

# Комплексная модель макроэкономики\*

М. Г. ЗАВЕЛЬСКИЙ, Д. М. ГАЛИН

**Аннотация.** Представлена оригинальная макроэкономическая модель, построенная нестандартным способом, предложенным авторами, корректного применения классических математических методов для определения многофакторных зависимостей на основе данных наблюдений, количество которых относительно мало. Модель имеет иерархический характер, охватывает взаимодействия разных рынков (товарных, финансовых, труда), учитывает территориальную неоднородность хозяйства и всякого рода управляющие воздействия на него, объясняет закономерности, которые при этом возникают. Описаны результаты испытаний модели в реальных обстоятельствах, показавшие ее высокую краткосрочную прогностическую способность при нестабильных экономических условиях.

**Ключевые слова:** экономика страны, краткосрочное развитие, иерархические многофакторные статистические макромоделли, абстрактные и теоретически адекватные, построение при дефиците исходной информации, тестирование.

## Введение

Государство влияет на экономику через осуществляемые им расходы и займы (в том числе при операциях с ценными бумагами), печатанием денег. Стремясь смягчить социальные проблемы, оно повышает налогообложение бизнеса, за счет чего финансируется их решение. Это особенно характерно для периода выхода из кризиса. В результате при прочих равных условиях большими становятся издержки предпринимателей, уменьшается их прибыль и мотивация к инвестированию. В качественном аспекте это равноценно последствиям увеличения нормы процента. Вместе с тем растут государственные расходы, в том числе в обеспечение занятости, а в результате умножается спрос на труд, что повышает зарплату и опять же издержки бизнеса.

Согласно макроэкономической теории,  $Y = C + I + G$ ,  $Y = C + S + T$ ,  $I = S + (T - G)$ ,  $C = a + b(Y - T)$ ,  $S = sY$ ,  $s = 1 - b$ ,  $T = tY$ ,  $I = c - dr$ ,  $r = i - \Delta P$ , где  $Y$  — совокупный доход,  $I$  — предполагаемые расходы на инвестиционные товары,  $G$  — предполагаемые государственные расходы,  $C$  — предполагаемые расходы на потребительские товары,  $S$  — частные сбережения (персональные и фирменные),  $T$  — налоги государству,  $b$  — предельная склонность к потреблению (доля потребляемого прироста дохода),  $s$  — предельная склонность к сбережению,  $a$  — автономное минимальное (независя-

щее от дохода) потребление,  $t$  — ставка налогообложения,  $c$  — автономное минимальное инвестирование,  $r$  — реальный процент,  $\Delta P$  — изменение цен,  $i$  — номинальный процент,  $d$  — параметр, определяющий чувствительность  $I$  к изменению  $r = [(1-b)/d]Y + (a+c+G-bT)/d$ .

Предложение денег ( $M_s$ ) в отсутствие его эндогенных источников в каждый момент складывается из наличных денег ( $C$ ) и средств на текущих счетах или банковских депозитов ( $D$ ), принадлежащих частному сектору и населению, причем  $C = crD$ , где  $cr$  — коэффициент депонирования денег, выражающий степень предпочтения их держателей в распределении средств на  $C$  и  $D$ . Из депозитов вычлняются резервы банков ( $R$ ) как деньги, доступные им для немедленного удовлетворения требований вкладчиков и потому аналогичные наличным. Отношение суммы таких денег к сумме депозитов ( $r^*$ ) или норма резервов позволяет определить  $R$  как  $r^*D$  и, рассматривая  $B = C + R = crD + r^*D = (cr + r^*)D$  как денежную базу, которой пропорциональна сумма средств на текущих счетах, прийти к выводу, что  $M = mB$ , где  $m = (1 + cr)/(cr + r^*)$  — денежный мультипликатор, показывающий, сколько рублей прироста предложения денег дает прирост денежной базы на один рубль.

Существенно, что  $M_s = C + D = R + Cr$ , если  $C = R$  и  $D = Cr$ , где  $Cr$  — внутренний кредит или сумма ценных бумаг, которыми владеет банковский сектор экономики. Но с развитием эндогенного предложения денег  $C$  может превысить  $R$ , а  $Cr$  — превзойти  $D$ . Такому развитию событий способствует распростра-

\* Работа выполняется при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 11-02-00487).

нение секьюритизации, когда нерыночные займы заменяются свободно обращающимися ипотечными ценными бумагами, что влечет переход обязательств по займам к осуществившей ее кредитной организации. При этом банки (в международной практике — «оригинаторы»), получая в обеспечение залог недвижимости, выдают заемщикам ипотечные кредиты, права требования по которым продают специальной компании — SPV (или ипотечному агенту). Созданные этими банками на основе ипотечных кредитов собственные закладные или купленные ими у других кредитных организаций и проданные SPV образуют залог обеспечения для эмитируемых той ипотечных облигаций. Из выручки от их размещения SPV оплачивает приобретенные закладные оригинатору, который обслуживает секьюритизируемые активы и взыскивает дебиторскую задолженность (при необходимости в судебном порядке, что может выполняться и резервным агентом). Из денег, полученных от заемщиков и переданных SPV, та в установленный срок уплачивает инвесторам проценты по ипотечным облигациям и сумму основного долга.

Государство различными льготами по операциям с ценными бумагами, которые выпускаются под ипотеку (облегчением налога на прибыль от таких операций, смягчением их контроля и т. д.), стимулирует ее развитие как действенного способа решения социальных проблем, особенно одной из главных среди них — жилищной. При этом следствием желания ранее безработных или занятых малоимущими делами обозначить кредитоспособность, необходимую для участия в ипотеке, получить ссуды по ней, возможность их обслуживания и погашения оказывается рост предложения труда, что, если спрос на труд неизменен, влечет снижение его оплаты.

Ипотечное кредитование генерирует потоки платежей. Они зависят в основном от частот досрочных возвратов кредитов, просрочек платежей по ним и дефолтов заемщиков, а также — размеров убытков от этого. Отсюда задачи наращивания надежности ипотечных ценных бумаг и защиты от рисков, связанных с входящими в их покрытие активами. Помочь в том и другом способны различные механизмы повышения их кредитного качества — внешний и внутренний. Один — это предоставление банковских гарантий, другой — установление очередности платежей по ипотечным бумагам разных траншей.

Параметрами и условиями, наиболее важными для качества ипотечных кредитов, являются: коэффициент LTV (loan to value); целевое назначение кредита (покупка жилья; залог уже имеющегося в собственности жилья); цель приобретения жилья (проживание или использование в целях аренды, инвестиций и т. п.); «выдержанность» кредита (как давно он выдан); способ подтверждения дохода заемщика; наличие просрочек при обслуживании кре-

дита; порядок его погашения; тип процентной ставки по кредиту (фиксированная или плавающая). Эффективность и рискованность ипотечных ценных бумаг зависит от формирования портфеля обеспечивающих их кредитов: с одной стороны, чем менее рискованным он окажется, тем выше будет рейтинг и надежность у выпущенных ипотечных бумаг, а с другой стороны, из-за этого может снизиться доходность портфеля.

Оценивание кредитного риска требует построить функцию распределения убытков кредитного портфеля. Когда тот состоит из некоторого количества долговых инструментов разных категорий, допускается, что каждый из них по кредитному качеству эквивалентен облигации, имеющей какой-то стандартный рейтинг. Они сопоставляются с исторической оценкой вероятности дефолта, при котором вероятные потери для долга конкретной категории образуют определенный процент объема кредита, и произведение этого на номинальный размер такого долга дает оценку ожидаемого убытка в денежном выражении. Сумма подобных оценок по долгам всех категорий позволяет найти ожидаемый убыток совокупного портфеля.

Более аккуратная оценка кредитного риска предполагает учет колебаний стоимости долга вследствие изменений кредитного рейтинга компании-заемщика, пользуясь периодически публикуемыми по рейтинговым группам историческими данными частот дефолта, их вариации и частот переходов из каждой рейтинговой категории в другие. При этом в событии «отсутствие дефолта» выделяются ситуации понижения, повышения или неизменности кредитного рейтинга компании-заемщика, каждой из которых ставится в соответствие некоторая величина стоимости долга, и отсюда выводятся потенциальные прибыли (убытки) портфеля. Далее, умножением вероятности наступления каждого события на квадрат отклонения величины убытка от ее среднего значения и суммированием по всем возможным состояниям получается вариация убытка по данному долгу. Такие вариации по разным долгам вместе с корреляциями переходных вероятностей применяются для вычисления стандартного отклонения убытка совокупного кредитного портфеля.

Размеры спроса на ипотеку в значительной степени определяют объем денежной массы, особенно при больших значениях денежного мультипликатора, который растет со сжатием нормы банковских резервов. При этом в условиях неизменности цен и предложения труда реальная зарплата умножается, если увеличивается спрос на него, а это происходит, когда большими становятся инвестиции, что сопряжено с уменьшением нормы процента, естественным, когда предложение денег превосходит потребность в них. Если же условия выделения кредитов не приводятся в соответствие с платежеспособно-

стью заемщиков, то затем надуваются пузыри — стоимостной (превышение массы денег в хозяйстве над необходимой для выполнения ими их функций при его сложившемся состоянии) и товарный (из благ длительного пользования, приобретенных на ссуды, которые не удается своевременно гасить, что провоцирует финансовый кризис, и предлагаемых, но из-за него не реализуемых, что влечет производственную рецессию).

Причина такого несоответствия — поведение, с одной стороны, финансовых посредников, создающих эндогенное предложение денег за счет роста интенсивности ссуд, который опережает формирование депозитов, а с другой — Центрального банка и иных внешних регуляторов экономики. Они недостаточно точно оценивают связанные с этим риски: один, когда нормирует резервы подобных посредников, назначает учетную ставку процента и проводит рыночные операции; другие — законодательно потворствуя кредиторам шире участвовать в решении актуальных социальных проблем (например, устанавливая слишком мягкие требования к их уставному капиталу и периодической отчетности, условия их действия на фондовом рынке и т. п.).

Все это свидетельствует о необходимости разработки модели, которая бы позволяла улавливать взаимные связи того, что при вмешательстве государства в хозяйство происходит на товарных, финансовых, трудовых рынках с учетом вероятностного характера соответствующих событий, и достаточно точно предвидеть последствия такого вмешательства для экономического роста. Подобная модель в силу отмеченных свойств этих событий в целом не может быть нормативной, хотя и способна содержать отдельные элементы такого рода. Далее описываются ее конструирование применительно к современной России на основе отчетности Росстата, Банка России, Московской межбанковской валютной биржи (ММВБ) и Фондовой биржи «Российская торговая система» (РТС) [3–6] за базовый период (с 2006 г. по 1-е полугодие 2009 г.) как доступной исходной информации и оценка эффективности полученного продукта по результатам прогнозов с его использованием валового внутреннего продукта (ВВП) страны и других экономических показателей на тестовый период (3-й и 4-й кварталы 2009 г.).

