
**НАУЧНЫЕ
ОБСУЖДЕНИЯ**

8 июня 2010 г. состоялось заседание Круглого стола журнала “Экономика и математические методы” на тему: “**Мировой финансово-экономический кризис и особенности его протекания в России**”.

Предмет обсуждения – мировой финансово-экономический кризис и особенности его протекания в России. На заседании были рассмотрены следующие вопросы.

1. Общие причины циклического развития мировой экономики.
2. Причины и механизмы возникновения и распространения циклических колебаний.
3. Характерные черты нынешнего кризиса и особенности его протекания в России.
4. Политические решения, принимаемые в целях борьбы с кризисом, и их влияние на его ход.
5. Российская политика поддержки отечественных олигархов и ее вклад в преодоление негативных последствий кризиса.
6. Какие меры и, в частности, какие изменения в институциональных системах следует, на ваш взгляд, осуществить, чтобы если не избежать циклических колебаний, то хотя бы снизить их остроту в различных странах и прежде всего в России?
7. Можно ли на базе методов экономико-математического моделирования сформулировать рекомендации, способные благоприятно повлиять на процесс преодоления циклических спадов?

Каждый участник имел возможность рассматривать любые другие проблемы, касающиеся влияния мирового финансово-экономического кризиса.

Редакция журнала

Ниже публикуются тексты докладов участников Круглого стола.

ВЫЧИСЛИМАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЕНЕЖНОГО ОБРАЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

© 2011 г. **В.Л. Макаров, А.А. Афанасьев, А.А. Лосев**

(Москва)

Разработана вычислимая модель общего равновесия, описывающая основные каналы денежного обращения экономики Российской Федерации. Проведены сценарные расчеты: в частности, исследовано воздействие кредитно-денежной и валютной политики Банка России на основные макроэкономические показатели народного хозяйства, на состояние реального и финансового секторов российской экономики. В качестве основных инструментов денежно-кредитной политики были выбраны ставка рефинансирования и рублевые интервенции Банка России на внутреннем валютном рынке. Модель может быть использована профильными департаментами Банка России, Министерства финансов РФ и Министерства экономического развития РФ для анализа и прогнозирования различных вариантов динамики экономического развития Российской Федерации, а также для выработки оптимальной кредитно-денежной, тарифной и бюджетной политики российского государства.

Ключевые слова: вычислимая (имитационная) модель общего равновесия, денежное обращение, российская экономика, кредитно-денежная и валютная политика, сценарные расчеты, прогнозы.

ВВЕДЕНИЕ

1. Зарубежный опыт. Органы денежно-кредитного регулирования зарубежных стран давно разрабатывают и используют методы экономико-математического моделирования и прогнозирования с целью анализа различных вариантов кредитно-денежной политики и нахождения оптимальных решений.

Макроэкономические модели центральных банков зарубежных стран претерпели значительные изменения за период с конца 1960-х годов по сегодняшнее время. В 1960–1980-е годы активно применялись эконометрические модели сначала с адаптивными, а потом – с рациональными ожиданиями. Однако такие модели были не способны адекватно прогнозировать последствия структурных изменений в экономике, шоков совокупного предложения и внешних шоков. Кроме того, прогнозная сила этих моделей основывалась главным образом на прошлых данных, но основным недостатком было отсутствие в их основе экономического поведения агентов, что отрицательно сказывалось на точности прогнозов.

Такое положение дел потребовало разработки нового инструментария, более адекватно моделирующего и прогнозирующего экономические процессы. Начиная с 1990-х годов макроэконометрические модели стали уступать место вычислимым и стохастическим моделями общего равновесия, которые основывались на экономическом поведении агентов, учитывали их взаимодействие между собой, обладали элементами вычислимых моделей общего равновесия и эконометрических моделей. Сегодня вычислимые и стохастические модели общего равновесия активно используют Федеральная резервная система США, Банк Англии, центральные банки некоторых других европейских стран, а также Международный валютный фонд.

Модели FRB/US и SIGMA Федеральной резервной системы США. Эти модели относятся к классу стохастических динамических моделей общего равновесия, сочетающих эконометрический подход с теорией общего равновесия. После появления теории рациональных ожиданий и критики профессора Р. Лукаса (Lucas, 1976) Федеральная резервная система США стала постепенно применять методологию общего равновесия к своим макроэконометрическим моделям. Макроэкономическая модель экономики США FRB/US была модифицирована инструментарием рациональных ожиданий, межвременной оптимизации и динамического равновесия. На этой основе модель рассчитывает равновесные и стационарные траектории основных макроэкономических показателей экономики США при различных вариантах реализации кредитно-денежной политики.

В 2005 г. специалисты Федеральной резервной системы разработали новую вероятностную динамическую модель общего равновесия SIGMA. Последняя версия модели SIGMA включает в качестве отдельных блоков, кроме экономики США, экономики других стран или территорий, таких как зона евро, Япония, Канада, Мексика, развивающиеся страны Азии и остальной мир. Модель оценивает воздействие не только изменений внутреннего совокупного спроса и предложения, но и изменения в реальном, торговом и финансовом секторах других стран на макроэкономические показатели экономики США (Erceg, Guerrieri, Gust, 2006). Модели подобного класса разработаны и используются Банком Англии (Harrison et al., 2005) и Международным валютным фондом. Их разрабатывают также центральные банки развитых стран (Канада, Италия, Финляндия, Норвегия, Испания) и развивающихся государств (Бразилия, Чили, Чехия) (GEM, 2004, p. 8).

Модели Международного валютного фонда MULTIMOD и GEM (Global Economy Model). В течение 2002–2003 гг. специалисты МВФ разработали новую макроэкономическую многострановую модель общего равновесия GEM (GEM, 2004). В отличие от своей предшественницы кейнсианской макроэконометрической модели с рациональными ожиданиями MULTIMOD (Laxton et al., 1998), модель GEM основана на микроэкономической теории поведения агентов (максимизации полезности потребителями и прибыли производителями) и теории общего экономического равновесия. Модель, в частности, позволяет оценивать влияние структурных реформ в экономике США на усиление конкуренции на рынках труда и товаров в США и Европейском Союзе, анализировать различия и особенности режимов оптимальной кредитно-денежной политики в развитых и развивающихся странах, а также исследовать влияние колебаний цен на нефть на экономику промышленно развитых стран (GEM, 2004).

2. Общая характеристика вычислимых моделей общего равновесия. За последние 50 лет сформировалось и получило широкое распространение во всем мире новое направление в прикладной экономике, позволяющее найти подходы к решению широкого круга задач, относящихся в основном к государственному регулированию экономики. Основой этого направления является принципиально новый подход к моделированию экономических процессов путем создания так называемых вычислимых моделей общего равновесия (ВМОР), известных в зарубежной литературе как *Computable General Equilibrium models (CGE models)*.

ВМОР представляет собой систему уравнений, решением которой является общее экономическое равновесие, достигаемое при равенстве спроса и предложения на рынках каждого из товаров, рассматриваемых в модели. Таким образом, ВМОР имитирует функционирование рынков в экономике при предположении, что рыночные механизмы обеспечивают равновесие на внутренних рынках экономики страны.

ВМОР имеют три основных характеристики. Во-первых, они включают экономических агентов, результаты деятельности которых находят отражение во всей экономической системе. Именно поэтому ВМОР называются общими. Обычно в число агентов входят домашние хозяйства, максимизирующие полезность от приобретаемых ими товаров и услуг, и предприятия, максимизирующие свою прибыль. Также в качестве экономических агентов могут выступать правительства и торговые союзы. Во-вторых, ВМОР включают систему уравнений, решениями которых являются цены, уравнивающие спрос и предложение на рынке каждого товара, услуги и фактора производства. Поэтому такие модели именуются равновесными. В-третьих, с помощью этих моделей можно получать количественные результаты, что позволяет называть их вычислимыми.

3. Преимущества инструментария вычислимых моделей общего экономического равновесия. Модели частичного равновесия не учитывают многие важные взаимосвязи в экономике, а также ограничены большим числом “прочих равных” условий, что резко сужает область их применения. Например, изменение цены или тарифа на какой-либо продукт или услугу влияет не только на его спрос, но и на предложение, изменение которого в свою очередь влияет на спрос на другие товары.

Модели межотраслевого баланса и инструментарий математического программирования были особенно популярны в 1950–1960-х годах на Западе и до недавнего времени в России. Преимущество этих инструментов состоит в том, что они описывают многосекторную экономику, с их помощью можно оценить воздействие изменений количественных показателей в какой-либо отрасли на экономику в целом. Однако эти инструменты игнорируют роль цен – основного фактора, определяющего и балансирующего спрос и предложение в рыночной и смешанной экономике. В вычислимых моделях общего равновесия эндогенно определяются как количественные показатели, так и цены, что делает их более точным и действенным инструментом экономического моделирования и прогнозирования.

В настоящее время широко распространены макроэконометрические модели. Эти модели описывают инерционное состояние экономики, основываясь на прошлых данных, с их помощью можно получить краткосрочные прогнозы. Их недостаток состоит в том, что они основываются исключительно на прошлых данных и практически не уделяют внимания микроэкономическим аспектам поведения агентов: разработчик решает, какие параметры включать, а какие не включать в регрессионное уравнение. Поэтому они не могут адекватно предсказывать резкие изменения таких экономических параметров, как, например, скачок цен на нефть в 1970-е годы и его влияние на поведение экономических агентов. Вычислимые модели общего экономического равновесия учитывают экономическое поведение агентов (максимизацию полезности потребителями, максимизацию прибыли производителями и т.д.) и вычисляют равновесие на всех рынках, что позволяет анализировать с их помощью широкий спектр экономических явлений и взаимосвязей.

4. Российский опыт разработки и применения вычислимых моделей общего равновесия. *Модель RUSEC (RUSsian EConomy)*. В нашей стране первая вычислимая модель общего экономического равновесия российской экономики RUSEC разработана в 1999 г. директором ЦЭМИ РАН академиком В.Л. Макаровым (Макаров, 1999). Модель RUSEC оперирует различными макроэкономическими показателями, такими как ВВП, бюджет, денежная масса, уровень цен

по секторам экономики и т.д. В отличие от других типов моделей (например, эконометрических) перечисленные выше показатели являются результатом поведения экономических агентов – основных действующих лиц в экономике. В имеющейся версии модели таких агентов двенадцать: четыре агрегированных производителя (государственный, рыночный, бюджетный и теневой сектора), агрегированное домашнее хозяйство, три типа правительств (федеральное, региональное и криминальное), банковская система (Центральный банк и коммерческие банки), страны СНГ и остальной мир.

Модель RUSEC откалибрована по статистическим данным Росстата. Цель калибровки – привести все вычисляемые в модели переменные (например, выпуск продукции, цены, темп инфляции, занятость, зарплату, инвестиции) в соответствие с фактическими данными (как правило, данными Росстата). Это происходит путем подбора части тех переменных, которые не вычисляются, являются заданными (экзогенные переменные) и неизвестными из статистики, например, параметров производственной функции, долей бюджетов предприятия и домашнего хозяйства, идущих на покупку товаров, и т.п.

Исходная модель RUSEC и различные ее модификации широко используются для различных целей. К настоящему моменту на базе модели RUSEC под руководством академика В.Л. Макарова разработан ряд моделей CGE, позволяющих решать конкретные экономические задачи. Например, модификации модели RUSEC использовались для определения влияния изменения тарифов на электроэнергию и газ на различные показатели развития экономики: темпы роста ВВП, динамику инвестиций, доходов населения, изменения спроса различных секторов экономики (Макаров, Афанасьев и др., 2003б). Имеются модификации RUSEC для анализа роли федеральных округов, изменения системы налогообложения, для выработки политики перехода к платному образованию и здравоохранению и т.п. (Макаров, Сулакшин, Бахтизин, 2007).

