продукты нефтегазовой промышленности» значения индексов цен для всех трех вариантов расчета сбалансированного роста равны 1,154);

— для отраслей, в выпуске продукции которых в 2003 г. была значительной доля импорта, индексы цен в экономике сбалансированного роста меньше единицы. Например, для отрасли «Машины и оборудование, продукты металлообработки» их значения равны 0,692.

5.3. Расчёты сбалансированного роста экономики РФ за период 2005–2011 гг.

Проведенные расчеты показывают, что модель (5)–(7) может быть использована для определения структуры сбалансированного роста экономики РФ с максимальным темпом. Однако для проведения реальных расчетов по модели необходима информация о коэффициентах отраслевых затрат продукции и ресурсов.

Начиная с 2006 г. по настоящее время данных о таблицах «Затраты–Выпуск» экономики РФ не существует. В распоряжении Правительства РФ от 14 февраля 2009 г. № 20-р говорится о необходимости разработать базовые таблицы «Затраты–Выпуск» за 2011 г. и в 2015 г. представить их в Правительство Российской Федерации и далее осуществлять разработку этих таблиц на регулярной основе один раз в 5 лет. Их публикация планируется в 2015 г.

В связи с отсутствием данных официальной статистики авторы настоящей статьи использовали упрощенный вариант модели (5)–(7), в котором учитываются всего два сектора экономики — производство и потребление. Для этой упрощенной модели исходная информация бралась непосредственно из данных Системы национальных счетов за 2005–2011 гг.

Были рассчитаны темпы максимального сбалансированного роста экономики в период 2005–2011 гг. Результаты расчетов приведены в табл. 7.

Таблица 7. **Результаты расчета темпа сбалансированного роста экономики в период 2005–2011 гг.**

Годы	Темп сбалансированного роста, %	Данные статистики роста ВВП, %
2005	5,28	6,4
2006	5,38	8,2
2007	5,29	8,5
2008	5,50	5,2
2009	4,78	–7,8
2010	5,22	4,3
2011	5,70	4,3

Анализ данных табл. 7 показывает, что в целом динамика темпа сбалансированного роста в период 2005–2011 гг. соответствует динамике роста ВВП. Существенное различие наблюдается в 2009 г. В этом году темп роста реального ВВП отрицательный и равен (–7,8%), в то же время рассчитанное значение темпа сбалансированного роста для этого года равно 4,78%.

6. Выводы

1. Проведенный в статье анализ динамики развития экономики РФ с 1998 по 2011 г. показывает, что темпы роста выпуска и рентабельность производства в различных отраслях существенно разнятся, что приводит к быстрому росту производства сырьевых отраслей экономики и финансового сектора и снижению в ВВП доли выпуска отраслей обрабатывающего сектора и затрат на инфраструктуру.

2. Причина такого несбалансированного развития экономики РФ связана с процессами ценообразования и последующего распределения доходов в РФ, которые во многом определяются явлениями монополизма в сырьевых отраслях экономики и финансовом секторе.

3. В качестве одного из инструментов государственного регулирования и управления экономикой предлагается использовать математические модели экономического роста типа Неймана. В частности, предложенная в статье многоотраслевая модель экономического роста позволяет найти в каждом текущем интервале времени максимально возможную скорость сбалансированного роста и соответствующую структуру отраслевых выпусков и цен.

4. Проведенные по модели расчеты сбалансированного роста экономики в интервале времени с 1998 по 2011 г. и анализ результатов полученных расчетов показывают, что использование такой модели может быть полезно для решения теоретических и практических проблем роста экономики РФ.

Литература

Ашманов С. А. Введение в математическую экономику. М.: Физ.-мат. гиз., 1984. 293 с.

Антипов Е. В. Оптимальные вложения в научно-технический прогресс // Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов. М.: Экономический факультет МГУ, 2002. С. 7–15.

Дьяконов В. П. MATLAB 7.01 Самоучитель. М.: ДМК Пресс, 2008. 767 с.

Калениченко В. В., Суровцов Л. К., Шалабин Г. В. Анализ проблем экономического роста России с использованием динамической многоотраслевой модели Неймана // Вест. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5: Экономика. 2007. Вып. 3. С. 13–25.

Калениченко В. В., Суровцов Л. К., Шалабин Г. В. Оценка вариантов стратегий развития экономики России с использованием модели динамического межотраслевого баланса // Применение математики в экономике: сб. ст. / под ред. А. В. Воронцовского. Вып. 1. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2009а. С. 7–26.

Калениченко В. В., Суровцов Л. К., Шалабин Г. В. Формирование модели экономического роста для оценки перспектив развития структуры экономики современной России // Применение математики в экономике: сб. ст. / под ред. А. В. Воронцовского: сб. ст. Вып. 18. СПб. Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2009б. С. 67–81.

Калениченко В. В., Шалабин Г. В. Оценка влияния отраслевых цен на возможности роста экономики России // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5: Экономика. 2012. Вып. 2. С. 117–128.

Маневич В. Е. Кейнсианская теория и российская экономика. Ин-т проблем рынка РАН. М.: Наука, 2008. 222 с.

Моделирование экономического роста в условиях современной экономики / под ред. А. В. Воронцовского. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2011. С. 52–70.
Моисеев А. Н. Двухсекторная модель НТП с закупкой технологий // Моделирование экономических процессов: сб. науч. работ молодых ученых / под ред. М. В. Грачевой. М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2002. С. 11–18.
Суровцов Л. К. Многоотраслевая модель экономической динамики с постоянными коэффициентами затрат выпуска и распределения доходов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5: Экономика. 2011. Вып. 3. С. 125–136.
Суровцов Л. К. Модель равновесной динамики рыночной экономики. Применение математики в экономике: сб. ст. / под ред. Д. Н. Колесова. Вып. 19. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. С. 193–205.

Национальные счета России в 1997–2004 годах. URL: http://www.gks.ru (дата обращения: 4.04.2013).
Национальные счета России в 2005–2011 годах. URL: http://www.gks.ru (дата обращения: 4.04.2013).
Российский статистический ежегодник. 2002: стат. сб. Госкомстат России. М., 2002. 690 с.
Российский статистический ежегодник. 2005: стат. сб. Росстат. М., 2005. 819 с.
Российский статистический ежегодник. 2012: стат. сб. Росстат. М., 2012. 786 с.
Система таблиц «Затраты–Выпуск» России за 2003 год: стат. сб. Росстат. М., 2006.
Финансы России. 2006: стат. сб. Росстат. М., 2006. 367 с.
Финансы России. 2008: стат. сб. Росстат. М., 2008. 453 с.
Финансы России. 2010: стат. сб. Росстат. М., 2010. 468 с.

Aubin J. P. Dynamical Economic Theory a Viability Approach. Springer-Verlag, 1999. 504 p.
Aubin J. P. Optima and Equilibria. An introduction to nonliner analysis. Springer-Verlag, 1997. 418 p.
Lucas R. E. J. On the Mechanics of Economic Development // Journal of Monetary Economics. 1988. Vol. 22. P. 3–42.
Romer P. W. Increasing Returns and Long-run Growth // Journal of Political Economy. 1986. Vol. 94. P. 1002–1037.
Uzava H. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth // International Economic Review. 1965. Vol. 6. P. 18–31.

Статья поступила в редакцию 5 декабря 2013 г.