## 1. Методика построения модели

Модель конструировалась как иерархическая, состоящая, сверху вниз, из трех последовательных уровней — модель экономики России в целом, модели экономики федеральных округов, модели экономики субъектов федерации, — каждой из которых соответствовали свои эндогенные и экзогенные, зави-

симые и независимые переменные [1], причем некоторые экзогенные независимые переменные моделей более высокого уровня определялись результатами расчетов по предшествующим моделям, а некоторые экзогенные переменные могли использоваться во всех моделях (далее такие переменные называются глобально-экзогенными). Показатели моделей рассматривались в ежеквартальном исчислении, причем в отсутствие нужной исходной информации она формировалась на основе месячной, а в отсутствие той соответствующее исчисление осуществлялось, исходя из дневных сведений.

Каждая модель посредством математико-статистической обработки исходной информации в базовом периоде о множестве конкретных эндогенных и экзогенных переменных представлялась как численная в виде такой системы связывающих их регрессионных уравнений, чтобы соответствовать теоретическим представлениям макроэкономики и позволять рассчитывать значения эндогенных переменных, в точках тестового периода по возможности более близкие к фактически зафиксированным. Для этого применялся подход [1], при котором предполагается, что набор переменных, входящих в каждое уравнение модели с ненулевыми коэффициентами, известен, причем всего она включает  $n$  эндогенных переменных и  $m$  предопределенных (экзогенных и эндогенных с лаговыми значениями), величины их всех в базовом периоде из  $T$  точек ( $t = 1, 2, \dots, T$ )<sup>1</sup> заданы и модель состоит из  $n$  линейных уравнений вида

$$\sum_{j=1}^n \theta_{ij} y_j(t) + \sum_{j=1}^m \psi_{ij} x_j(t) = \varepsilon_i(t), \quad (1)$$

где  $y_j(t)$  и  $x_j(t)$  — значения, соответственно, эндогенных и предопределенных переменных,  $\varepsilon_i(t)$  — случайное возмущение. При необходимости свободный член можно заменить экзогенной переменной, значение которой во всякой точке равно 1 (далее для краткости именуется просто «единица»).

Оказываясь способом совместного определения зависимых переменных  $y_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) через предопределенные переменные  $x_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) и возмущения  $\varepsilon_i(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), модель представима как

$$\Theta y(t) + \Psi x(t) = \varepsilon(t), \quad (2)$$

где  $\Theta$  и  $\Psi$  — матрицы, имеющие, соответственно, размерности  $n \times n$  и  $n \times m$ ,  $y(t)$  и  $\varepsilon(t)$  — векторы, содержащие по  $n$  элементов,  $x(t)$  — вектор из  $m$  элементов.

Поскольку предполагается, что все случайные возмущения имеют нулевые математические ожидания, одинаковые дисперсии, взаимно не коррелируют и не зависят от предопределенных переменных, а мат-

<sup>1</sup> Здесь и далее в описании использованного подхода  $t$  — номер точки в периоде.

рица  $\Theta$  является невырожденной, система (2) представима в приведенной форме как

$$y(t) = \Omega x(t) + \delta(t), \quad (3)$$

где  $\Omega = -\Theta^{-1}\Psi$  — матрица размерности  $n \times m$ ,  $\delta(t) = \Theta^{-1}\varepsilon(t)$  — вектор из  $n$  элементов, и для оценивания параметров зависимостей одних эндогенных переменных от других и от predetermined переменных преобразуется к виду

$$y(t) = Ay(t) + Bx(t) + u(t), \quad (4)$$

причем вектор  $\bar{u}(t)$  получается путем линейных преобразований  $\varepsilon(t)$ , а матрицы  $A$  и  $B$ , получаемые путем линейных преобразований матриц  $\Theta$  и  $\Psi$ , имеют размерности, соответственно,  $n \times n$  и  $n \times m$ ; кроме того,  $a_{ii} = 0$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). Таким образом, оценивание параметров этих зависимостей сводится к нахождению элементов матриц  $A$  и  $B$ .

Согласно [1], каждая эндогенная переменная  $y_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) может коррелировать с любым из случайных возмущений  $u_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). Отсюда следует, что при использовании обыкновенного метода наименьших квадратов (МНК) для нахождения элементов матриц  $A$  и  $B$  получаемые оценки могут оказываться смещенными. Поэтому для построения модели нужно последовательно к каждому уравнению системы (4)

$$y_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j(t) + \sum_{j=1}^m b_{ij} x_j(t) + u_i(t) \quad (5)$$

применять двухшаговый МНК. При этом на первом шаге строятся уравнения зависимостей  $y_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, n; j \neq i$ ) от predetermined переменных:

$$y_j(t) = f_j(x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)). \quad (6)$$

После построения этих уравнений наблюдаемые значения переменных  $y_j(t)^n$ , которые могут коррелировать со случайными возмущениями  $u_i(t)$ , заменяются значениями тех же переменных  $y_j(t)^p$ , вычисленными по (6) путем подстановки значений  $x_k(t)$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) во временных точках базового периода, т. е.  $y_j(t)^p = f_j(x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t))$ . Значения  $y_j(t)^p$  зависят только от predetermined переменных, а поэтому, ввиду предположения о независимости  $u_i(t)$  от таких переменных, не коррелируют с  $u_i(t)^2$ . На втором шаге метода применяется обычный метод наименьших квадратов: определяются уравнения регрессии  $y_i(t)$  по  $y_j(t)^p$  ( $j = 1, 2, \dots, n; j \neq i$ ) и  $x_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )

<sup>2</sup> В [1] предложено строить (6) как уравнения регрессии  $y_j(t)$  ( $j=1, 2, \dots, n; j \neq i$ ) по всем predetermined переменным, однако, никак не оценивается точность расчета по таким уравнениям, т. е. близость значений  $y_j(t)^p$  к  $y_j(t)^n$ . Далее показано, как можно построить уравнения (6) так, чтобы значения  $y_j(t)^p$  были достаточно близки к  $y_j(t)^n$ .

$$y_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j(t)^p + \sum_{j=1}^m b_{ij} x_j(t). \quad (7)$$

В итоге необходимая система оказывается построенной.

Вычисление будущих значений эндогенных переменных требует выразить их только через predetermined переменные, предполагая, что во временных точках тестового периода уравнения (7) имеют вид

$$y_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j(t) + \sum_{j=1}^m b_{ij} x_j(t), \quad (8)$$

поскольку в этих точках значения  $y_j(t)^p$  не вычислялись. Из записи системы (8) в матричном виде

$$y(t) = Ay(t) + Bx(t) \quad (9)$$

следует, что

$$y(t) = Cx(t), \quad (10)$$

где  $C = (E - A)^{-1}B$ . В итоге получено выражение эндогенных переменных только через predetermined. Затем по их известным значениям в точках тестового периода вычисляются будущие значения эндогенных переменных.

Статистическая модель, учитывающая взаимодействие различных рынков и претендующая на высокую точность прогнозирования его последствий, даже будущи макроэкономической, предполагает учет столь большого количества факторов (переменных), что доступный объем наблюдений оказывается недостаточным, чтобы корректно использовать для ее построения и обыкновенный, и двухшаговый МНК. Справиться с этим осложнением дала разработанная нами специальная методика [2]. Согласно ей, модель формируется посредством комбинации основного и дополнительных уравнений регрессии. Когда требуется определить (скажем, в логарифмической форме) статистическую зависимость некоторого экономического показателя от ряда факторов, сначала строится выражающее ее основное уравнение регрессии с количеством факторов, максимально допустимым по условиям корректного применения МНК при доступном объеме используемой выборки. Общий вид такого уравнения<sup>3</sup>:

$$\ln Z(t) = b_{01} + \sum_{j \in J_1} b_j \ln x_j(t) + b_{11}t, \quad (11)$$

где  $Z(t)$  — данный экономический показатель,  $J_1$  — множество номеров факторов, входящих в уравнение,  $x_j(t)$  — значение  $j$ -го фактора.

Затем в это уравнение подставляются значения факторов в точках базового периода, вычисляются соответствующие им величины функции и опреде-

<sup>3</sup> Здесь и далее  $t$  — время.

ляются отношения ее наблюдаемых там значений к вычисленным. Далее строится дополнительное уравнение регрессии — логарифма этого отношения (вспомогательной функции) по логарифмам факторов, не вошедших в основное уравнение, и времени. Общий вид такого уравнения:

$$\ln[Z(t)^H/Z(t)^P] = b_{02} + \sum_{j \in J_2} b_j \ln x_j(t) + b_{12}t, \quad (12)$$

где  $Z(t)^H$  и  $Z(t)^P$  — соответственно, наблюдаемое и вычисленное значения функции,  $J_2$  — множество номеров факторов дополнительного уравнения. Если  $b_{11}t$  или  $b_{12}t$  в нем отсутствует, в правых частях (11) или (12) условно полагается, что  $b_{11} = 0$  или  $b_{12} = 0$ . Окончательная модель получается сложением основного уравнения регрессии с дополнительным и имеет общий вид

$$\ln Z(t) = b_0 + \sum_{j \in J} b_j \ln x_j(t) + b_1t, \quad (13)$$

где  $b_0 = b_{01} + b_{02}$ ,  $b_1 = b_{11} + b_{12}$ ,  $J = J_1 \cup J_2$  — множество номеров факторов модели. Если в основном уравнении используются значения самих факторов, а не их логарифмов, упомянутые выше отношения величин функции заменяются их разностями, а в дополнительном уравнении используются значения этих разностей и факторов, не вошедших в основное уравнение.

Описываемое исследование потребовало распространить такую методику на зависимости того или иного из факторов только от времени, причем в расчетном периоде, не всегда совпадающем с базовым. Предположим, что уравнение фактора, выражающее его зависимость от времени, имеет вид

$$Z(t) = d_0 + \sum_{k \in K} d_k g_k(t), \quad (14)$$

где  $Z(t)$  — значение такого фактора как зависимой переменной,  $K$  — множество номеров используемых в уравнении функций времени из их некоторого заданного множества  $G$ ,  $g_k(t)$  —  $k$ -я функция времени.