Модель RUSEC–GAZPROM (Макаров, Афанасьев и др., 2003а) разработана в ЦЭМИ под руководством академика В.Л. Макарова по заказу ОАО “Газпром” с целью оценки реакции основных макроэкономических показателей экономики России на повышение тарифов на газ.

Модель “RUSEC: Естественные монополии” (Макаров, Афанасьев и др., 2003б) разработана в ЦЭМИ под руководством академика В.Л. Макарова по заказу Министерства экономического развития и торговли РФ и его Ситуационного центра. В модели выделены в качестве отдельных экономических агентов ОАО “Газпром” и РАО ЕЭС России, проведена серия экспериментов по оценке влияния повышения цен на электрическую энергию и природный газ на основные макроэкономические показатели экономики России.

В настоящее время ВМОР-моделирование стало инструментом для решения задач регулирования денежного обращения Российской Федерации.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель исследования – разработать модель денежного обращения, описывающую основные каналы денежного обращения экономики Российской Федерации, и на ее основе исследовать воздействие кредитно-денежной и валютной политики Банка России на состояние реального и финансового секторов народного хозяйства. В качестве основных инструментов денежно-кредитной политики в данной версии модели выбраны ставка рефинансирования и рублевые интервенции Банка России на внутреннем валютном рынке. Выбор ставки рефинансирования в качестве ключевого инструмента обусловлен ее возрастающим воздействием на уровень процентных ставок в экономике, определяющих сберегательную и кредитную активность экономических агентов, а выбор рублевых интервенций – важностью недопущения резкого удорожания валютного курса при положительном сальдо торгового баланса.

На первом этапе строится *помесячная* вычисляемая модель экономического равновесия, которая охватывает период с января 2008 г. по май 2010 г.

На втором этапе модель калибруется. Цель калибровки – привести все вычисляемые в модели переменные (которые в дальнейшем мы будем называть эндогенными: например, выпуск продукции, цены, темп инфляции, занятость, заработную плату, инвестиции) в соответствие с

фактическими данными. Калибровка происходит путем подбора части тех переменных, которые не вычисляются, а являются заданными (экзогенные переменные), например: параметров производственной функции, долей бюджетов предприятия и домашнего хозяйства, идущих на покупку товаров, и т.п.

На третьем этапе проводятся компьютерные эксперименты.

2. МОДЕЛЬ

За основу была взята модель RUSEC – первая вычислимая модель российской экономики, разработанная академиком В.Л. Макаровым (Макаров, 1999), а также модель RUSEC–GAZPROM, разработанная сотрудниками Лаборатории экспериментальной экономики ЦЭМИ РАН (Макаров, Афанасьев и др., 2003а).

Новизна модели денежного обращения. В отличие от уже имеющихся вычислимых моделей российской экономики (Макаров, 1999; Макаров, Афанасьев и др., 2003а, 2003б) настоящая модель характеризуется следующими особенностями. Во-первых, в модели описаны два важнейших канала денежного обращения российской экономики – валютный канал и канал рефинансирования. Во-вторых, в модели сочетаются два механизма инфляции – спроса (через канал валютного рынка и канал рефинансирования) и издержек (через повышение цен на природный газ). В-третьих, предложен механизм уравнивания спроса и предложения на рынке кредитов Банка России коммерческим банкам при заданной ставке рефинансирования. В-четвертых, курс доллара США по отношению к рублю вычисляется эндогенно под воздействием изменений спроса и предложения на внутреннем валютном рынке.

В модели представлено одиннадцать экономических агентов: 1) интегрированное домашнее хозяйство (далее – домашнее хозяйство); 2) интегрированные в одно предприятие остальные отрасли экономики (далее – предприятие); 3) нефтегазовая отрасль (ОАО “Газпром”); 4) производство и распределение электроэнергии, газа и воды; 5) прочие отрасли промышленности; 6) оптовая и розничная торговля; 7) сельское хозяйство; 8) государственное управление (бюджетный сектор); 9) транспорт и связь; 10) сектор коммерческих банков; 11) Банк России.

Предприятие производит продукт, выпуск которого определяется производственной функцией; в качестве ее аргументов выступают промежуточный продукт, природный газ, рабочая сила, основные фонды и импортная продукция. Одна часть произведенного продукта используется в производстве, другая идет на инвестиции, остальная продается домашнему хозяйству. Рублевые денежные поступления предприятия складываются из выручки от продажи продукта на внутреннем рынке, полученных от банковского сектора кредитов, дохода от продажи иностранной валюты на внутреннем валютном рынке и прироста тех денег на рублевом банковском счете, которые не расходуются. Денежные средства предприятия расходуются на покупку газа, промежуточного продукта, рабочей силы, иностранной валюты на внутреннем валютном рынке, налоговые перечисления домашним хозяйствам и выплаты по кредитам банковскому сектору. Поступления денежных средств в иностранной валюте состоят из экспортной выручки, дохода от покупки иностранной валюты на внутреннем валютном рынке, полученных из-за рубежа кредитов и прироста тех денег на валютном банковском счете, которые не расходуются. Иностранная валюта расходуется предприятием на покупку импортной продукции, рублей на внутреннем валютном рынке и выплаты по полученным из-за рубежа валютным кредитам.

Нефтегазовая отрасль представлена компанией ОАО “Газпром”, которая добывает газ и продает его предприятию, домашнему хозяйству и на экспорт.

Поведение домашнего хозяйства состоит в максимизации функции полезности, аргументами которой являются потребление газа, потребление конечного продукта и уровень занятости. В результате решения этой задачи находится предложение труда и спрос на конечный продукт. Потребление природного газа предполагается заданным. Расходы на покупку газа и конечного продукта ограничены бюджетом хозяйства, состоящим из фонда заработной платы, налоговых перечислений предприятий и денежных средств предыдущего периода, не истраченных на покупку товаров.

Сектор коммерческих банков занимает кредитные средства у Центрального банка по ставке рефинансирования и выдает кредиты агрегированному предприятию по коммерческой кредитной ставке.

Поведение Центрального банка состоит в эмиссии денег, выдаче кредитов коммерческим банкам по ставке рефинансирования, покупке и продаже иностранной валюты на внутреннем валютном рынке. Остальные экономические агенты описываются выпуском продукции, представляющим собой некоторую долю в валовом выпуске экономики России.

Рассмотрим поведение каждого экономического агента.

2.1. Агрегированное предприятие. *Производство и распределение произведенной продукции.* Каждый месяц предприятие выпускает продукт Y_2 , затрачивая на его производство пять видов ресурсов – промежуточный продукт Z_2 , труд L_2 , капитал K_2 , газ ZG_2 и импортную продукцию Im :

$$Y_2 = S \times AR_2 \times ZGD_2P_1^{AZG_2} \times ZD_2P^{AZ_2} \times LD_2P^{AL_2} \times K_2^{AK_2} \times Im^{AI_2},$$

где $AR_2, AZG_2, AZ_2, AL_2, AK_2, AI_2$ – положительные коэффициенты производственной функции; S – сезонная компонента.

Часть произведенного продукта ZS_2P уходит на промежуточное потребление, которое продается по цене PZ и представляет собой предложение промежуточного продукта

$$ZS_2P = Y_2 \times EZ_2P,$$

другая часть CS_2P продается домашнему хозяйству по цене PC и представляет собой предложение конечной продукции

$$CS_2P = Y_2 \times EC_2P,$$

третья часть I представляет собой инвестиции

$$I = Y_2 \times EI_2P,$$

которые направляются на прирост основного капитала K_2 , долю ликвидации которого выражает меньший единицы коэффициент a :

$$K_2(t) = (1 - a) \times K_2(t - 1) + I.$$

Остальная часть продукции предприятия EX продается на экспорт по цене PE :

$$EX = Y_2 \times EE_2.$$

1. *Рублевый бюджет предприятия.* Бюджет состоит из доходов и расходов. Доход предприятия $B_2(t)$ складывается из выручки от реализованной им промежуточной и конечной продукции YP_2 на территории России, выручки от реализации газа YP_1 на территории России, кредитов в рублях $B\%1D(t)$, полученных от банковского сектора, рублевых средств, полученных от продажи иностранной валюты на внутреннем валютном рынке $DRUR_2$, и прироста денег на рублевом банковском счете:

$$\begin{aligned} B_2(t) = & YP_1 + YP_2 + DRUR_2 + B\%1D(t) + B_2(t - 1) \times R \times \\ & \times [1 - OZG_2P_1(t - 1) - OZ_2P(t - 1) - OL_2P(t - 1) - OT_2P(t - 1) - \\ & - OB\%2(t - 1) - OD\$2(t - 1)]. \end{aligned}$$

Прирост денег на рублевом банковском счете представляет собой сумму денег, не потраченных в предыдущем периоде на покупку газа, промежуточного продукта, иностранной валюты и рабочей силы, на уплату налогов и долгов, умноженную на банковский процент R :

$$\begin{aligned} B_2(t - 1) \times R \times [1 - OZG_2P_1(t - 1) - OZ_2P(t - 1) - \\ - OL_2P(t - 1) - OT_2P(t - 1) - OB\%2(t - 1) - OD\$2(t - 1)]. \end{aligned}$$

Спрос на кредит банковского сектора $B\%2D(t)$ складывается (см. модель RUSEC) из отношения спроса в предыдущем периоде $B\%2D(t-1)$ к разности кредитных ставок текущего $B\%(t)$ и предыдущего $B\%(t-1)$ периодов:

$$B\%2D(t) = \frac{B\%2D(t-1)}{1 + B\%(t) - B\%(t-1)}.$$

Рублевые средства, полученные от продажи иностранной валюты, $DRUR2$ представляют собой некоторую долю $ORUR$ валютного бюджета предприятия $B\$2$ (см. ниже), помноженную на валютный курс E :

$$DRUR2 = ORUR2 \times B\$2 \times E.$$

Расходы предприятия делятся на покупку газа $EZGD2P1$, промежуточного продукта $EZD2P$, рабочей силы $ELD2P$, налоговые отчисления домашним хозяйствам $TD2P$, возврат рублевых кредитов $VC2$ и покупку иностранной валюты на внутреннем валютном рынке $ED\$2$, которые представляют собой некоторые части рублевого бюджета предприятия $B2$:

$$\begin{aligned} EZGD2P1 &= OZG2P1 \times B2, \\ EZD2P &= OZ2P \times B2, \\ ELD2P1 &= OL2P \times B2, \\ TD2P &= OT2P \times B2, \\ VC2 &= OB\%2 \times B2, \\ ED\$2 &= OD\$2 \times B2. \end{aligned}$$

Спрос предприятия на газ $ZGD2P1$, промежуточный продукт $ZD2P$, рабочую силу $LD2P$ и иностранную валюту $D\$2$ представляют собой части бюджета, идущие на их покупку, деленные на цены этих товаров:

$$\begin{aligned} ZGD2P1 &= (OZG2P1 \times B2)/PG1, \\ ZD2P &= (OZ2P \times B2)/PZ, \\ LD2P &= (OL2P \times B2)/PL, \\ D\$2 &= (OD\$2 \times B2)/E. \end{aligned}$$

2. *Валютный бюджет предприятия.* Поступление иностранной валюты на валютный счет предприятия складывается из выручки от экспорта Газпрома $YPS1$ и агрегированного предприятия $YPS2$, кредитов внешнего инвестора $B\%2D\$$, купленной на внутреннем валютном рынке иностранной валюты $D\$2$ и прироста денег на валютном счете, не истраченных в предыдущем периоде $B\$2(t-1) \times R\$ \times (1 - OIm - OB\%\$2 - ORUR2)$ на импорт, возврата валютных кредитов и продажи валюты на внутреннем валютном рынке:

$$\begin{aligned} B\$2 &= YPS1 + YPS2 + B\%2D\$ + D\$2 + B\$2(t-1) \times R\$ \times \\ &\times (1 - OIm - OB\%\$2 - ORUR2), \end{aligned}$$

где $YPS1 = PG3 \times ZGSP3$ представляет экспортную валютную выручку ОАО "Газпром" (см. ниже).