Множество  $G$  функций времени, которые допустимо использовать в таких уравнениях, включает, прежде всего,  $t$ ,  $t^2$ ,  $t^3$ ,  $t^4$ ,  $t^{0.5}$ ,  $\ln(t)$ . Затем, путем замены аргумента  $t$  на  $(t+1)$  и с учетом того, что функция  $(t+1)$  не вносит в (14) ничего нового по сравнению с  $t$ , сюда можно добавить  $(t+1)^2$ ,  $(t+1)^3$ ,  $(t+1)^4$ ,  $(t+1)^{0.5}$ ,  $\ln(t+1)$ , а также «обратные» функции  $1/t$ ,  $1/t^2$ ,  $1/t^3$ ,  $1/t^4$ ,  $1/t^{0.5}$ ,  $1/\ln(t)$ ,  $1/(t+1)$ ,  $1/(t+1)^2$ ,  $1/(t+1)^3$ ,  $1/(t+1)^4$ ,  $1/(t+1)^{0.5}$ ,  $1/\ln(t+1)$ . Однако, основную часть этого множества составляют функции, которые получают как комбинации тригонометрических со степенными, т. е.  $t^\alpha \cdot \sin((2\pi/q)t^\beta)$  и  $t^\alpha \cdot \cos((2\pi/q)t^\beta)$ , где параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $q$  могут принимать любые из значений  $\alpha = 0; 1; 2; 0,5; -1; -2; -0,5$ ;  $\beta = 1; 2; 0,5$ ;  $q = 1; 2; \dots; 12$ . При некоторых комбинациях параметров такие функции тождественно равны нулю или единице, либо

совпадают с уже упомянутыми, а потому их нет смысла использовать<sup>4</sup>.

Оказались применимыми два варианта определения зависимости фактора от времени. При первом уравнение (14) формировалось как комбинация основного и дополнительного уравнений регрессии. Одно выражало зависимость фактора от функций времени, максимальное количество которых определялось заранее, а другое — зависимость от них разности между наблюдаемыми величинами фактора и вычисленными с применением основного уравнения. При этом оба уравнения формировались пошагово: на каждом шаге возникало какое-то новое слагаемое вида  $d_k g_k(t)$ , корректировались свободный член и коэффициенты при всех остальных аргументах. Окончательная модель получалась сложением этих уравнений.

Во втором случае (14) определялось тоже пошагово, но уже как комбинация нескольких уравнений регрессии, каждое из которых выражало зависимость только от одной из функций времени. Первое построенное уравнение, которое считалось основным, выражало зависимость фактора от такой функции, а каждое последующее — зависимость от нее разности между наблюдаемыми величинами фактора и вычисленными с применением уравнения, полученного сложением всех предыдущих. Окончательной моделью служил результат суммирования всех построенных уравнений.

При необходимости допускалось построение не одного дополнительного уравнения вида (2), а последовательно нескольких, причем, когда определялось каждое следующее, вместо величин фактора, вычисленных по основному уравнению, использовались результаты расчетов по уравнению, которое образовалось благодаря сложению основного и всех предыдущих.

Путем статистической обработки исходной информации с охватом базового и тестового периодов для глобально-экзогенных переменных были определены зависимости от времени. При этом каждая модель формировалась как сумма основного и дополнительного уравнений регрессии, любое из которых строилось пошагово и могло содержать до 16 функций времени при статистической значимости всех коэффициентов. Функции времени выбирались следующим образом. Первой в основное уравнение включалась функция, для которой коэффициент корреляции с экзогенной переменной  $Y(t)$  по модулю максимален. На каждом следующем шаге формирования основного уравнения в него включалась функция, имевшая максимальный по модулю коэффициент корреляции с остатком  $Y(t)$ , полученным на предыдущем шаге. Аналогично происходил такой вы-

<sup>4</sup> Это имеет место при любом  $\alpha$  для синусов и косинусов при  $(\beta = 1; q = 1)$  и  $(\beta = 2; q = 1)$ , а для синусов, кроме того, и при  $(\beta = 1; q = 2)$  и  $(\beta = 2; q = 2)$ .

бор и для дополнительного уравнения, но в качестве моделируемой функции использовалась разность между величинами  $Y(t)$ , наблюдаемыми и вычисленными по основному уравнению. Его коэффициенты на всяком шаге должны были быть статистически значимыми, а в приложении к дополнительному уравнению это условие начинало действовать только с некоторого шага, причем в случае необходимости выбиралась функция не с максимальным, а со следующим по модулю коэффициентом корреляции, и такую замену иногда приходилось делать несколько раз. Так были сформированы все необходимые модели.

Полученные по этим моделям расчетные значения экзогенных показателей в базовом и тестовом периодах использовались вместо их фактических величин при формировании моделей эндогенных показателей, начиная с определения тех их зависимостей от времени в базовом периоде как сумм основных и дополнительных уравнений регрессии, которые требуются на первом шаге двухшагового МНК. При этом не было необходимости заранее определять, какие факторы войдут в уравнение (5) модели того или иного показателя и, наоборот, в уравнения каких других показателей войдет данный фактор. Таким образом, фактически примерно так же, как описанный выше аналогичный процесс для экзогенных показателей, формировались уравнения (6) с двумя predetermined переменными — «единицей» и  $t$ .

Полученные модели позволили вычислить расчетные значения показателей в базовом периоде, которые далее использовались при формировании моделей тех же переменных на втором шаге двухшагового МНК, а также будущие значения соответствующих показателей в тестовом периоде.

Далее для каждой эндогенной переменной как функции, исходя из экономической теории, был сформирован набор возможных факторов в регрессионном уравнении, причем в качестве факторов могли использоваться как эндогенные, так и predetermined показатели. Построение моделей эндогенных переменных проходило в два этапа. Сначала осуществлялся поиск набора факторов для модели, а затем — второй шаг двухшагового МНК. Модель формировалась как сумма статистически значимых основного и дополнительного уравнений регрессии, причем в качестве обрабатываемых значений эндогенных переменных в базовом периоде использовались их наблюдаемые величины. Для всех уравнений вычислялись прогнозные значения функции и их среднее квадратическое отклонение (СКО) относительно этих величин. Каждая модель могла быть построена в двух вариантах. В первом варианте независимо от иных обстоятельств лучшим среди удовлетворительных основных уравнений считалось то, для которого указанное СКО меньше, а среди дополнительных (при уже известном основном) то,

при сложении которого с основным получалось окончательное уравнение, дававшее наименьшее СКО. Во втором варианте среди таких уравнений выбирались соответствующие экономической теории по характеру связей переменных. Далее модель в первом варианте называется абстрактной, а во втором — теоретически адекватной.

Изложенная методика позволила сконструировать комплексную модель российского хозяйства, отражающую его территориальное разнообразие, взаимодействие разных рынков, вероятностный характер их поведения. Она образуется из моделей развития экономики России в целом, отдельных федеральных округов и субъектов федерации, каждая из которых является системой регрессионных уравнений, причем число последних равно числу эндогенных переменных модели. После формирования каждая такая модель тестировалась посредством совместного прогнозирования ее эндогенных переменных на тестовый период и вычисления для каждой переменной СКО ее прогнозных значений от фактических в этом периоде.

## 2. Обозначения, используемые в комплексной модели российского хозяйства

Номер квартала на условной шкале времени обозначается как  $t$ . Значение  $t = 0$  соответствует 4-му кварталу 2005 г. Таким образом, информация за первый учитываемый год (2006 г.) начинается с  $t = 1$ . Соответственно,  $X(t)$  — значение показателя  $X$  в квартале  $t$ ,  $X(t - \tau)$  — значение показателя  $X$  с лагом в  $\tau$  кварталов относительно  $t$ -го, т. е. в квартале  $(t - \tau)$ ,  $\lambda X(t)$  — значение темпа роста  $X$  в квартале  $t$ .

Экономические показатели обозначаются так <sup>5</sup>:

ВВП — валовой внутренний продукт;

ОТРОБ, ОТРОБР и ОТРЭГВ — объемы отгруженных товаров, выполненных работ и услуг по добыче полезных ископаемых, по обрабатывающим производствам и по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;

ОРС — объем строительных работ;

ОРТ — оборот розничной торговли;

ОПУ — объем платных услуг населению;

ООТ и ООТО — оборот оптовой торговли (полный и лишь организаций оптовой торговли);

ДФБ и ДФС — доходы бюджетов (федерального и субъектов федерации);

НСПФЕД и НСПСУБ — налоги, сборы и иные обязательные платежи в бюджетах (федеральном и субъектов федерации);

<sup>5</sup> Помимо перечисленных показателей, при построении моделей опробовались и другие (например, инвестиции в основной капитал), которые не вошли в окончательные варианты моделей.

НПОФЕД и НПОСУБ — налог на прибыль организаций в бюджетах (федеральном и субъектов федерации);

РПРУБО — разность (сальдо) прибылей и убытков организаций;

ДМ — денежная масса;

ДМНАЛ — наличные деньги вне банковской системы;

КРОКР и КРОДЛ — краткосрочные (на срок до 1 года) и долгосрочные (на срок свыше 1 года) кредиты, предоставленные организациям;

КРФЛ и ИЖКР — кредиты, предоставленные физическим лицам (полные и лишь ипотечные жилищные);

КЗО и ДЗО — кредиторская и дебиторская задолженность организаций;

ДДН и ДРН — денежные доходы и расходы населения;

ЭКС и ИМ — экспорт и импорт;

НЗР — среднемесячная номинальная зарплата одного работника;

ДДД и ПРД — среднемесячные денежные доходы и потребительские расходы на душу населения;

ЧБР и ЧБРРЕГ — численность безработных (полная и лишь зарегистрированных в службе занятости);

ПРР — потребность работодателей в работниках;

СКРИЖКР — срок кредитования по ипотечным жилищным кредитам;

ИММВБ и ИРТС — индексы ММВБ и РТС;

ОТИНВВП — отношение инвестиций в основной капитал к ВВП;

ОТНСПВВП — отношение налогов, сборов и иных обязательных платежей в консолидированном бюджете к ВВП;

ОТЭКСИМ — отношение экспорта к импорту;

ОТПРРЧБР — отношение потребности работодателей в работниках к численности безработных;

РЕНТР и РЕНАКО — рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг и рентабельность активов организаций;

УРБР — уровень безработицы;

СТРЕФ — ставка рефинансирования Банка России;

СТКРОКР и СТКРОДЛ — процентные ставки по краткосрочным и долгосрочным кредитам, предоставленным организациям;

СТКРО — средняя процентная ставка по кредитам, предоставленным организациям;

СТИЖКР — процентная ставка по ипотечным жилищным кредитам;

НОРЮЛ — норматив обязательных резервов по обязательствам кредитных организаций перед юридическими лицами — нерезидентами;

ИППС и ИПП — индексы промышленного производства (в % к соответствующему периоду предыдущего года и к предыдущему периоду);

ИЦПТ и ИЦСХ — индексы цен производителей промышленных товаров и сельскохозяйственной продукции;

ИЦСП — сводный индекс цен строительной продукции;

ИТГП — индекс тарифов на грузовые перевозки;

ИПЦ — индекс потребительских цен;

КУРДОЛ и КУРЕВР — курсы доллара США и евро (среднеквартальные значения);

ОТКУРДЕ — отношение курса доллара США к курсу евро;

ИКУРДОЛК и ИКУРЕВРК — поквартальные индексы курсов доллара США и евро<sup>6</sup>;

МЦНЕФЮ и МЦГАЗ — мировые цены нефти Юралс и природного газа;

УЦЗОЛ — учетная цена золота;

ИМЦНЕФЮ и ИМЦГАЗ — индексы мировых цен нефти Юралс и природного газа;

ИУЦЗОЛ — индекс учетной цены золота.

Также использовались суммы значений некоторых показателей по регионам, в качестве которых в модели развития экономики России в целом рассматривались федеральные округа, а в моделях развития экономики федеральных округов — входящие в них субъекты федерации. Эти суммарные показатели обозначены так:

СОТРДОБ, СОТРОБР, СОТРЭГВ, СОРС, СОРТ, СОПУ, СООТО, СНСПСУБ, СКЗО, СДЗО, СЧБРРЕГ, СПРР — суммы значений по регионам, соответственно, показателей ОТРДОБ, ОТРОБР, ОТРЭГВ, ОРС, ОРТ, ОПУ, ООТО, НСПСУБ, КЗО, ДЗО, ЧБРРЕГ, ПРР.

Кроме того, использовалось и отношение суммарных показателей:

ОТСОТРДО — отношение ОТРДОБ к ОТРОБР.

Наконец, в моделях более высоких уровней могли использоваться региональные показатели моделей более низких уровней, т. е. значения некоторых показателей по отдельным регионам. Они обозначены так:

ОТРДОБР, ОТРОБРР, ОТРЭГВР — соответственно, показатели ОТРДОБ, ОТРОБР, ОТРЭГВ в регионе R, где R — буквенный код региона, т. е. несколько букв его полного наименования (далее, при описании моделей, приведены конкретные примеры таких обозначений).

Глобально-экзогенными переменными комплексной модели являлись МЦНЕФЮ, МЦГАЗ, УЦЗОЛ, ИМЦНЕФЮ, ИМЦГАЗ, ИУЦЗОЛ. Все суммарные (включая их отношение) и региональные показатели получались в моделях более низких уровней и передавались в модели более высоких уровней, где они

<sup>6</sup> Здесь и далее поквартальный индекс некоторого показателя — отношение его среднего значения в текущем квартале к среднему значению в предыдущем, выраженное в %, не равное обычному индексу (аналогичному отношению, в котором используются значения в концах кварталов, а не средние значения).

являлись экзогенными переменными. Кроме того, в отдельных моделях присутствовали свои экзогенные переменные, которые указаны далее, при описании соответствующих моделей.

Отдельную группу составляли условно-экзогенные переменные: КУРДОЛ, КУРЕВР и определяемые через них ОТКУРДЕ, ИКУРДОЛК, ИКУРЕВРК. Для этой группы была построена самостоятельная модель из двух регрессионных уравнений:

$$\begin{aligned} \ln \text{КУРДОЛ}(t) &= 1,049758 - \\ &- 0,20494 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,859039 \ln \text{КУРЕВР}(t); \\ \ln \text{КУРЕВР}(t) &= -1,0965 + 1,136694 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ &+ 0,230243 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t). \end{aligned}$$

После совместного прогнозирования КУРДОЛ и КУРЕВР прогнозные значения остальных переменных этой группы определялись через полученные прогнозные значения КУРДОЛ и КУРЕВР. Расчеты по этой модели были выполнены до расчетов по всем остальным моделям. Затем в каждой из них указанные условно-экзогенные переменные использовались уже как экзогенные.

### 3. Модель развития экономики России в целом

Были сформированы два варианта модели развития экономики России в целом: абстрактный и теоретически адекватный, — в каждом из которых присутствуют 40 эндогенных переменных, модели которых в первом варианте были построены как абстрактные, а во втором — как теоретически адекватные.

Абстрактный вариант — следующая система регрессионных уравнений<sup>7</sup>:

$$\begin{aligned} \ln \text{ВВП}(t) &= 5,557658 + 0,273395 \ln \text{СОРС}(t) + \\ &+ 0,217808 \ln \text{СПРР}(t) + 0,018283t; \\ \ln \text{ООТ}(t) &= 7,03741 + 0,340797 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,028521t; \\ \ln \text{ДФБ}(t) &= 12,85536 - \\ &- 1,17051 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 1,239368 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) + \\ &+ 0,066119t; \\ \ln \text{ДБС}(t) &= 4,211588 + 0,431394 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\ &+ 0,047767t; \\ \ln \text{НПОФЕД}(t) &= -5,48437 + 2,370755 \ln \text{ЭКС}(t-1) + \\ &+ 0,005502 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,057969 \ln \text{РЕНАКО}(t) - \\ &- 0,13153t; \\ \ln \text{НПОСУБ}(t) &= -16,6304 + 3,501045 \ln \text{СОПУ}(t) - \\ &- 0,15643t; \end{aligned}$$

<sup>7</sup> Уравнение для ОТЭКСИМ(t) не является регрессионным, а просто выражает определение данного показателя в логарифмическом виде (одинаково в обоих вариантах). Для удобства использования оно не выделено из общей системы уравнений.

$$\begin{aligned} \ln \text{ПРУБО}(t) &= -1966,56 + 468,8604 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ &+ 88,19607 \ln \text{ИМ}(t) - 47,9035 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) - \\ &- 0,28386 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 14,1258t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДМ}(t) &= 9,293923 + 0,24384 \ln \text{ИМ}(t) + \\ &+ 0,000995 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ &- 0,40628 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,039512t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДМНАЛ}(t) &= 9,0318 - 1,4088 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ &+ 0,001392 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,427218 \ln \text{ДРН}(t) + \\ &+ 0,036967t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{КРОКР}(t) &= -9,19911 + 0,903602 \ln \text{КРФЛ}(t) + \\ &+ 1,183916 \ln \text{СДЗО}(t) - 0,15025 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) - \\ &- 0,10686t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{КРОДЛ}(t) &= 3,208277 + 0,616443 \ln \text{КРФЛ}(t) - \\ &- 0,1245 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,07689 \ln \text{НПОСУБ}(t) - \\ &- 0,00758 \ln \text{НОРЮЛ}(t) + 0,060084t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{КРФЛ}(t) &= 9,4088 - 0,71672 \ln \text{СЧБРРЕГ}(t) + \\ &+ 0,015044 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,465726 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ &+ 0,072852t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ИЖКР}(t) &= -11,4326 - 0,48434 \ln \text{СТИЖКР}(t) + \\ &+ 0,137634 \ln \text{НОРЮЛ}(t) + 2,64153 \ln \text{ДРН}(t) - \\ &- 0,11375t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДДН}(t) &= -0,79218 - 0,00068 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &+ 1,004966 \ln \text{ДДД}(t) - 0,00496t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДРН}(t) &= 4,155472 - 0,27097 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ &+ 0,600726 \ln \text{ДДН}(t) + 0,029427t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ЭКС}(t) &= 11,91091 - 2,55008 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ &+ 0,077088 \ln \text{СОРС}(t) + 0,048382t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ИМ}(t) &= 10,14257 - 2,51956 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ &+ 0,387519 \ln \text{СОРС}(t) + 0,044429t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{НЗР}(t) &= 5,397967 + 0,470703 \ln \text{СООТО}(t) - \\ &- 0,14452 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,030406t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДДД}(t) &= 0,830165 + 0,000689 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &+ 0,989756 \ln \text{ДДН}(t) + 0,005209t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПРД}(t) &= 2,586995 + 1,082154 \ln \text{СОРТ}(t) - \\ &- 0,18916 \ln \text{ДРН}(t) - 0,05706 \ln \text{СООТО}(t) + \\ &+ 0,005261t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ЧБР}(t) &= 4,324863 - 0,39556 \ln \text{СОРС}(t) - \\ &- 0,005 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,04943t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{СКРИЖКР}(t) &= 4,864149 + 0,074981 \ln \text{ИЖКР}(t-1) + \\ &+ 0,009297t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ИММВБ}(t) &= 5,986082 + 0,023536 \ln \text{ИПП}(t) + \\ &+ 0,034816 \ln \text{ПРУБО}(t) + 0,009323 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\ &- 0,28852 \ln \text{СОРС}(t) - 0,03149t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{ИРТС}(t) = 4,771957 + 0,035079 \ln \text{ИПП}(t) - 0,0974t;$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ОТИНВВП}(t) &= 13,57471 - 4,00941 \ln \text{КУРЕВР}(t) - \\ &- 0,02109 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,002775 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ &+ 0,125441t; \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) &= \ln \text{ЭКС}(t) - \ln \text{ИМ}(t); \\
 \text{РЕНТР}(t) &= -87,2888 + 13,09845 \ln \text{ООТ}(t) - \\
 &\quad - 0,07634 \text{ИЦСХ}(t) - 0,71906t; \\
 \text{РЕНАКО}(t) &= -109,13 + 11,78074 \ln \text{СОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,194489 \text{ИЦСХ}(t) - 0,21729t; \\
 \text{УРБР}(t) &= 27,60181 - 3,33596 \ln \text{СОТРОДОБ}(t) + 0,283768t; \\
 \text{СТКРОКР}(t) &= -2,20988 + 1,002431 \text{СТРЕФ}(t) - \\
 &\quad - 0,25321 \text{НОРЮЛ}(t) + 0,445906t; \\
 \text{СТКРОДЛ}(t) &= 6,727355 - 1,70774 \ln \text{ОТИНВВП}(t) + \\
 &\quad + 4,937094 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,533505t; \\
 \text{СТКРО}(t) &= 2,237603 + 0,599565 \text{СТКРОКР}(t) - \\
 &\quad - 0,74665 \ln \text{ОТИНВВП}(t) + 0,1888t; \\
 \text{СТИЖКР}(t) &= 16,98855 - 1,1501 \ln \text{ИЖКР}(t) + \\
 &\quad + 0,086899 \text{НОРЮЛ}(t) + 0,093512t; \\
 \text{ИППС}(t) &= 159,3373 - 5,47368 \text{СТКРО}(t) + 1,054963t; \\
 \text{ИПП}(t) &= 158,7335 - 3,149 \text{СТКРО}(t) - \\
 &\quad - 0,39192 \text{ИКУРДОЛК}(t) + 2,058595t; \\
 \text{ИЦПТ}(t) &= 164,0407 + 33,41189 \ln \lambda \text{СОТРОДОБ}(t) - \\
 &\quad - 53,5551 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 9,4357 \ln \text{СОТРОБР}(t) - \\
 &\quad - 0,39455t; \\
 \text{ИЦСХ}(t) &= 110,2322 + 14,23043 \ln \lambda \text{СОТРЕГВ}(t) - \\
 &\quad - 0,78524t; \\
 \text{ИЦСП}(t) &= 107,6957 + 2,166106 \ln \lambda \text{СОРС}(t) - 0,48902t; \\
 \text{ИТГП}(t) &= 648,5689 - 80,7285 \ln \text{СОРТ}(t) + \\
 &\quad + 3,950463 \text{РЕНТР}(t) + 5,305644t; \\
 \text{ИПЦ}(t) &= 67,09612 + 13,83252 \ln \lambda \text{СЧБРЕГ}(t) + \\
 &\quad + 4,839705 \ln \text{СОТРОБР}(t) - 0,38822t.
 \end{aligned}$$