Экспортная валютная выручка предприятия представляет собой экспорт, деленный на валютный курс: $YPS2 = Y2 \times EE2/E$.

Спрос предприятия на валютные кредиты внешнего инвестора складывается из отношения спроса в предыдущем периоде к разности внешних кредитных процентных ставок текущего $B\%\$ (t)$ и предыдущего $B\%\$ (t-1)$ периодов и разности между долгом предприятия внешнему инвестору на начало предыдущего периода $DDEBT\$2(t-1)$ и долгом на начало текущего периода $DDEBT\$2(t)$:

$$\begin{aligned} B\%2D\$ (t) &= B\%2D\$ (t-1) \frac{1}{1 + B\%\$ (t) - B\%\$ (t-1)} + \\ &+ DDEBT\$2(t-1) - DDEBT\$2(t), \end{aligned}$$

где долг предприятия на начало текущего периода $DDEBT(t)$ равен долгу на начало прошлого периода $DDEBT(t-1)$ плюс спрос на кредит в предыдущем периоде $B\%D(t-1)$ минус выплаты кредитов $OB\%B \times B(t-1)$:

$$DDEBT(t) = DDEBT(t-1) + B\%D(t-1) - OB\%B \times B(t-1),$$

где выплаты по кредитам представляют собой некоторую долю $OB\%B$ валютного бюджета предприятия B .

Спрос на иностранную валюту представляет собой отношение расходов рублевого бюджета на покупку иностранной валюты $OD \times B$ к валютному курсу E :

$$D = OD \times B / E \text{ (из рублевого бюджета).}$$

Спрос на импортную продукцию Im , выплаты по валютным кредитам VC , продажа валюты на внутреннем валютном рынке S представляют собой некоторые доли OIm , $OB\%B$, $ORUR$ валютного бюджета предприятия B :

$$Im = OIm \times B, \quad VC = OB\%B \times B, \quad S = ORUR \times B.$$

2.2. Нефтегазовая отрасль. Каждый месяц Газпром реализует Y_1 млрд м³ газа, часть которого $ZGSP_1$ он продает предприятию по заданной цене PG_1 , другую (заданную) часть (A) – домашнему хозяйству по заданной цене PG_2 , а третью $ZGSP_3$ экспортирует по цене PG_3 . Баланс газа отражает уравнение:

$$Y_1 = ZGSP_1 + ZGSP_3 + A.$$

Выручка Газпрома от продажи газа в России в рублях Y_1P равна

$$Y_1P = PG_1 \times ZGSP_1 + PG_2 \times A,$$

в долларах на экспорт:

$$Y_1P\$ = PG_3 \times ZGSP_3.$$

2.3. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Экономический агент, производящий и распределяющий электроэнергию, газ и воду, описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по виду экономической деятельности “ E ” (Производство и распределение электроэнергии, газа и воды) Y_6 рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_6 :

$$Y_6 = Y \times E_6,$$

где E_6 – доля валового выпуска ОКВЭД “ E ” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.4. Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования. Экономический агент, ведущий оптовую и розничную торговлю, описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по виду экономической деятельности “ G ” (Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования) Y_7 рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_7 :

$$Y_7 = Y \times E_7,$$

где E_7 – доля валового выпуска ОКВЭД “ G ” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.5. Прочие отрасли промышленности (ОКВЭД “ $C+D$ ”). Экономический агент, производящий промышленную продукцию (за исключением электроэнергетики), описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по видам экономической деятельности “ C ” (куда входит нефтяная промышленность) и “ D ” Y_8 рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_8 :

$$Y_8 = Y \times E_8,$$

где E_8 – доля валового выпуска ОКВЭДов “ C ” и “ D ” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.6. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Экономический агент, занимающийся сельским хозяйством, охотой и ловлей рыбы, описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по виду экономической деятельности “А” Y_9 рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_9 :

$$Y_9 = Y \times E_9,$$

где E_9 – доля валового выпуска ОКВЭД “А” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.7. Бюджетный сектор (государственное управление). Экономический агент, занимающийся государственным управлением, описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по виду экономической деятельности “L” (Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение) Y_{10} рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_{10} :

$$Y_{10} = Y \times E_{10},$$

где E_{10} – доля валового выпуска ОКВЭД “L” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.8. Транспорт и связь. Экономический агент, оказывающий услуги транспорта и связи, описывается величиной валового выпуска в сопоставимых ценах. Валовой выпуск по виду экономической деятельности “I” (Транспорт и связь) Y_{11} рассчитывается путем умножения величины валового выпуска всех отраслей экономики Y на долю E_{11} :

$$Y_{11} = Y \times E_{11},$$

где E_{11} – доля валового выпуска ОКВЭД “I” в валовом выпуске всех отраслей экономики Российской Федерации.

2.9. Домашнее хозяйство. Домашнее хозяйство максимизирует логарифмическую функцию полезности, прямо пропорционально зависящую от потребления конечного продукта CD , газа $ZG2D$ и свободного времени $(L_0 - L)$, т.е. обратно пропорционально – от предложения труда L :

$$alfa \times LN(ZG2D) + beta \times LN(CD) + (1 - alfa - beta) \times LN(L_0 - L) \rightarrow \max(ZG2D, CD, L)$$

при бюджетном ограничении

$$PG2 \times ZG2D + PC \times CD =$$

$$= PL \times L + TD2P + [B3(t-1) - PG2(t-1) \times ZG2D(t-1) - PC(t-1) \times CD(t-1)] \times R,$$

где $alfa, beta, L_0, PG2, PC, PL, B3(t-1), PG2(t-1), ZG2D(t-1), PC(t-1), CD(t-1)$ заданы.

Поясним, что доходная часть бюджета домашнего хозяйства складывается из фонда заработной платы $PL \times L$, налоговых отчислений предприятия домашнему хозяйству $TD2P$ и прироста денег, не истраченных на покупку товаров в предыдущем периоде:

$$[B3(t-1) - PG2(t-1) \times ZG2D(t-1) - PC(t-1) \times CD(t-1)] \times R.$$

В результате решения этой задачи методом Лагранжа получаем функцию предложения труда L :

$$L = (alfa + beta) \times L_0 - (1 - alfa - beta) \times \\ \times [TD2P + [B3(t-1) - PG2(t-1) \times A(t-1) - PC(t-1) \times CD(t-1)] \times R] / PL.$$

Поскольку потребление газа домашними хозяйствами $ZG2D = A$ является величиной заданной, то его расходы на покупку газа равны $PG2 \times A$. Следовательно, расходы на покупку конечного продукта представляют собой разность между доходами бюджета домашнего хозяйства и расходами на покупку газа:

$$PC \times CD = PL \times L + TD2P + \\ + [B3(t-1) - PG2(t-1) \times A(t-1) - PC(t-1) \times CD(t-1)] \times R - PG2 \times A.$$

Отсюда спрос на конечный продукт CD равен расходам на покупку конечного продукта, деленным на его цену PC :

$$CD = [PL \times L + TD2P - PG2 \times A + [B3(t-1) - PC(t-1) \times CD(t-1) - PG2(t-1) \times A] \times R] / PC.$$

2.10. Сектор коммерческих банков. Рублевый бюджет банковского сектора $B4$ складывается из прироста денег, не истраченных на выдачу кредитов предприятию, и возврата кредитов Центробанку в предыдущем периоде, $B4(t-1)(1+R)(1-OC\%4-OCB\%4)$, спроса на кредитные средства Банка России $B\%4D(t)$ и кредитов, возвращенных с процентами предприятием $OB1\% \times B2(t)$:

$$B4(t) = B4(t-1)(1+R)(1-OC\%4-OCB\%4) + B\%4D(t) + OB1\% \times B2(t).$$

Спрос банковского сектора на кредиты Центробанка складывается из отношения спроса в предыдущем периоде $B\%4D(t-1)$ к разности ставок рефинансирования текущего $ref(t)$ и предыдущего $ref(t-1)$ периодов и разности между долгом Центробанку в предыдущем периоде $DDEBT4(t-1)$, скорректированным на коэффициент инфляции $INFR$, и долгом текущего периода $DDEBT4(t)$:

$$B\%4D(t) = B\%4D(t-1)/[1+ref(t)-ref(t-1)] + DDEBT4(t-1) \times INER - DDEBT4(t),$$

где $ref(t)$ – ставка рефинансирования Банка России.

Долг коммерческих банков Банку России равен долгу в предыдущем периоде $DDEBT4(t-1)$ плюс спрос на кредиты $B\%4D(t)$ и минус возврат кредитов $OCB\%4 \times B4(t-1)$:

$$DDEBT4(t) = DDEBT4(t-1) + B\%4D(t) - OCB\%4 \times B4(t-1).$$

Расходы коммерческих банков состоят из выдачи кредитов предприятию и возврата кредитов Центробанку.

Предложение кредитов предприятию со стороны банковского сектора по ставке $B\%4S$ представляет некоторую долю $OC\%4$ бюджета последнего $B4$:

$$B\%4S = B4 \times OC\%4,$$

возврат кредитов банковским сектором Центробанку также представляет собой некоторую долю $OCB\%4$ бюджета банковского сектора $B4$:

$$RCR4 = B4 \times OCB\%4.$$

2.11. Банк России. 1. Рублевый бюджет. Доходы банка в российских рублях $B5(t)$ складываются из прироста денег, не истраченных на выдачу кредитов в предыдущем периоде,

$$B5(t) = B5(t-1)(1+R)(1-OC\%5-O\$5),$$

денежной эмиссии $M(t) - M(t-1)$, кредитов, возвращенных с процентами коммерческими банками, $OCB4\% \times B4(t)$, и рублей, полученных от продажи иностранной валюты на внутреннем валютном рынке, $DRUR5$:

$$B5(t) = B5(t-1)(1+R)(1-OC\%5-O\$5) + M(t) - M(t-1) + OCB4\% \times B4(t) + DRUR5.$$