Теоретически адекватный вариант — следующая система регрессионных уравнений:

$$\begin{aligned}
 \ln \text{ВВП}(t) &= -5,0943 + 0,180502 \ln \text{СОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,996918 \ln \text{СДЗО}(t-1) + 0,012039 \text{РЕНАКО}(t) + \\
 &\quad + 0,015119 \text{ИЦСП}(t) - 0,00135 \text{ИЦПТ}(t) - \\
 &\quad - 0,01531 \text{СТРЕФ}(t) - 0,21622 \ln \text{СКЗО}(t-1) + \\
 &\quad + 0,002224 \text{ИТГП}(t) - 0,04742 \text{УРБР}(t) + \\
 &\quad + 1,031964 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,00439 \text{ИМЦГАЗ}(t) + \\
 &\quad + 0,140834 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,000201 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,005638 \text{СТИЖКР}(t) + 0,000547 \ln \text{ОТИНВВП}(t-2) + \\
 &\quad + 0,004119 \ln \text{СКРИЖКР}(t) + 0,000259 \text{СТКРО}(t) - \\
 &\quad - 0,00088 \ln \text{ОТНСПВВП}(t-1) + \\
 &\quad + 0,000561 \ln \text{СПРР}(t) - 0,02451t; \\
 \ln \text{ООТ}(t) &= 1,236784 + 0,181424 \ln \text{ИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,544431 \ln \text{СОТО}(t) + 0,000414 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,005177 \text{ИППС}(t) + 0,188834 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\
 &\quad + 0,098548 \ln \text{СОРТ}(t) + 0,017398t; \\
 \ln \text{ДФБ}(t) &= -11,6048 + 0,529864 \ln \text{ВВП}(t) + \\
 &\quad + 1,666621 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,235506 \ln \text{НПОФЕД}(t) + \\
 &\quad + 0,835142 \ln \text{ДДН}(t) + 0,034651 \text{РЕНТР}(t) - 0,05841t; \\
 \ln \text{ДБС}(t) &= 1,011522 + 0,126625 \ln \text{СОРС}(t) + \\
 &\quad + 0,056117 \ln \text{НПОСУБ}(t) + 0,077055 \ln \text{СОТРОДОБ}(t) + \\
 &\quad + 0,001004 \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,459472 \ln \text{ДДН}(t) + \\
 &\quad + 0,018245 \text{РЕНТР}(t) - 0,00206 \text{ИПЦ}(t) + \\
 &\quad + 0,046954 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,055727 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 &\quad + 0,017876 \ln \text{СОТО}(t) + 0,018978t; \\
 \ln \text{НПОФЕД}(t) &= -20,2443 + 2,16144 \ln \text{ЭКС}(t-1) + \\
 &\quad + 0,05845 \text{РЕНАКО}(t) + 3,884093 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\
 &\quad + 0,512043 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 0,21364t; \\
 \ln \text{НПОСУБ}(t) &= -19,9104 + 3,021801 \ln \text{СОРТ}(t) + \\
 &\quad + 0,034943 \ln \text{ПРУБО}(t) + 0,27134 \ln \text{ЭКС}(t-1) + \\
 &\quad + 0,257471 \ln \text{СОТРЕГВ}(t) - 0,16259t; \\
 \ln \text{ПРУБО}(t) &= -770,368 + 0,058896 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,462406 \text{ИТГП}(t) + 30,57193 \ln \text{СОТО}(t) + \\
 &\quad + 199,5516 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 31,42286 \ln \text{СОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,076951 \text{ИЦСХ}(t) + 21,08185 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\
 &\quad - 72,2971 \ln \text{СДЗО}(t) + 0,698044 \text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 12,46137 \ln \text{СОРТ}(t) - 3,29198t; \\
 \ln \text{ДМ}(t) &= 2,923891 + 0,233275 \ln \text{ИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,000896 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,011054 \text{ИПЦ}(t) + \\
 &\quad + 0,164346 \ln \text{ЭКС}(t) + 1,01576 \ln \text{КРОДЛ}(t) - \\
 &\quad - 0,87504 \ln \text{КРФЛ}(t) + 0,017939 \text{ИППС}(t) + \\
 &\quad + 0,631373 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,031032t; \\
 \ln \text{ДМНАЛ}(t) &= 4,086652 + 0,002169 \text{ИМЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,2216 \ln \text{СЧБРЕГ}(t) + 0,000689 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,307728 \ln \text{ДДН}(t) + 0,215805 \ln \text{ДМ}(t) + \\
 &\quad + 0,189818 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,00625t; \\
 \ln \text{КРОКР}(t) &= -18,3882 + 1,54644 \ln \text{СДЗО}(t) + \\
 &\quad + 1,462573 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,004599 \text{ИМЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,00524 \text{ИЦСХ}(t) + 0,235999 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,582027 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,05136 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) - \\
 &\quad - 0,00383 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,02068 \ln \text{СКЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,000356 \text{НОРЮЛ}(t) - 0,22334t; \\
 \ln \text{КРОДЛ}(t) &= -7,7869 + 0,373885 \ln \text{КРФЛ}(t) + \\
 &\quad + 1,450626 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,598178 \ln \text{ДМ}(t) - \\
 &\quad - 0,02994 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) + 0,01167 \text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 0,003557 \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,11422 \ln \text{СДЗО}(t) + 0,031065t; \\
 \ln \text{КРФЛ}(t) &= 13,39245 - 1,47802 \ln \text{СЧБРЕГ}(t) + \\
 &\quad + 0,016657 \text{ИПЦ}(t) + 0,002943 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 1,547855 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 2,770804 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 &\quad + 0,286442 \ln \text{ДДД}(t) + 0,000449 \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,101017t; \\
 \ln \text{ИЖКР}(t) &= 3,689705 - 0,34211 \text{СТИЖКР}(t) + \\
 &\quad + 0,112297 \text{НОРЮЛ}(t) + 1,851634 \ln \text{ДРН}(t) + \\
 &\quad + 0,003356 \text{ИМЦГАЗ}(t) - 3,15449 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\
 &\quad + 0,002318 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) - 0,02797t; \\
 \ln \text{ДДН}(t) &= 3,18077 + 1,087675 \ln \text{ЭКС}(t) + \\
 &\quad + 4,521596 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,005065 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,251729 \ln \text{ИМ}(t) + 0,056879t; \\
 \ln \text{ДРН}(t) &= 1,770056 - 0,47893 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\
 &\quad + 0,577236 \ln \text{ДДН}(t) + 0,012074 \text{ИПЦ}(t) + \\
 &\quad + 0,218661 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,181594 \ln \text{СОРТ}(t) + 0,02088t;
 \end{aligned}$$

$$\ln \text{ЭКС}(t) = 27,25596 - 7,13288 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,615364 \ln \text{ОТСОТРДО}(t) + 0,015558 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,004122 \ln \text{ИУЦЗОЛ}(t) + 0,178843t;$$

$$\ln \text{ИМ}(t) = -3,54327 - 0,41285 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,603329 \ln \text{СОТТ}(t) + 0,376959 \ln \text{СОТРОБР}(t) + 0,411883 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,79686 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,09951 \ln \text{СОРС}(t) - 0,02353t;$$

$$\ln \text{НЗР}(t) = 5,103321 + 0,490369 \ln \text{СОТТ}(t) + 0,000946 \ln \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,038936 \ln \text{СОТРЭГВ}(t) + 0,000311 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,025085t;$$

$$\ln \text{ДДД}(t) = 0,87211 + 0,039655 \ln \text{СОРС}(t) + 0,851484 \ln \text{ДДН}(t) + 0,037414 \ln \text{СОТРЭГВ}(t) + 0,091221 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,375937 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,058606 \ln \text{СОТРДОБ}(t) + 0,007485t;$$

$$\ln \text{ПРД}(t) = 3,122731 + 0,526276 \ln \text{СОТТ}(t) + 0,082154 \ln \text{СОПУ}(t) - 0,12501 \ln \text{СЧБРРЕГ}(t) + 0,01356 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,216873 \ln \text{ДРН}(t) + 0,058088 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,007929t;$$

$$\ln \text{ЧБР}(t) = 2,02245 - 0,28915 \ln \text{СОРС}(t) - 0,00358 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,300307 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,12753 \ln \text{ОТПРРЧБР}(t-1) + 0,004031 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 0,00486 \ln \text{РПРУБО}(t) + 0,037286t;$$

$$\ln \text{СКРИЖКР}(t) = 6,850034 + 0,055483 \ln \text{ИЖКР}(t-1) - 0,56861 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,000371 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,022462t;$$

$$\ln \text{ИММВБ}(t) = 6,402892 + 1,367319 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,220026 \ln \text{ОТИНВВП}(t) + 0,00196 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,733347 \ln \text{СОТРДОБ}(t) - 0,52794 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,005297 \ln \text{РЕНАКО}(t) - 0,03571t;$$

$$\ln \text{ИРТС}(t) = 15,68982 + 0,930066 \ln \text{СОТРДОБ}(t) + 1,27326 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 3,00411 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,003697 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) - 0,62602 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,00785 \ln \text{РЕНАКО}(t) + 0,030971t;$$

$$\ln \text{ОТИНВВП}(t) = 11,3704 - 14,0002 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,02702 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,006017 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 6,659886 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,121975 \ln \text{ИЦСП}(t) + 0,011752 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 1,399445 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,087984 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,0295 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) + 0,287749t;$$

$$\ln \text{ОТЭКСИМ}(t) = \ln \text{ЭКС}(t) - \ln \text{ИМ}(t);$$

$$\text{РЕНТР}(t) = -108,415 + 4,816099 \ln \text{ООТ}(t) + 0,051643 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,058716 \ln \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,02695 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,03412 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 1,2644 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,512077 \ln \text{СОРС}(t) + 1,370085 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 1,211418 \ln \text{СОТРЭГВ}(t) + 20,99387 \ln \text{СКЗО}(t) - 15,0667 \ln \text{СДЗО}(t) + 0,001878 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 2,286297 \ln \text{СОПУ}(t) - 0,05643 \ln \text{ИЦСП}(t) + 0,009237 \ln \text{РПРУБО}(t) - 0,758t;$$

$$\text{РЕНАКО}(t) = -189,79 + 22,05294 \ln \text{СОТРОБР}(t) + 0,144387 \ln \text{ИЦСХ}(t) + 15,611 \ln \text{КУРДОЛ}(t) -$$