Покупка рублей Банком России на внутреннем валютном рынке $DRUR5$ представляет собой некоторую долю $ORUR5$ его валютного бюджета $B\$5$ (см. ниже), умноженную на валютный курс E :

$$DRUR5 = B\$5 \times ORUR5 \times E.$$

Расходы банка состоят из выдачи кредитов коммерческим банкам $B\%5S$ и покупки иностранной валюты на внутреннем валютном рынке $D\$5$, которые представляют собой некоторые доли $OC\%5$ и $O\$5$ его рублевого бюджета $B5$:

$$B\%5S(t) = B5(t) \times OC\%5, D\$5 = B5 \times O\$5/E.$$

2. Валютный бюджет. Поступления денежных средств в иностранной валюте $B\$5(t)$ складываются из доходов от продажи рублей на внутреннем валютном рынке $D\$5$ и прироста тех денег, которые не были потрачены в предыдущем периоде, $B\$5(t-1) \times (1+R\$)(1-ORUR5)$:

$$B\$5(t) = B\$5(t-1) \times (1+R\$)(1-ORUR5) + D\$5.$$

Продажа иностранной валюты на внутреннем валютном рынке $S\$5$ представляет собой некоторую долю $ORUR5$ валютного бюджета Центробанка $B\$5$:

$$S\$5 = B\$5 \times ORUR5.$$

3. РАВНОВЕСИЕ В МОДЕЛИ ДЕНЕЖНОГО ОБРАЩЕНИЯ

Определение. Равновесием в модели, определенной приведенными выше уравнениями, назовем некоторый набор параметров модели, включающий такой набор цен ($PZ, PC, PL, PG1, B\%, ref, E$), при котором совокупный спрос на каждый из товаров (промежуточный $ZD2P$ и конечный $CD3P$ продукты, рабочую силу $LD2P$, газ $ZGD2P1$, кредитные средства банковского сектора $B\%1D$, кредитные средства Центробанка $B\%4D$, иностранную валюту $D\$5 + D\2) будет равен совокупному предложению каждого из этих товаров ($ZS2P, CS2P, L, ZGSP1, B\%1S, B\%5S, S\$5 + S\$2$):

$$\begin{aligned} ZD2P &= ZS2P \text{ (равновесие на рынке промежуточного продукта),} \\ CD &= CS2P \text{ (равновесие на рынке конечного продукта),} \\ LD2P &= L \text{ (равновесие на рынке рабочей силы),} \\ ZGD2P1 &= ZGSP1 \text{ (равновесие на рынке внутреннего потребления газа),} \\ B\%1D &= B\%4S \text{ (равновесие на кредитном рынке),} \\ B\%4D &= B\%5S \text{ (равновесие на рынке кредитов Центробанка),} \\ S\$5 + S\$2 &= D\$5 + D\$2 \text{ (равновесие на внутреннем валютном рынке).} \end{aligned}$$

Таким образом, в модели рассматривается семь внутренних рынков: газа, промежуточного продукта, конечного продукта, труда, кредитов Центробанка, кредитов реальному сектору и внутренний валютный.

Уравнивание спроса и предложения газа при помощи индикатора избыточности. В модели цены на газ не вычисляются, а задаются, что является имитацией их установления государством. Следовательно, в модели необходимо воздействовать на спрос и предложение газа таким образом, чтобы привести их в соответствие при помощи долей бюджетов экономических агентов, направляемых на покупку газа. В данном случае мы воздействуем на долю бюджета предприятия $OZG2P1(q)$:

$$OZG2P1(q) = OZG2P1(q-1) \times \frac{ZGSP1(q-1)}{ZGD2P1(q-1)},$$

где q – шаг итерации.

В итерационном процессе индикатор $ZG1S(q-1)/ZG1D(q-1)$ стремится к единице.

Уравнивание спроса и предложения кредитных ресурсов Центробанка при помощи индикатора дефицитности. Это новый механизм, уравнивающий спрос и предложение при помощи доли рублевого бюджета Банка России, направляемой на выдачу кредитов коммерческим банкам, $OC\%5(q)$:

$$OC\%5(q) = OC\%5(q-1) \times B\%5D(q-1)/B\%5S(q-1),$$

где q – шаг итерации. В итерационном процессе индикатор $B\%5D(q-1)/B\%5S(q-1)$ стремится к единице.

Таким образом, если на рынке газа спрос приспособляется к предложению при заданной цене на газ, то на кредитном рынке предложение кредитов Центробанка приспособляется к спросу коммерческих банков при заданной ставке рефинансирования.

Вычисление равновесных рыночных цен на остальные товары и финансовые инструменты. Цены на остальные товары и финансовые инструменты вычисляются с помощью итераций по следующей формуле

$$P(q) = P(q-1) + (D(q) - S(q))/Q.$$

При уменьшении значения константы итерации экономическая система быстрее приходит в состояние равновесия, однако при этом возрастает опасность попадания цены в отрицательную область.

В соответствии с приведенной выше общей формулой рыночные цены вычисляются по формулам, в которые входит константа итерации Q :

$PZ(q) = PZ(q - 1) + (ZD2P(q) - ZS2P(q))/Q$ – рыночная цена на промежуточный продукт,

$PC(q) = PC(q - 1) + (CD3P(q) - CS2P(q))/Q$ – рыночная цена на конечный товар,

$PL(q) = PL(q - 1) + (LD2P(q) - L(q))/Q$ – рыночная цена на рабочую силу,

$B\%(q) = B\%(q - 1) + (B\%1D - B\%1S)/Q$ – рыночная цена кредита,

$E(q) = E(q - 1) + ([D\$5(q) + D\$2(q)] - [S\$5(q) + S\$2(q)])/Q$ – рыночная цена доллара США по отношению к рублю.

Для обеспечения сходимости спроса и предложения в модели мы выбрали $Q = 1$ млрд.

4. АГРЕГИРОВАННЫЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

После определения равновесных цен и уравнивания спроса и предложения на каждый из товаров рассчитываются агрегированные макроэкономические показатели экономики по следующим формулам:

$$Y = Y1 + Y2; \quad YP = Y1P + Y2P;$$

$$Z = Z2; \quad I = I2; \quad L = L2;$$

$$InfPC = PC(t)/PC(t - 1); \quad InfPZ = PZ(t)/PZ(t - 1).$$

5. КАЛИБРОВКА МОДЕЛИ

Калибровка, или *калибрование*, модели состоит в приведении ее к такому виду, чтобы модель как можно более точно отражала экономические процессы, которые фактически имели место в экономике России в течение всего периода калибрования. В данном исследовании период калибрования состоял из месячных интервалов и охватывал временной промежуток с января 2008 г. по май 2010 г.

При калибровании подбираются такие значения некоторых экзогенных параметров модели, при которых макроэкономические эндогенные показатели, такие как ВВП, объем производства в физических единицах, темп инфляции и т.п., совпадали бы с их фактическими значениями на всем периоде калибрования.

Данные и их обработка. Для вычисления фактических месячных значений выпуска товаров и услуг экономики России в сопоставимых ценах (показатель в модели – Y) использовались показатели индекса выпуска продукции и услуг пяти базовых отраслей экономики, взятые из ежемесячных докладов Росстата о социально-экономическом положении России.

Фактические месячные значения выпуска товаров и услуг экономики России в текущих ценах (показатель в модели – YP) рассчитывались как произведения Y в сопоставимых ценах и средневзвешенных значений индексов потребительских цен и цен производителей (январь 2001 = 100), где вес первого равен 0.52, второго – 0.48.

Фактические значения ВВП и промежуточной продукции в сопоставимых ценах вычислялись как доли в выпуске товаров и услуг (Y) в соответствии с пропорциями, взятыми из статистического сборника “Национальные счета России”. Фактические значения ВВП и промежуточной продукции в текущих ценах вычислялись при помощи умножения их значений в постоянных ценах на индексы цен – соответственно потребителей и производителей (январь 2001 г. = 100).

Фактические значения конечного потребления в текущих ценах вычислялись как доля в выпуске товаров и услуг в текущих ценах (YP) в соответствии с пропорциями, взятыми из статистического сборника “Национальные счета России”. Показатели фактической численности занятых в экономике работников были взяты из ежемесячных докладов Росстата.

Фактические цены на газ для предприятий, населения и экспорта были взяты из отчетности ОАО “Газпром”. Фактические годовые значения потребления газа домашними хозяйствами и предприятиями, а также данные по экспорту были взяты из отчетности ОАО “Газпром”, их помесячная разбивка осуществлялась на основе данных Росстата.

Фактические значения инфляции цен на потребительские товары и промежуточный продукт были взяты из ежемесячных докладов Росстата.

Таблица 1. Параметры производственной функции

<i>AR2</i>	Коэффициент размерности	0.55
<i>AZG2</i>	Коэффициент при газе	0.30
<i>AZ2</i>	Коэффициент при промежуточном продукте	0.22
<i>AL2</i>	Коэффициент при труде	0.20
<i>AK2</i>	Коэффициент при капитале	0.45
<i>AI2</i>	Коэффициент при импортной продукции	0.15

Таблица 2. Сезонная компонента *S* по месяцам 2008 г.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.17	1.08	1.06	0.97	0.94	0.93	0.96	0.91	0.89	0.79	0.71	0.70

Таблица 3. Параметры функции полезности

<i>alfa</i>	Коэффициент при природном газе	0.002
<i>beta</i>	Коэффициент при конечном продукте	0.900
<i>gamma</i>	Коэффициент при свободном времени	0.098

Ежемесячные значения курса доллара США по отношению к рублю были взяты на сайте Центрального банка РФ (www.cbr.ru).

Фактические месячные значения ВВП, промежуточного и конечного потребления, а также инвестиций в модели вычислялись как доля в выпуске товаров и услуг (*Y*) в соответствии с пропорциями, взятыми из статистического сборника “Национальные счета России”.

Бюджет производителя рассчитывался на основе данных финансовой статистики Росстата. Бюджет потребителя рассчитывался на основе данных Росстата.

Объем кредитов Банка России коммерческим банкам и объем кредитов коммерческих банков остальным отраслям экономики взяты с официального сайта Банка России. Задолженность по кредитам взята из данных Росстата.

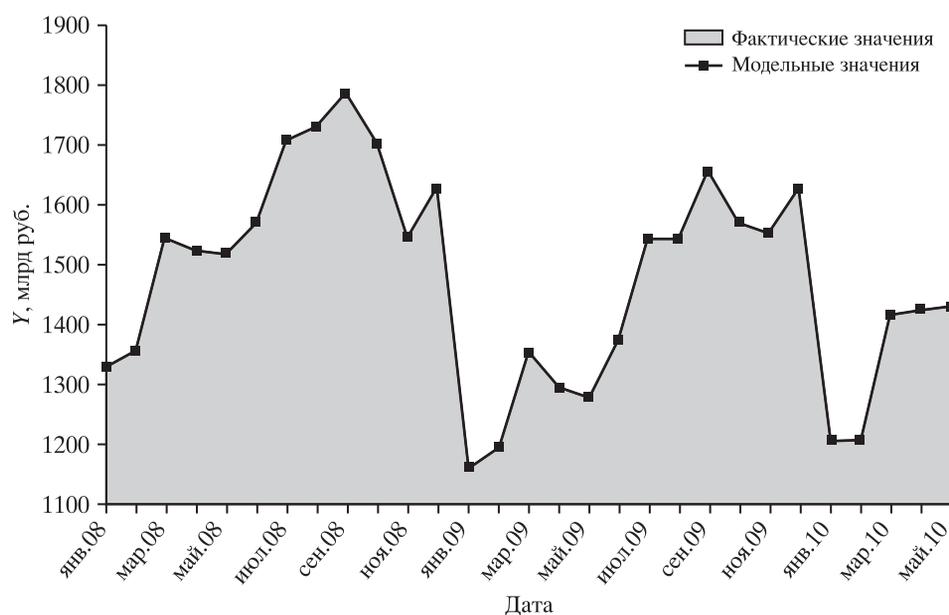


Рис. 1. Фактический и модельный валовой выпуск *Y* в сопоставимых ценах с января 2008 г. по май 2010 г.