$$-0,45996 \ln \text{ИЦСП}(t) - 0,05369 \ln \text{ИТГП}(t) + 1,782334 \ln \text{СОРС}(t) - 1,05355t;$$

$$\text{УРБР}(t) = 2,459425 - 0,25509 \ln \text{СОТРОБР}(t) + 5,679956 \ln \text{ЧБР}(t) - 0,38594 \ln \text{СОРС}(t) - 0,00636 \ln \text{ИТГП}(t) - 0,00382 \ln \text{ИМЦГАЗ}(t) + 0,002065 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 0,00064 \ln \text{РПРУБО}(t-1) + 0,068267t;$$

$$\text{СТКРОКР}(t) = -62,3773 + 0,751275 \ln \text{СТРЕФ}(t) - 0,07195 \ln \text{НОРЮЛ}(t) + 0,051389 \ln \text{ИМЦГАЗ}(t) + 12,9571 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 1,785345 \ln \text{СКЗО}(t-1) + 0,229424t;$$

$$\text{СТКРОДЛ}(t) = 151,9478 - 8,37654 \ln \text{ДМ}(t) - 6,89483 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 5,158525 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 7,7478 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 9,742673 \ln \text{СДЗО}(t-1) - 10,2776 \ln \text{СКЗО}(t-1) + 1,622357t;$$

$$\text{СТКРО}(t) = 87,31146 + 0,326858 \ln \text{СТКРОКР}(t) - 6,76218 \ln \text{СКЗО}(t-1) + 0,634317 \ln \text{СТРЕФ}(t) - 4,23433 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 1,9895 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,832183t;$$

$$\text{СТИЖКР}(t) = 15,487 - 0,98637 \ln \text{ИЖКР}(t) + 0,074948 \ln \text{НОРЮЛ}(t) - 0,22989 \ln \text{ИЖКР}(t-1) + 0,19282 \ln \text{СТКРО}(t) - 1,77429 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,02641t;$$

$$\text{ИППС}(t) = 134,6816 - 62,712 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,090846 \ln \text{РПРУБО}(t) - 0,07589 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 53,68847 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,122431 \ln \text{ОТНСПВВП}(t) + 0,068143 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,548327 \ln \text{ОТИНВВП}(t) - 0,02368 \ln \text{СДЗО}(t) - 0,00039 \ln \text{СТРЕФ}(t) + 0,005309 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,003111 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,00012 \ln \text{ИПЦ}(t) - 2,16683t;$$

$$\text{ИПП}(t) = 168,4774 + 14,02963 \ln \lambda \text{СОРС}(t) + 10,85425 \ln \lambda \text{СОТРЭГВ}(t) + 14,5118 \ln \lambda \text{СОТРОБР}(t) + 0,230769 \ln \text{РПРУБО}(t) + 7,699472 \ln \text{ОТИНВВП}(t-1) - 0,1629 \ln \text{ИПЦ}(t) - 14,2673 \ln \text{СКЗО}(t) + 9,910487 \ln \text{СДЗО}(t) + 0,001707 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,605158 \ln \text{ОТНСПВВП}(t-1) + 1,230682 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,12552 \ln \text{СТКРО}(t) + 1,604343 \ln \lambda \text{СОТО}(t) - 0,04553 \ln \text{ИЦСП}(t) + 0,007649 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,06512t;$$

$$\text{ИЦПТ}(t) = -736,286 + 50,47579 \ln \lambda \text{СОТРДОБ}(t) - 24,0299 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 25,4755 \ln \lambda \text{СОТРОБР}(t) + 89,75895 \ln \text{НЗР}(t) - 9,19805 \ln \lambda \text{СОТРЭГВ}(t) + 1,550031 \ln \text{СТКРО}(t) - 6,04099t;$$

$$\text{ИЦСХ}(t) = 81,82442 + 20,1572 \ln \lambda \text{СОТРЭГВ}(t) + 0,161898 \ln \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 27,228 \ln \text{ИМ}(t) - 5,54515 \ln \text{РЕНТР}(t) - 6,00602 \ln \text{СТКРО}(t) + 0,310213 \ln \text{ИТГП}(t) - 5,36432 \ln \lambda \text{СОТРОБР}(t) - 0,00678 \ln \text{КУРДОЛК}(t) - 0,28315 \ln \text{СОТРДОБ}(t) + 0,00122 \ln \text{ИМЦГАЗ}(t) - 0,05285 \ln \text{СТРЕФ}(t) - 0,11635 \ln \text{ЭКС}(t) + 1,804668t;$$

$$\begin{aligned} \text{ИЦСП}(t) = & 120,7894 - 59,6199 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ & - 0,0307 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,7245 \ln \lambda \text{СОРС}(t) - \\ & - 0,14217 \text{ИМЦГАЗ}(t) - 0,12502 \text{ИЦПТ}(t) + \\ & + 0,167672 \text{РЕНАКО}(t) - 0,84t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ИТГП}(t) = & 243,7628 + 1,6655 \ln \text{РПРУБО}(t) - \\ & - 0,56474 \text{ИКУРЕВРК}(t) - 1,95 \text{ИПП}(t) + \\ & + 18,13655 \ln \lambda \text{СОРС}(t) + 1,456107 \text{ИЦСП}(t) - \\ & - 0,52846 \text{ИЦПТ}(t) - 18,1475 \ln \lambda \text{СОТО}(t) + \\ & + 0,000688 \text{ИЦСХ}(t) - 0,01264 \text{СТКРО}(t) - \\ & - 0,09752 \ln \text{СОРТ}(t) + 0,252563 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ & + 0,000777 \text{ИМЦГАЗ}(t) - 0,01815 \text{СТРЕФ}(t) - \\ & - 0,00013 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) + 0,832807t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ИПЦ}(t) = & 98,19107 + 13,31699 \ln \lambda \text{СЧБРРЕГ}(t) - \\ & - 27,6497 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,18469 \ln \text{РПРУБО}(t) - \\ & - 1,85063 \ln \lambda \text{ЭКС}(t) + 0,06727 \text{ИЦПТ}(t) - \\ & - 0,72901 \ln \lambda \text{СОТРОБР}(t) + 0,055715 \text{СТРЕФ}(t) + \\ & + 0,001785 \text{ИЦСХ}(t) + 0,30685 \ln \lambda \text{СОПУ}(t) - \\ & - 0,16483 \ln \lambda \text{СОРТ}(t) + 0,251481 \ln \text{ПРД}(t) - \\ & - 0,19374 \ln \lambda \text{ДМНАЛ}(t) + 0,010487 \text{СТКРО}(t) + \\ & + 0,034666 \ln \text{ИМ}(t) + 0,00015 \text{ИМЦНЕФЮ}(t) - \\ & - 0,43253t. \end{aligned}$$

Помимо указанных выше экзогенных переменных, в обоих вариантах модели использовались специфические управляющие экзогенные переменные: ОТНСВВП, СТРЕФ, НОРЮЛ, а в теоретически адекватном варианте, кроме того, — вспомогательная эндогенная переменная ОТПРРЧБР (ее отдельная модель не потребовалась, поскольку она применялась только в качестве аргумента с лагом 1 и в процессе расчетов вычислялась как отношение СПРР к ЧБР).

Результаты тестирования абстрактного варианта модели представлены в табл. 1.

СКО прогнозных значений от фактических изменялось от 0,000007 % для процентной ставки по краткосрочным кредитам организациям до 0,171151 % для разности прибылей и убытков организаций, а в среднем по всем показателям составило 0,031473 %.

Результаты тестирования теоретически адекватного варианта модели представлены в табл. 2.

СКО прогнозных значений от фактических изменялось от 0,000272 % до 1,077984 % (показатели с экстремальными СКО — те же, что и в абстрактном варианте), а в среднем оно составило 0,171454 %.

Таблица 1

Результаты тестирования абстрактного варианта модели развития экономики России в целом

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ВВП	млрд руб.	10505	10505,00	10879	10878,88	0,000783
ООТ	млрд руб.	7319,8	7319,671	8171,7	8171,724	0,001260
ДФБ	млрд руб.	1942,2	1942,245	2222,4	2222,381	0,001741
ДБС	млрд руб.	1610,4	1611,639	1605,5	1605,581	0,054527
НПОФЕД	млрд руб.	24,9	24,90026	52,5	52,49813	0,002618
НПОСУБ	млрд руб.	283,0	283,0698	275,1	275,1098	0,017609
РПРУБО	млрд руб.	1171,3	1173,887	1494,8	1493,321	0,171151
ДМ	млрд руб.	13649,5	13649,25	15697,7	15697,83	0,001405
ДМНАЛ	млрд руб.	3485,6	3485,793	4038,1	4037,988	0,004388
КРОКР	млрд руб.	4052,2	4052,147	3548,6	3548,624	0,001034
КРОДЛ	млрд руб.	8266,7	8266,868	8561,0	8561,013	0,001442
КРФЛ	млрд руб.	3618,6	3618,596	3573,8	3573,799	0,000083
ИЖКР	млрд руб.	35,8	35,82025	60,8	60,78281	0,044706
ДДН	млрд руб.	7045,8	7046,235	8380,6	8380,341	0,004881
ДРН	млрд руб.	7080,6	7080,841	8069,4	8069,263	0,002687
ЭКС	млрддол.	82,5	82,49903	95,6	95,60052	0,000919
ИМ	млрддол.	49,0	48,99921	60,3	60,30036	0,001220
НЗР	руб.	18673	18672,81	20670	20670,12	0,000820
ДДД	руб.	16790,1	16791,11	19857,3	19856,7	0,004755
ПРД	руб.	11789,4	11790,40	12836,9	12836,53	0,006334
ЧБР	млн чел.	6,0	6,000022	6,1	6,099977	0,000373
СКРИЖКР	мес.	194,7	194,6995	193,6	193,6084	0,003090
ИММВБ	пункт	1079,30	1078,904	1313,79	1314,176	0,033260
ИРТС	пункт	1074,87	1074,162	1406,94	1407,624	0,057882
ОТИНВВП	отнош.	0,195164	0,195194	0,272470	0,272456	0,011352
ОТЭКСИМ	отнош.	1,683673	1,683681	1,585406	1,585406	0,000314
РЕНТР	%	11,2	11,19985	11,5	11,50005	0,001014
РЕНАКО	%	3,8	3,800216	5,7	5,699849	0,004437
УРБР	%	7,853403	7,853395	8,068783	8,068659	0,001091
СТКРОКР	%	14,9	14,90000	13,9	13,9	0,000007