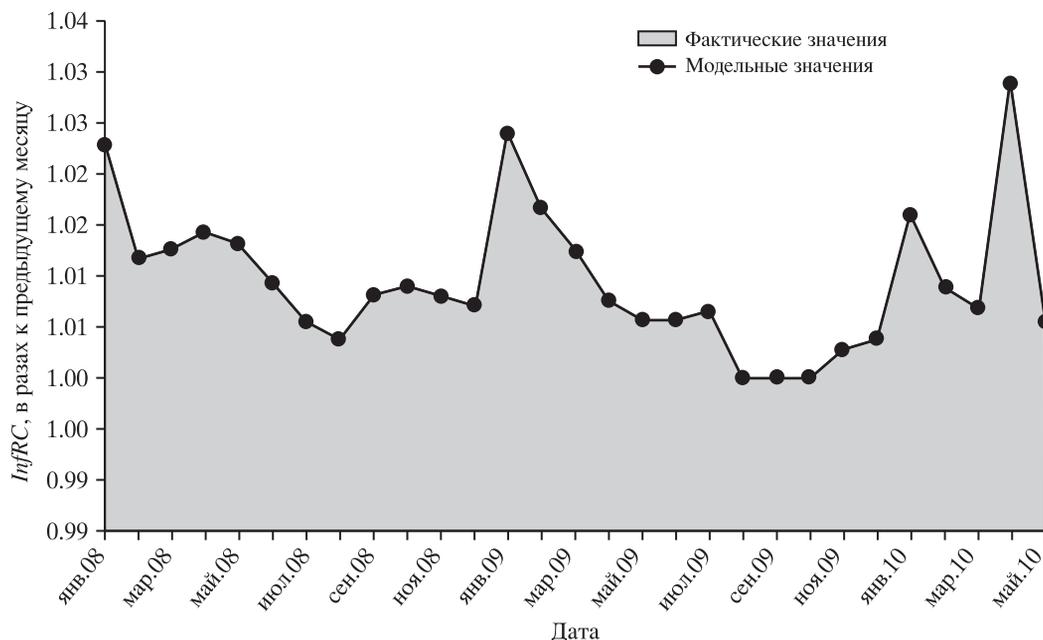


Рис. 2. Фактические и модельные темпы роста потребительских цен $InfPC$ в разгах к предыдущему месяцу – с января 2008 г. по май 2010 г.

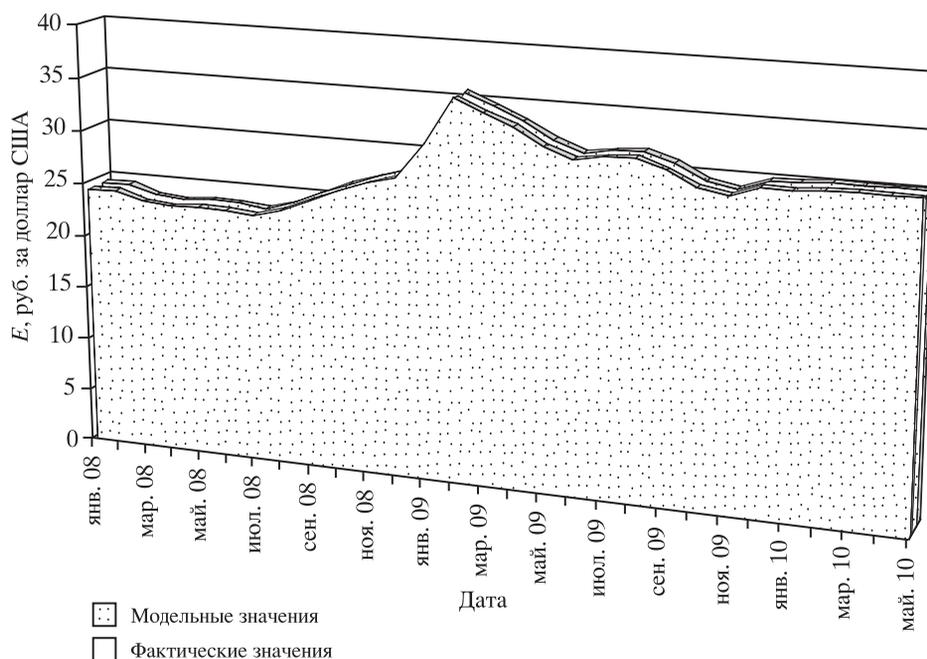


Рис. 3. Фактические и модельные значения официального валютного курса рубля к доллару США E с января 2008 г. по май 2010 г.

Замечание. В связи с тем что Банк России не раскрывает статистических данных о безналичной иностранной валюте (в частности, объемы продаж иностранной валюты с транзитных и текущих валютных счетов предприятий, объемы поступлений иностранной валюты на специальные транзитные счета предприятий¹), а также не раскрывает в полном объеме свои

¹ Коды валютных операций клиентов уполномоченных банков VO 01 010, VO 01 020, VO 01 030 (см. приложение 2 к Инструкции Банка России от 15 июня 2004 г. № 117-И “О порядке представления резидентами и нерезидентами уполномоченным банкам документов и информации при осуществлении валютных операций, порядке учета уполномоченными банками валютных операций, порядке учета уполномоченными банками валютных операций и оформления паспортов сделок”).

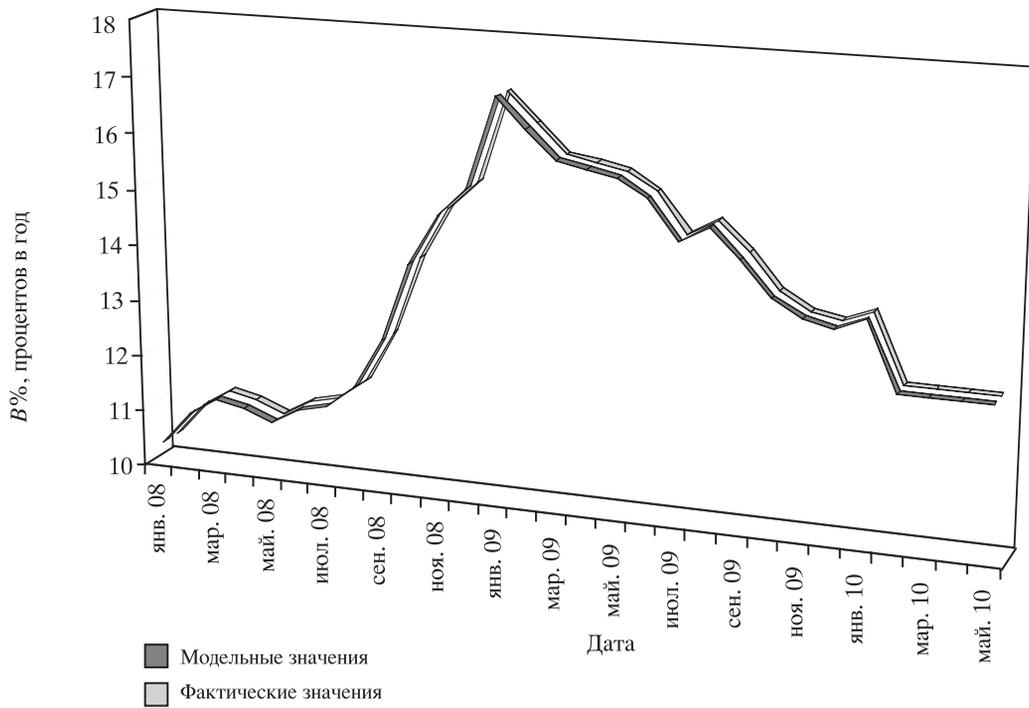


Рис. 4. Фактические и модельные значения кредитной процентной ставки $B\%$ с января 2008 г. по май 2010 г.

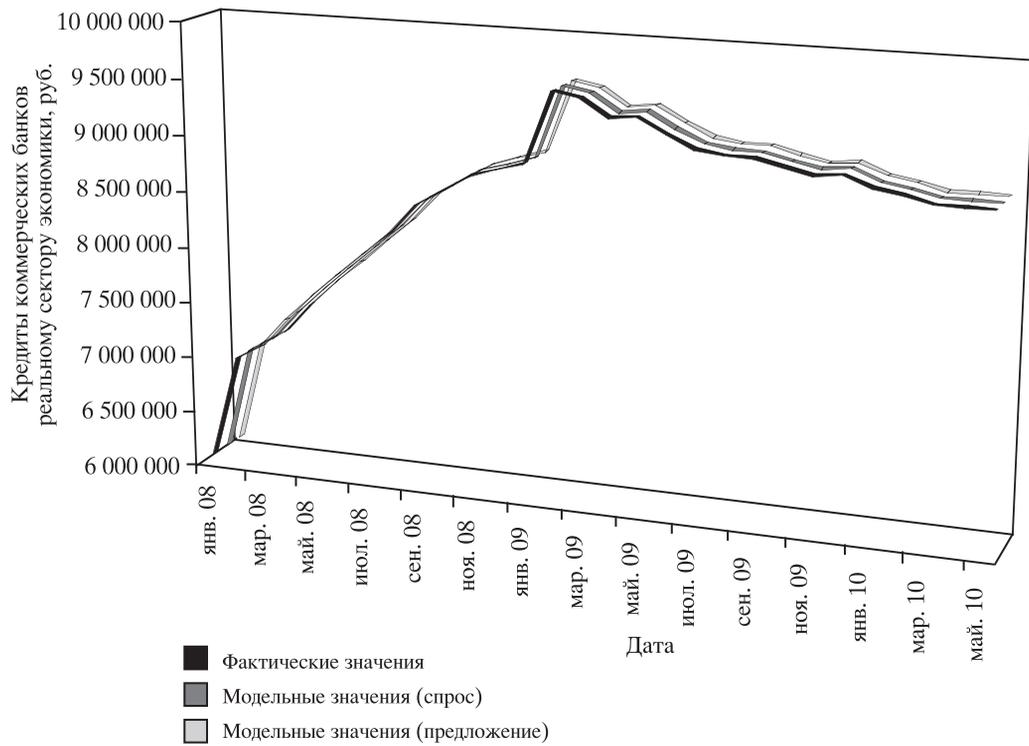


Рис. 5. Фактические и модельные значения (спрос $B\%2D$ и предложение $B\%4S$) объемов кредитования коммерческими банками реального сектора экономики с января 2008 г. по май 2010 г.

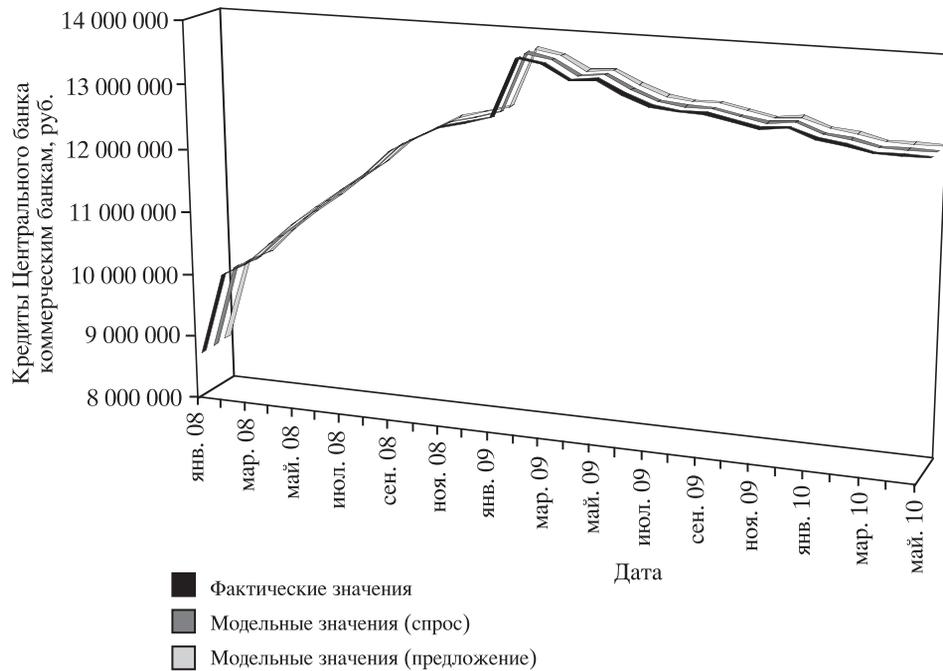


Рис. 6. Фактические и модельные значения (спрос $B\%4D$ и предложение $B\%5S$) объемов кредитования Банком России коммерческих банков (в млн руб.) с января 2008 г. по май 2010 г.

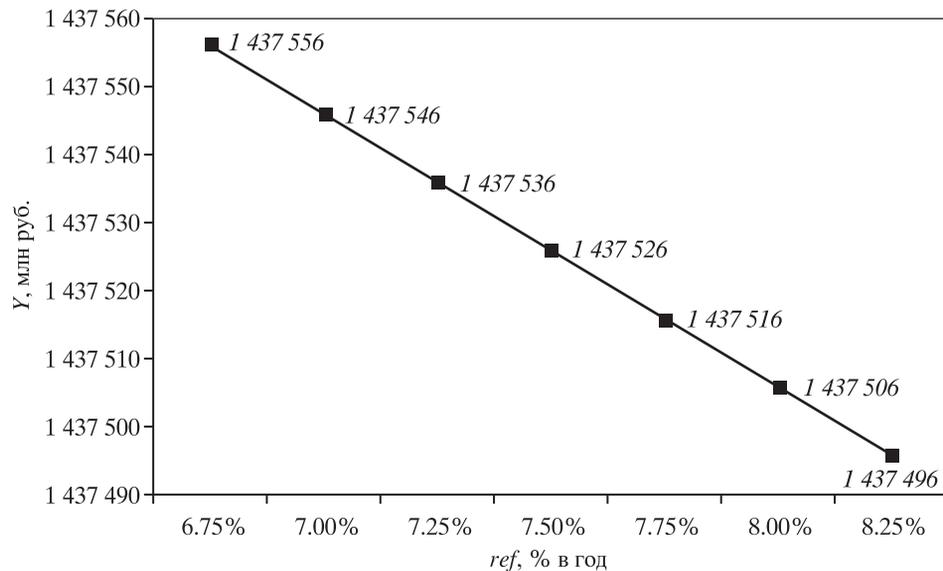


Рис. 7. Зависимость валового выпуска в сопоставимых ценах Y от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

рублевые и валютные интервенции, валютный рынок в модели был откалиброван на условных данных.

Описание процесса калибровки модели. На первом этапе происходил подбор параметров производственной функции (постоянных в каждом периоде времени) таким образом, чтобы максимально приблизить значения валового выпуска продукции в сопоставимых ценах Y к фактическим данным. Результаты представлены в табл. 1, 2. На этом же этапе осуществлялся подбор параметров функции полезности домашнего хозяйства с целью привести рассчитываемые в модели значения занятости в соответствие с фактическими данными (табл. 3).

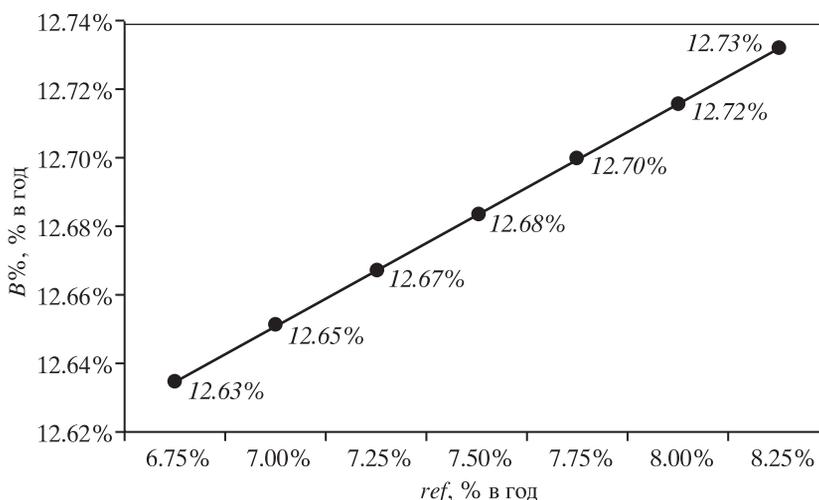


Рис. 8. Зависимость коммерческой кредитной ставки $B\%$ от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

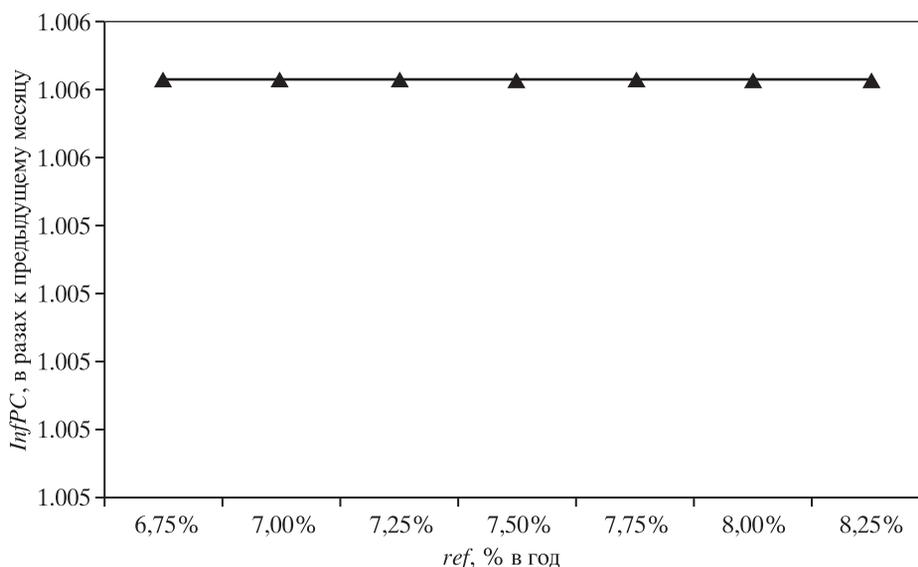


Рис. 9. Зависимость темпа роста потребительских цен $InfPC$ от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

На *втором этапе* происходило фиксирование и постановка в коридоры основных расчетных значений модели так, чтобы они полностью совпали с фактическими данными. Использование метрического анализа и нейросетевых технологий при калибровке модели не потребовалось.

Основные результаты процесса калибровки модели отражены на рис. 1–6.

6. ЭКСПЕРИМЕНТЫ (ИЮНЬ 2010 г.)

Эксперимент 1. Кредитная политика. Прогноз влияния изменения ставки рефинансирования на основные макроэкономические показатели экономики России в июне 2010 г. В июне 2010 г. ставка рефинансирования была снижена до 7.50; 7.25; 7 и 6.75%, а также повышена до 8 и 8.25%. В результате оказалось, что валовой выпуск экономики России в сопоставимых ценах отрицательно зависит от ставки рефинансирования (рис. 7), коммерческая ставка по кредитам реальному сектору экономики – положительно (рис. 8), а темп роста потребительских цен и официальный валютный курс рубля к доллару очень слабо зависят от ставки рефинансирования (рис. 9, 10).

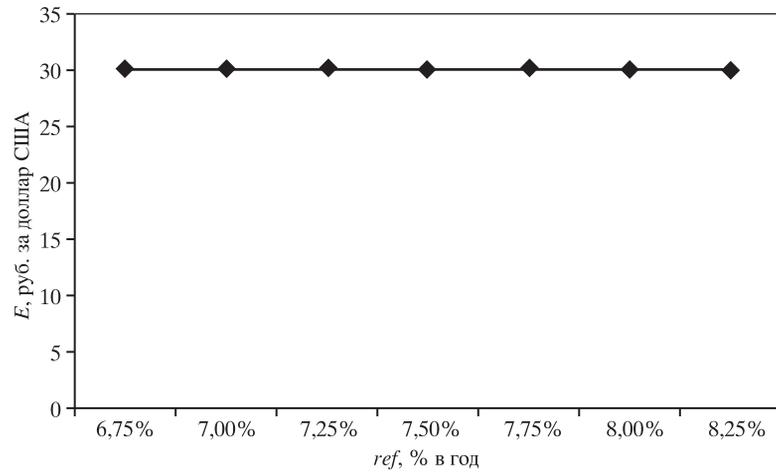


Рис. 10. Зависимость официального валютного курса рубля к доллару E от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

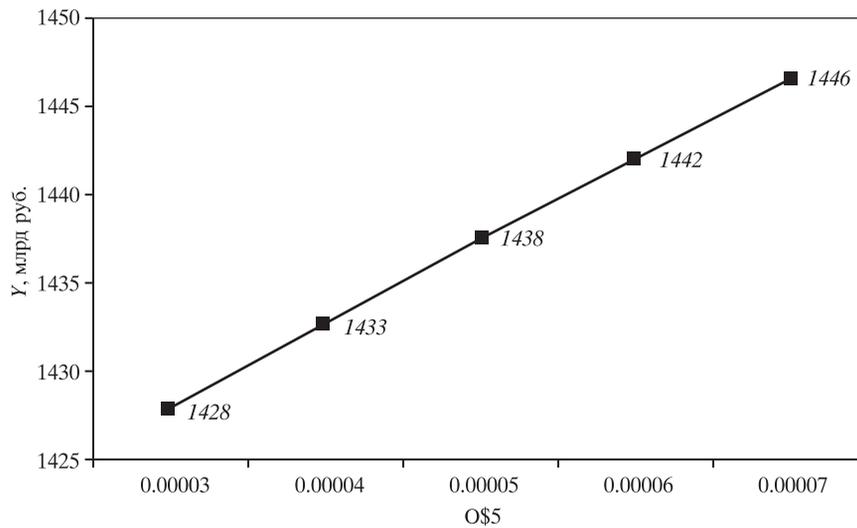


Рис. 11. Зависимость валового выпуска в сопоставимых ценах Y от доли рублевого бюджета Банка России, идущей на покупку валюты на внутреннем валютном рынке, $O\$5$ в июне 2010 г.

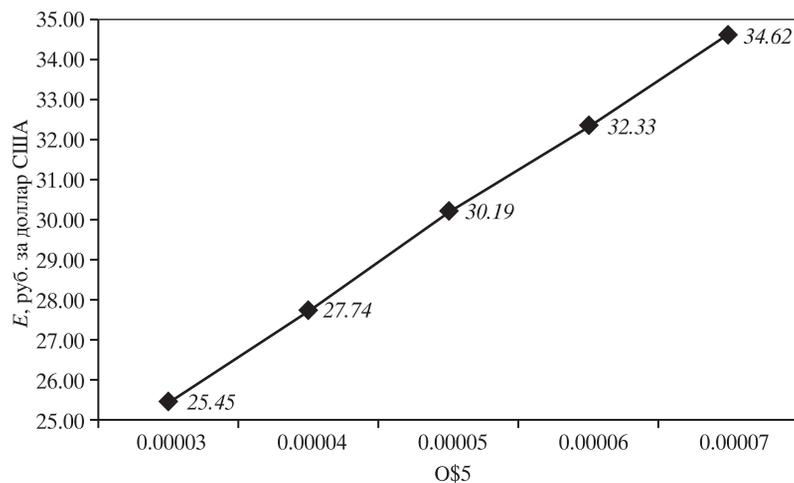


Рис. 12. Зависимость официального валютного курса рубля к доллару E от доли рублевого бюджета Банка России, идущей на покупку валюты на внутреннем валютном рынке, $O\$5$ в июне 2010 г.