Окончание таблицы 1

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
СТКРОДЛ	%	15,8	15,79973	14,7	14,70009	0,001269
СТКРО	%	15,5	15,49997	14,5	14,5	0,000125
СТИЖКР	%	14,5	14,49933	13,9	13,90034	0,003706
ИППС	% к соот.	89,0	89,00015	97,4	97,40003	0,000119
ИПП	% к пред.	106,8	106,7810	106,3	106,3139	0,015602
ИЦПТ	% к пред.	104,5	104,5001	99,1	99,10079	0,000566
ИЦСХ	% к пред.	98,3	98,30045	102,0	101,9992	0,000616
ИЦСП	% к пред.	101,6	101,5998	100,3	100,3001	0,000160
ИТГП	% к пред.	98,3	98,29197	102,7	102,7029	0,006106
ИПЦ	% к пред.	100,6	100,6001	100,7	100,6999	0,000141

Таблица 2

Результаты тестирования теоретически адекватного варианта модели развития экономики России в целом

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ВВП	млрд руб.	10505	10505,78	10879	10879,45	0,005997
ООТ	млрд руб.	7319,8	7320,044	8171,7	8171,625	0,002448
ДФБ	млрд руб.	1942,2	1942,708	2222,4	2222,578	0,019359
ДБС	млрд руб.	1610,4	1610,585	1605,5	1605,568	0,008655
НПОФЕД	млрд руб.	24,9	24,90872	52,5	52,50342	0,025177
НПОСУБ	млрд руб.	283,0	283,2156	275,1	275,1384	0,054759
РПРУБО	млрд руб.	1171,3	1187,223	1494,8	1505,114	1,077984
ДМ	млрд руб.	13649,5	13653,33	15697,7	15693,77	0,026596
ДМНАЛ	млрд руб.	3485,6	3485,873	4038,1	4037,919	0,006373
КРОКР	млрд руб.	4052,2	4052,744	3548,6	3548,229	0,012033
КРОДЛ	млрд руб.	8266,7	8267,567	8561,0	8560,161	0,010154
КРФЛ	млрд руб.	3618,6	3618,002	3573,8	3574,345	0,015903
ИЖКР	млрд руб.	35,8	35,80284	60,8	60,79919	0,005693
ДДН	млрд руб.	7045,8	7046,198	8380,6	8380,856	0,004538
ДРН	млрд руб.	7080,6	7080,753	8069,4	8069,358	0,001571
ЭКС	млрд дол.	82,5	82,50229	95,6	95,60399	0,003542
ИМ	млрд дол.	49,0	49,00557	60,3	60,29619	0,009198
НЗР	руб.	18673	18673,86	20670	20669,65	0,003471
ДДД	руб.	16790,1	16790,97	19857,3	19857,92	0,004273
ПРД	руб.	11789,4	11790,10	12836,9	12836,67	0,004370
ЧБР	млн чел.	6,0	5,999553	6,1	6,099304	0,009632
СКРИЖКР	мес.	194,7	194,6993	193,6	193,6012	0,000518
ИММВБ	пункт	1079,30	1078,885	1313,79	1314,014	0,029718
ИРТС	пункт	1074,87	1074,671	1406,94	1407,256	0,020584
ОТИНВВП	отнош.	0,195164	0,194973	0,272470	0,272416	0,070476
ОТЭКСИМ	отнош.	1,683673	1,683529	1,585406	1,585573	0,009593
РЕНТР	%	11,2	11,20249	11,5	11,50058	0,016142
РЕНАКО	%	3,8	3,798973	5,7	5,699042	0,022502
УРБР	%	7,853403	7,852795	8,068783	8,068043	0,008489
СТКРОКР	%	14,9	14,90006	13,9	13,90000	0,000272
СТКРОДЛ	%	15,8	15,79681	14,7	14,70272	0,019357
СТКРО	%	15,5	15,49973	14,5	14,50012	0,001350
СТИЖКР	%	14,5	14,49987	13,9	13,90002	0,000634
ИППС	% к соот.	89,0	89,00128	97,4	97,40038	0,001055
ИПП	% к пред.	106,8	106,8039	106,3	106,2940	0,004762
ИЦПТ	% к пред.	104,5	104,5039	99,1	99,10033	0,002619
ИЦСХ	% к пред.	98,3	98,30019	102,0	101,9974	0,001830
ИЦСП	% к пред.	101,6	101,5994	100,3	100,2998	0,000461
ИТГП	% к пред.	98,3	98,32948	102,7	102,7123	0,022832
ИПЦ	% к пред.	100,6	100,5978	100,7	100,6985	0,001844

#### 4. Модели развития экономики федеральных округов

Модель развития экономики каждого федерального округа может формироваться в двух вариантах — без учета входящих в него субъектов федерации и с их учетом. Главное различие здесь в том, что во втором варианте в качестве экзогенных переменных используются суммарные и региональные показатели, передаваемые из моделей развития экономики субъектов федерации, а в первом вместо таких переменных — эндогенные (аналогичные показатели по округу в целом).

Первый вариант модели (с 22 эндогенными переменными) был сформирован для всех семи федеральных округов, существовавших в России в 2009 г., а второй (с 10 эндогенными переменными) — только для Уральского федерального округа. Во всех случаях модели эндогенных переменных были построены как абстрактные. Далее рассматриваются два варианта модели развития экономики этого округа.

Первый вариант — следующая система регрессионных уравнений:

$$\ln\text{ОТРДОБ}(t) = 8,123384 + 0,528071 \ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,559232 \ln\text{ИЦПТ}(t) + 0,020843t;$$

$$\ln\text{ОТРОБР}(t) = 4,488786 + 0,642023 \ln\text{ОТРДОБ}(t);$$

$$\ln\text{ОТРЭГВ}(t) = 45,24241 - 7,57553 \ln\text{ИЦСП}(t) - 1,08101 \ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,469599 \ln\text{НЗР}(t);$$

$$\ln\text{ОРС}(t) = 44,34343 + 0,508316 \ln\text{НСПФЕД}(t-1) - 8,67861 \ln\text{ИППЦ}(t) + 0,292347 \ln\text{МЦНЕФЮ}(t);$$

$$\ln\text{ОРТ}(t) = 2,451364 + 1,09405 \ln\text{ПРД}(t);$$

$$\ln\text{ОПУ}(t) = 5,056793 + 0,113231 \ln\text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,610109 \ln\text{ПРД}(t);$$

$$\ln\text{ООТО}(t) = 7,250409 + 0,457606 \ln\text{ОРТ}(t);$$

$$\ln\text{НСПФЕД}(t) = -9,38376 + 1,701631 \ln\text{ОТРОБР}(t) - 0,01745t;$$

$$\ln\text{НСПСУБ}(t) = -6,9784 + 1,215007 \ln\text{ОТРОБР}(t) + 0,638871 \ln\text{ИЦСХ}(t);$$

$$\ln\text{КЗО}(t) = 5,716214 + 0,850043 \ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,430976 \ln\text{ОТРДОБ}(t);$$

$$\ln\text{ДЗО}(t) = 5,154377 + 0,865979 \ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,466984 \ln\text{ОТРДОБ}(t);$$

$$\ln\text{НЗР}(t) = 10,05477 - 0,10154 \ln\text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,156643 \ln\text{ОРТ}(t) + 0,113488 \ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,19237 \ln\text{ОТРОБР}(t) + 0,035699t;$$

$$\ln\text{ДЦД}(t) = 3,809221 + 0,479806 \ln\text{ОРС}(t) + 0,030794t;$$

$$\ln\text{ПРД}(t) = -2,4409 + 0,795134 \ln\text{ОРТ}(t) + 0,240066 \ln\text{НЗР}(t) - 0,05073 \ln\text{ОТРДОБ}(t);$$

$$\ln\text{ЧБРРЕГ}(t) = -5,99926 + 2,941537 \ln\text{КУРЕВР}(t);$$

$$\ln\text{ПРР}(t) = -7,80669 + 0,848469 \ln\text{ОРС}(t) + 0,717989 \ln\text{ИЦПТ}(t) - 0,08775t;$$

$$\ln\text{ИППС}(t) = 7,256935 - 0,44798 \ln\text{ДЗО}(t) + 0,281467 \ln\text{ООТО}(t);$$

$$\ln\text{ИЦПТ}(t) = 8,377527 - 0,33159 \ln\text{ОТРЭГВ}(t);$$

$$\ln\text{ИЦСХ}(t) = 5,108681 - 0,14445 \ln\text{КУРДОЛ}(t);$$

$$\ln\text{ИЦСП}(t) = 4,83364 + 0,067256 \ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,09371 \ln\text{ИЦСХ}(t) - 0,00586t;$$

$$\ln\text{ИТГП}(t) = -16,3684 - 0,74864 \ln\text{ИЦПТ}(t) + 2,718801 \ln\text{КУРЕВР}(t) + 1,607651 \ln\text{НЗР}(t) - 0,13318t;$$

$$\ln\text{ИППЦ}(t) = 3,963245 + 0,144766 \ln\text{ИЦСХ}(t).$$

Результаты тестирования этого варианта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты тестирования варианта модели развития экономики Уральского федерального округа без учета субъектов федерации

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ОТРДОБ	млн руб.	582075	582059,6	580579	580586,7	0,002089
ОТРОБР	млн руб.	441216	441223,3	448026	448022,3	0,001308
ОТРЭГВ	млн руб.	75492	75491,70	106386	106386,2	0,000318
ОРС	млн руб.	125130,4	125131,6	154309,5	154310,6	0,000841
ОРТ	млн руб.	375592,6	375572,3	430461,4	430473,1	0,004281
ОПУ	млн руб.	95270,3	95268,20	100695,9	100697,0	0,001745
ООТО	млн руб.	496953,5	496940,6	544306,2	544313,3	0,002049
НСПФЕД	млн руб.	262904,2	262910,4	267517,7	267514,5	0,001862
НСПСУБ	млн руб.	128376,8	128378,8	125721,3	125720,3	0,001217
КЗО	млн руб.	1690553	1690540	1613450	1613456	0,000627
ДЗО	млн руб.	1641831	1641818	1530701	1530707	0,000641
НЗР	руб.	22962,1	22962,03	24580,9	24580,94	0,000239

Окончание таблицы 3

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ДДД	руб.	19421,5	19421,65	23229,9	23229,94	0,000577
ПРД	руб.	13355,1	13354,57	15126,1	15126,40	0,003125
ЧБРРЕГ	тыс. чел.	195,7	195,7076	195,1	195,0962	0,003072
ПРР	тыс. чел.	69,58	69,57740	50,11	50,11145	0,003340
ИППС	% к соот.	91,5	91,49965	99,5	99,50020	0,000303
ИЦПТ	% к пред.	107,0	106,9969	97,9	97,90141	0,002278
ИЦСХ	% к пред.	99,0	98,99927	99,1	99,10037	0,000587
ИЦСП	% к пред.	100,5	100,5000	98,7	98,69999	0,000008
ИТГП	% к пред.	88,1	88,10126	58,7	58,69958	0,001128
ИПЦ	% к пред.	100,7	100,6999	100,7	100,7001	0,000082

СКО прогнозных значений от фактических изменялось от 0,000008 % для сводного индекса цен строительной продукции до 0,004281 % для оборота розничной торговли, а в среднем составило 0,001857 %.