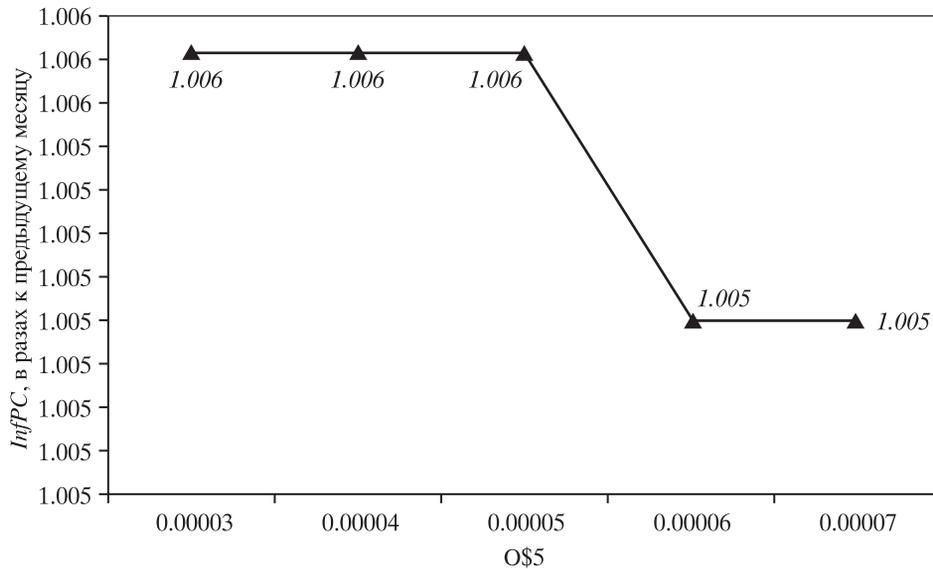


Рис. 13. Зависимость темпа роста потребительских цен *InfPC* от доли рублевого бюджета Банка России, идущей на покупку валюты на внутреннем валютном рынке, O\$5 в июне 2010 г.

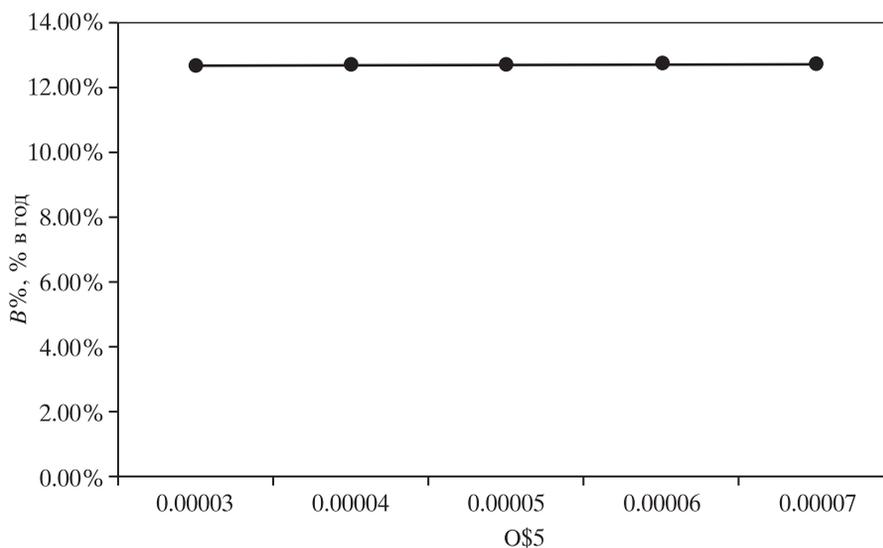


Рис. 14. Зависимость коммерческой кредитной ставки *B%* от доли рублевого бюджета Банка России, идущей на покупку валюты на внутреннем валютном рынке, O\$5 в июне 2010 г.

Эксперимент 2. Валютная политика. Прогноз влияния изменения доли рублевого бюджета Банка России, идущей на покупку иностранной валюты (рублевых интервенций), на основные макроэкономические показатели экономики России в июне 2010 г. В июне 2010 г. доля валютного бюджета Центробанка, идущая на покупку иностранной валюты, равная 0.00005, была увеличена до 0.00006 и уменьшена до 0.00004. В результате оказалось, что валовой выпуск экономики России в сопоставимых ценах и равновесный официальный курс доллара к рублю положительно зависят от рублевых интервенций (рис. 11, 12), а темп роста потребительских цен и равновесная коммерческая кредитная ставка очень слабо зависят от рублевых интервенций (рис. 13, 14).

Эксперимент 3. Прогнозирование спроса и предложения денег в зависимости от изменения ставки рефинансирования в июне 2010 г. В июне 2010 г. ставка рефинансирования была

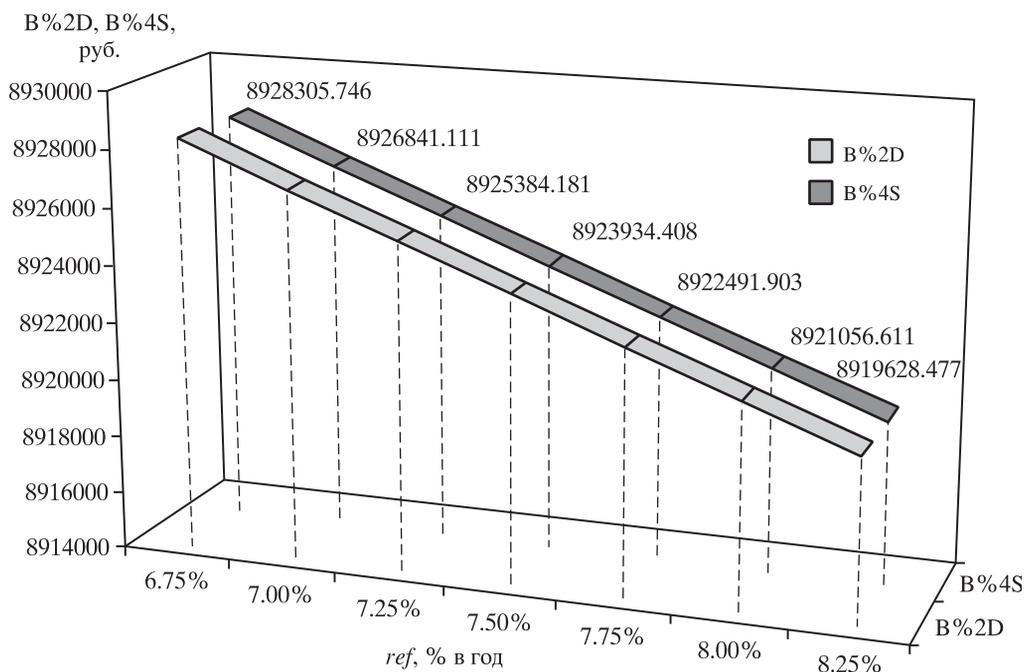


Рис. 15. Зависимость спроса на кредитные деньги со стороны реального сектора $B\%2D$ и их предложения со стороны банковского сектора $B\%4S$ от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

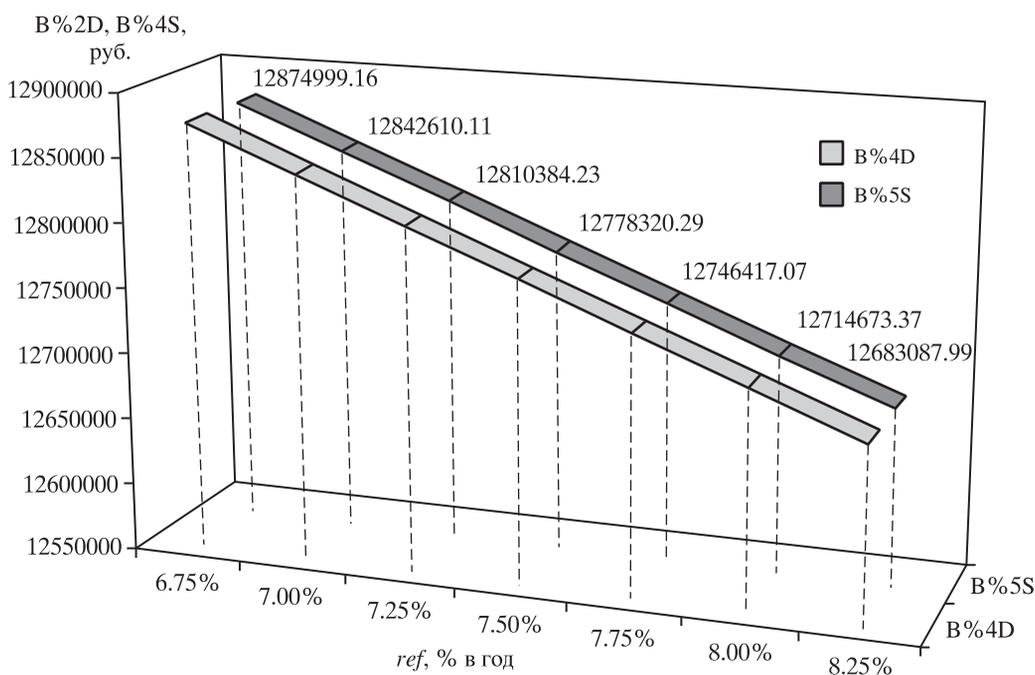


Рис. 16. Зависимость спроса на кредитные деньги со стороны банковского сектора $B\%4D$ и их предложения со стороны Банка России $B\%5S$ от ставки рефинансирования ref в июне 2010 г.

снижена до 7.50; 7.25; 7.0 и 6.75%, а также повышена до 8 и 8.25%. В результате эксперимента получилось, что равновесные значения спроса и предложения денег отрицательно зависят как от ставки рефинансирования, так и от коммерческой кредитной ставки. Прогнозы спроса и предложения денег приведены на рис. 15 и 16. Объемы валового выпуска приведены на рис. 7. Таким образом, в данном эксперименте наблюдается положительная связь между валовым выпуском и спросом на деньги.

7. СПИСОК ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ

Приведем список экзогенных и эндогенных параметров модели.

*Экзогенные параметры***Нефтегазовая отрасль**

$Y1$ – общий объем реализации газа;
 $PG1$ – цена на газ для предприятия;
 $PG2$ – цена на газ для домашнего хозяйства;
 $PG3$ – экспортная цена на газ;
 E – курс доллара США по отношению к рублю;

Предприятие*Параметры производственной функции:*

S – сезонная компонента;
 $AR1$ – коэффициент размерности;
 $AZG2$ – показатель степени фактора “газ”;
 $AZ2$ – показатель степени фактора “промежуточный продукт”;
 $AL2$ – показатель степени фактора “труд”;
 $AK2$ – показатель степени фактора “капитала”;
 $AI2$ – показатель степени фактора “импорт”.

Динамика основных фондов:

a – коэффициент ликвидации основного капитала.

Распределение произведенного продукта:

$EZ2P$ – доля продукта, идущая на промежуточный продукт;
 $EI2P$ – доля продукта, идущая на инвестиции;
 $EC2P$ – доля продукта, идущая на конечное потребление;
 $EE2$ – доля продукта, идущая на экспорт.

Формирование (доходы) бюджета предприятия:

R – банковский процент.

Распределение (расходы) рублевого бюджета предприятия:

$OZ2P$ – доля рублевого бюджета, идущая на покупку промежуточного продукта;
 $OL2P$ – доля рублевого бюджета, идущая на покупку рабочей силы;
 $OT2P$ – доля рублевого бюджета, идущая на налоговые выплаты домашнему хозяйству;
 $OB\%2$ – доля рублевого бюджета, идущая на оплату долгов по кредитам коммерческим банкам в периоде t ;
 $OD\$2$ – доля рублевого бюджета, идущая на покупку иностранной валюты на внутреннем валютном рынке.

Распределение (расходы) валютного бюджета предприятия:

$B\%\$$ – процентная ставка по внешним валютным кредитам;
 OIm – доля валютного бюджета, идущая на покупку импортной продукции;
 $OB\%\$2$ – доля валютного бюджета, идущая на выплаты по внешним кредитам;
 $ORUR2$ – доля валютного бюджета, идущая на покупку рублей (продажу валюты) на внутреннем валютном рынке.

Домашнее хозяйство*Параметры функции полезности:*

$alfa$ – коэффициент функции полезности при потреблении газа;
 $beta$ – коэффициент функции полезности при потреблении конечного продукта;
 $gamma = 1 - alfa - beta$ – коэффициент функции полезности при затратах труда;

$L0$ – экономически активное население;
 $ZG2D$ – спрос на газ со стороны населения по цене $PG2$;
 A – потребление газа населением.

Производство и распределение электроэнергии, газа и воды

$E6$ – доля ОКВЭД “ E ” в объеме произведенного продукта.

Оптовая и розничная торговля

$E7$ – доля ОКВЭД “ G ” в объеме произведенного продукта.

Прочие отрасли промышленности

$E8$ – доля ОКВЭД “ C ” и “ D ” в объеме произведенного продукта.

Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство

$E9$ – доля ОКВЭД “ A ” в объеме произведенного продукта.

Бюджетный сектор (государственное управление)

$E10$ – доля ОКВЭД “ L ” в объеме произведенного продукта.

Транспорт и связь

$E11$ – доля ОКВЭД “ I ” в объеме произведенного продукта.

Сектор коммерческих банков

$OC\%4$ – доля бюджета, идущая на выдачу кредитов предприятиям в периоде t ;
 $OCB\%4$ – доля бюджета, идущая на оплату долгов по кредитам Банку России в периоде t ;
 ref – ставка рефинансирования в периоде t .

Банк России

$M(t)$ – денежная масса на конец периода t ;
 ref – ставка рефинансирования в периоде t ;
 $OC\%5$ – доля рублевого бюджета, идущая на выдачу кредитов коммерческим банкам в периоде t ;
 $OS\%5$ – доля рублевого бюджета, идущая на покупку иностранной валюты (продажу рублей) на внутреннем валютном рынке;
 $ORUR\%5$ – доля валютного бюджета, идущая на покупку рублей (продажу валюты) на внутреннем валютном рынке.

Эндогенные параметры

Макроэкономические показатели:

Y – валовой выпуск в постоянных ценах (январь 2001 г. = 100);
 YP – валовой выпуск в фактических ценах;
 Z – промежуточное потребление в постоянных ценах (январь 2001 г. = 100);
 ZP – промежуточное потребление в фактических ценах;
 GDP – ВВП в постоянных ценах (январь 2001 г. = 100);
 $GDPP$ – ВВП в фактических ценах;
 C – совокупное потребление в постоянных ценах (январь 2001 г. = 100);
 I – валовое накопление основного капитала в постоянных ценах (январь 2001 г. = 100);
 PC – цена конечного продукта;
 PZ – цена промежуточного продукта;
 PL – цена рабочей силы;
 $InfCP$ – темп роста потребительских цен;
 $InfZP$ – темп инфляции промежуточного продукта;
 L – занятость;
 K – основные фонды в постоянных ценах.

Нефтегазовая отрасль

Y_{P1} – выручка от продажи газа на внутреннем рынке;
 $Y_{P\$1}$ – выручка от продажи газа на экспорт;
 Z_{GD2P1} – спрос на газ со стороны предприятия по цене $PG1$;
 Z_{GSP1} – предложение газа предприятию по цене $PG1$;
 Z_{GSP3} – экспорт газа по цене $PG3$;
 E_{1PZG1} – доля газа, продаваемого предприятию;
 $E_{1PZG3} = 1 - E_{1PZG1}$ – доля газа, идущего на экспорт.

Предприятие*Факторы производства:*

Y_2 – выпуск продукции в ценах января 2001 г.;
 Y_{P2} – выпуск продукции в фактических ценах;
 L_2 – количество занятых (млн человек);
 K_2 – основные фонды в ценах января 2001 г.;
 I_2 – инвестиции в ценах января 2001 г.;
 Im – импорт.

Рублевый бюджет предприятия:

B_2 – бюджет предприятия (млрд руб.);
 Y_{P2} – рублевая выручка предприятия;
 $DRUR_2$ – покупка валюты;
 $B\%1D$ – спрос на кредиты;
 $B\%$ – коммерческая кредитная ставка;
 Z_{GD2P1} – спрос на газ;
 Z_{D2P} – спрос на промежуточный продукт;
 LD_{2P} – спрос на труд;
 $D\$2$ – спрос на иностранную валюту;
 OZG_{2P1} – доля бюджета, идущая на покупку газа;
 Z_{D2P} – спрос на промежуточный продукт по цене PZ ;
 Z_{S2P} – предложение промежуточного продукта по цене PZ ;
 CD_{3P} – спрос на конечный товар по цене PC ;
 CS_{2P} – предложение конечного товара по цене PC .
 EX – предложение экспортной продукции.

Валютный бюджет предприятия:

$B\$2$ – валютный бюджет;
 $Y_{P\$2}$ – валютная выручка предприятия;
 $B\%2D\$$ – спрос на внешние кредиты;
 $DDEBT\$2$ – долг предприятия по внешним кредитам;
 E – валютный курс;
 $VC\$2$ – выплаты по внешним кредитам;
 $S\$2$ – продажа валюты (покупка рублей).

Производство и распределение электроэнергии, газа и воды

Y_6 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “E”.

Оптовая и розничная торговля

Y_7 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “G”.

Прочие отрасли промышленности

Y_8 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “C” и “D”.

Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство

Y9 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “А”,

Бюджетный сектор (государственное управление)

Y10 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “L”.

Транспорт и связь

Y11 – валовой выпуск в ценах 2001 г. ОКВЭД “I”.

Домашнее хозяйство

ZG2D – спрос на газ;

CD – спрос на конечный продукт;

L – предложение труда (численность занятых);

TD2P – налоговые перечисления предприятия домашнему хозяйству.

Сектор коммерческих банков

B%4S – предложение кредитов предприятию;

B%4D – спрос на кредиты Банка России;

DDEBT4 – величина долга банковского сектора Банку России;

B4 – бюджет сектора коммерческих банков;

B% – кредитная ставка;

RCR4 – возврат кредитов банковским сектором Банку России.

Банк России

B5 – рублевый бюджет Банка России;

B\$5 – валютный бюджет Банка России ;

DRUR5 – покупка рублей на внутреннем валютном рынке;

B%5S – предложение кредитов Банка России коммерческим банкам;

OC%5 – доля бюджета идущая на кредиты коммерческим банкам;

S\$5 – продажа (предложение) иностранной валюты на внутреннем валютном рынке;

D\$5 – спрос на иностранную валюту внутреннем валютном рынке;

E – валютный курс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментов, проведенных в вычислимой модели денежного обращения российской экономики, показали следующее.

1. При прочих равных условиях снижение ставки рефинансирования Банком России ведет к увеличению кредитования реального сектора экономики коммерческими банками и росту валового выпуска при незначительном изменении темпов инфляции.

2. При прочих равных условиях увеличение объемов рублевых интервенций Банка России на внутреннем валютном рынке приводит к удешевлению рубля и к росту валового выпуска.

Какие задачи позволит решить модель в будущем?

1. Таргетирование инфляции. Задавая желаемую траекторию темпов роста цен, можно будет путем обратного пересчета модели найти соответствующие им значения параметров кредитно-денежной политики Банка России.

2. После наполнения реальными статистическими данными о внутреннем валютном рынке – более точно анализировать влияние политики как фиксированного, так и плавающего валютного курса на показатели реального и финансового секторов народного хозяйства Российской Федерации.

Вычислимая модель денежного обращения может быть использована профильными департаментами Банка России, Министерства финансов РФ и Министерства экономического развития РФ для анализа и прогнозирования различных вариантов динамики экономического развития Российской Федерации, а также для выработки оптимальной кредитно-денежной, тарифной и бюджетной политики российского государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Макаров В.Л.** (1999): Вычислимая модель российской экономики (RUSEC). Препринт # WP/99/069. М.: ЦЭМИ РАН.
- Макаров В.Л., Афанасьев А.А., Бахтизин А.Р.** и др. (2003а): Оценка влияния цен на газ на макроэкономические показатели России: Анализ ценовой эластичности спроса на природный газ в России: Отчет. М.: ЦЭМИ РАН.
- Макаров В.Л., Афанасьев А.А., Бахтизин А.Р.** и др. (2003б): Вычислимая модель общего равновесия для сценарного прогноза российской экономики: Разработка модели взаимосвязи основных показателей социально-экономического развития и решений, принимаемых Правительством Российской Федерации по регулированию экономики и бюджетной сферы: Заключительный отчет. Шифр № 1.54.25. М.: ЦЭМИ РАН.
- Макаров В.Л., Сулакшин С.С., Бахтизин А.Р.** (2007): Применение вычислимых моделей в государственном управлении. М.: Научный эксперт.
- Erceg Ch.J., Guerrieri L., Gust Ch.** (2006): SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis / International Finance Discussion Paper № 835 (Revised). Washington (D.C.): Board of Governors of the Federal Reserve System.
- GEM (2004): GEM: A New International Macroeconomic Model. [Электронный ресурс] Washington (D.C.): International Monetary Fund. Режим доступа: <http://www.imf.org/external/np/res/gem/2004/eng/012304.pdf>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: май 2010 г.).
- Harrison R., Nikolov K., Quinn M.** et al. (2005): The Bank of England Quarterly Model. L.: Bank of England.
- Laxton D., Isard P., Faruqee H., Prasad E., Turtelboom B.** (1998): MULTIMOD Mark III: The Core Dynamic and Steady-State Models. [Электронный ресурс] Washington (D.C.): International Monetary Fund. Режим доступа: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/op/op164/index.htm>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: май 2010 г.).
- Lucas R.E., Jr.** (1976): Econometric Policy Evaluation: A Critique. In: Brunner K., Meltzer A. "The Phillips Curve and Labor Markets", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 1. N.Y.: American Elsevier.

Поступила в редакцию
20.06.2010 г.

Computable Simulation Model for Money Circulation in the Russian Economy

V.L. Makarov, A.A. Afanasiev, A.A. Losev

The authors developed a computable general equilibrium model which describes the channels for money circulation in the Russian economy. Authors conducted scenario computations, in particular, dealing with the impact of monetary, credit and currency policy of the Central Bank on the major macroeconomic indicators of the national economy, and on the real and financial sector. The main instruments for monetary, credit and currency policy were refinancing rate and rouble interventions of the Bank of Russia at internal currency market. The model was used by industrial departments of the Bank of Russia, of the Ministry of Finance and the Ministry of Economic Development. It was applied for the analysis and forecast of dynamics of economic development of the Russian Federation, as well as for determination of the optimal credit, monetary, tariff and budget policy of the Russian government.

Keywords: computable (simulation) general equilibrium model, money circulation, Russian economy, monetary, credit and currency policy, scenario computations, forecasts.