Второй вариант — следующая система регрессионных уравнений:

$$\ln \text{НСПФЕД}(t) = -2,33385 + 1,220903 \ln \text{ОТРОБРЧЕЛ}(t) + 0,019666t;$$

$$\ln \text{НЗР}(t) = 3,155283 + 0,103852 \ln \text{СЧБРРЕГ}(t) + 0,46876 \ln \text{СОРТ}(t) + 0,074273 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t);$$

$$\ln \text{ДДД}(t) = 4,216118 + 0,543638 \ln \text{СОРС}(t) - 0,14384 \ln \text{ОТРОБЧЕЛ}(t) + 0,031926t;$$

$$\ln \text{ПРД}(t) = -2,45235 + 0,79478 \ln \text{СОРТ}(t) + 0,241194 \ln \text{НЗР}(t) - 0,05048 \ln \text{ОТРОБТЮМ}(t);$$

$$\ln \text{ИППС}(t) = 7,256937 - 0,44798 \ln \text{СДЗО}(t) + 0,281468 \ln \text{СОТО}(t);$$

$$\ln \text{ИЦПТ}(t) = 8,808198 - 0,40862 \ln \text{ОТРЭГВСВР}(t);$$

$$\ln \text{ИЦСХ}(t) = 8,921192 - 0,47776 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,22457 \ln \text{ОТРОБРСВР}(t);$$

$$\ln \text{ИЦСП}(t) = 4,83364 + 0,067256 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,09371 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 0,00586t;$$

$$\ln \text{ИТГП}(t) = -16,3684 - 0,74864 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 2,718801 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 1,607651 \ln \text{НЗР}(t) - 0,13318t;$$

$$\ln \text{ИПЦ}(t) = 3,963245 + 0,144766 \ln \text{ИЦСХ}(t).$$

В этом варианте применялись не только суммарные, но и региональные показатели моделей развития экономики субъектов федерации — ОТРДОБР, ОТРОБРР, ОТРЭГВР, где R — буквенный код региона, значения которого для Свердловской, Тюменской и Челябинской областей — соответственно СВР, ТЮМ и ЧЕЛ.

Результаты тестирования этого варианта представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты тестирования варианта модели развития экономики Уральского федерального округа с учетом субъектов федерации

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
НСПФЕД	млн руб.	262904,2	262907,1	267517,7	267516,2	0,000864
НЗР	руб.	22962,1	22964,23	24580,9	24578,85	0,008826
ДДД	руб.	19421,5	19420,18	23229,9	23230,68	0,005371
ПРД	руб.	13355,1	13356,24	15126,1	15124,93	0,008149
ИППС	% к соот.	91,5	91,49966	99,5	99,50006	0,000268
ИЦПТ	% к пред.	107,0	107,0001	97,9	97,89998	0,000049
ИЦСХ	% к пред.	99,0	99,00042	99,1	99,09978	0,000338
ИЦСП	% к пред.	100,5	100,4999	98,7	98,70005	0,000078
ИТГП	% к пред.	88,1	88,11290	58,7	58,69221	0,013971
ИПЦ	% к пред.	100,7	100,7001	100,7	100,7000	0,000052

СКО прогнозных значений от фактических изменялось от 0,000049 % для индекса цен производителей промышленных товаров до 0,013971 % для индекса тарифов на грузовые перевозки, а в среднем составило 0,006077 %.

В результате тестирования моделей остальных федеральных округов СКО прогнозных значений от фактических в среднем оказалось минимальным (0,0004 %) для Южного федерального округа и максимальным (0,015422 %) для Приволжского.

Модели развития экономики субъектов федерации  
 Модели развития экономики субъектов федерации (с 21 эндогенной переменной в каждой модели) были сформированы для всех четырех субъектов федерации, входящих в Уральский федеральный округ и при этом не являющихся частями других субъектов<sup>8</sup>. Во всех случаях модели эндогенных переменных были построены как абстрактные. Далее рассматривается модель развития экономики Челябинской области. Это — следующая система регрессионных уравнений:

$$\begin{aligned} \ln \text{ОТРДОБ}(t) &= 6,405208 + 0,358747 \ln \text{ППР}(t) + 0,06417t; \\ \ln \text{ОТРОБР}(t) &= 9,152172 + 0,695856 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,01518t; \\ \ln \text{ОТРЭГВ}(t) &= 51,6955 - 8,41615 \ln \text{ИЦСП}(t) - 3,4015 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 2,176458 \ln \text{КУРЕВР}(t); \\ \ln \text{ОРС}(t) &= 6,361022 + 0,726944 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t); \\ \ln \text{ОРТ}(t) &= 2,652161 + 0,962471 \ln \text{ПРД}(t) - 0,02889 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) - 0,02008 \ln \text{ДДД}(t) + 0,009755t; \\ \ln \text{ОПУ}(t) &= 8,866649 + 0,114042 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,022889t; \\ \ln \text{ООТО}(t) &= 6,493232 + 0,248912 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,164019 \ln \text{ОТРОБР}(t); \\ \ln \text{НСПСУБ}(t) &= 7,865076 + 0,512124 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 1,3592 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,017281t; \\ \ln \text{КЗО}(t) &= 10,76314 + 0,172409 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,03674t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ДЗО}(t) &= 3,679988 + 1,756621 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,2187 \ln \text{ОТРЭГВ}(t); \\ \ln \text{НЗР}(t) &= 1,038617 + 0,753408 \ln \text{ОРТ}(t); \\ \ln \text{ДДД}(t) &= -6,7399 + 1,071916 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,367081 \ln \text{ООТО}(t); \\ \ln \text{ПРД}(t) &= 4,474008 + 0,783195 \ln \text{ДДД}(t) - 0,24372 \ln \text{ООТО}(t); \\ \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) &= -6,63587 + 2,941623 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,20572 \ln \text{ППР}(t); \\ \ln \text{ППР}(t) &= -13,2038 + 2,193207 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 0,16098t; \\ \ln \text{ИППС}(t) &= 13,12135 - 0,75134 \ln \text{КЗО}(t) + 0,468089 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,15115 \ln \text{ОРС}(t); \\ \ln \text{ИЦПТ}(t) &= 3,553503 + 0,250021 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t); \\ \ln \text{ИЦСХ}(t) &= 4,866038 - 0,39488 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,133329 \ln \text{ОТРОБР}(t); \\ \ln \text{ИЦСП}(t) &= 3,608145 + 0,220582 \ln \text{ИЦПТ}(t); \\ \ln \text{ИТГП}(t) &= 4,109083 + 0,113674 \ln \text{ИЦПТ}(t); \\ \ln \text{ИПЦ}(t) &= 4,062988 + 0,123157 \ln \text{ИЦСХ}(t). \end{aligned}$$

Результаты тестирования такой модели представлены в табл. 5.

СКО прогнозных значений от фактических изменялось от 0,0000006 % для индекса цен производителей промышленных товаров до 0,109823 % для численности безработных, зарегистрированных в службе занятости, а в среднем составило 0,0255 %.

Таблица 5

Результаты тестирования модели развития экономики Челябинской области

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ОТРДОБ	млн руб.	4085	4085,741	3573	3572,673	0,014364
ОТРОБР	млн руб.	144126	144124,9	147157	147157,6	0,000607
ОТРЭГВ	млн руб.	9608	9608,919	16659	16658,20	0,007562
ОРС	млн руб.	12377,3	12377,30	12954,3	12954,30	0,000021
ОРТ	млн руб.	90167,8	90157,07	100401,2	100394,3	0,009705
ОПУ	млн руб.	17998,4	17998,40	19478,4	19478,40	0,000005
ООТО	млн руб.	77826,6	77823,97	82975,9	82974,66	0,002611
НСПСУБ	млн руб.	13994,5	13994,37	15606,0	15606,07	0,000752
КЗО	млн руб.	211789	211790,8	208533	208532,1	0,000654
ДЗО	млн руб.	240051	240058,1	231606	231602,6	0,002337
НЗР	руб.	15439,7	15438,31	16894,4	16893,54	0,007335
ДДД	руб.	15158,6	15156,82	17074,6	17073,06	0,010450
ПРД	руб.	10575,2	10574,36	11383,1	11382,32	0,007449
ЧБРРЕГ	тыс. чел.	65,1	65,20074	63,5	63,50847	0,109823
ППР	тыс. чел.	13,12	13,12524	8,53	8,528278	0,031667
ИППС	% к соот.	81,9	81,89924	98,8	98,80046	0,000731
ИЦПТ	% к пред.	103,0	103,0000	102,6	102,6000	0,0000006

<sup>8</sup> Таким образом, Тюменская область рассматривалась только в целом, без выделения автономных округов.

Окончание таблицы 5

Обозначение показателя	Единица измерения	3-й квартал 2009 г.		4-й квартал 2009 г.		СКО(%)
		Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	
ИЦСХ	% к пред.	99,9	99,89882	101,3	101,3006	0,000937
ИЦСП	% к пред.	104,1	104,0994	99,1	99,10028	0,000442
ИТП	% к пред.	105,5	105,5000	100,0	99,99999	0,000017
ИПЦ	% к пред.	101,1	101,1000	100,4	100,4000	0,000024

## Заключение

Таким образом, в итоге исследования, благодаря использованию предложенной методики построения, сконструирована комплексная модель российского хозяйства, учитывающая его территориальную неоднородность, взаимодействия разных рынков и влияние на его развитие политики государства. Модель адекватна сложившимся представлениям экономической макротерии и удачно протестирована применительно к краткосрочным прогнозам.

**Завельский Михаил Григорьевич.** Заведующий лабораторией ИСА РАН. Д. э. н., профессор. Окончил Московский государственный экономический институт в 1961 г. Количество печатных работ: 248, 6 монографий. Область научных интересов: хозяйственные механизмы, государственное регулирование экономики, экономико-математические методы. E-mail: zavelsky@isa.ru

**Галин Дмитрий Михайлович.** С. н. с. ИСА РАН. К. э. н. Окончил МГУ в 1973 г. Количество печатных работ: 13. Область научных интересов: вычислительная математика, программирование, экономико-математические методы. E-mail: zavelsky@isa.ru

## Литература

1. *Джонстон Дж.* Эконометрические методы. М.: Статистика, 1980.
2. *Галин Д. М., Завельский М. Г.* Статистическое моделирование экономического роста современной России. // Труды ИСА РАН. Т. 30. Модели и информационные технологии хозяйственной политики. М.: ЛКИ, ИСА РАН, 2007.
3. [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
4. [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)
5. [www.micex.ru](http://www.micex.ru)
6. [www.rts.ru](http://www.rts.ru)