

Макромодель экономики России, включающая блок информационных технологий

Д. М. Галин, И. В. СУМАРОВА

Аннотация. Рассматривается построение и тестирование макромодели экономики России, учитывающей развитие российского рынка информационных технологий и состоящей из двух взаимосвязанных блоков: модели экономики России в целом и модели информационных и коммуникационных технологий. Прогнозирование показателей макромодели выполняется не только на ближайшую, но и на отдаленную перспективу.

Ключевые слова: макромодель, максимодель экономики России в целом, максимодель показателей по информационным и коммуникационным технологиям, комбинация уравнений регрессии, прогнозирование на отдаленную перспективу.

Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка макроэкономической модели страны с учетом взаимодействий различных рынков (товарных, финансовых трудовых), обладающей достаточно высокой точностью при краткосрочном прогнозировании экономической динамики страны, а также позволяющей выполнять ее долгосрочное прогнозирование. Оба указанных типа прогнозирования необходимы для корректного предвидения последствий воздействия государства на хозяйство для экономического роста. Кроме того, в разрабатываемой макроэкономической модели в ряде случаев требуется достаточно полный учет экономических показателей по отдельным видам экономической деятельности, например, деятельности, связанной с использованием вычислительной техники и информационных технологий.

Далее вместо термина «макроэкономическая модель» используется сокращение «макромодель», а ее составные части называются максимоделями. Один из возможных вариантов макромодели России был сформирован в результате исследований, выполненных авторами в 2012–2013 гг., и представлен в [1] и [2]. В эту макромодель входят максимодели экономики России в целом, ее федеральных округов и субъектов федерации. В любой из них используются свойственные ей эндогенные и экзогенные переменные, причем для каждой эндогенной имеется отдельная модель, состоящая из одного уравнения (как правило, регрессионного). При построении макромодели использовалась информация, сформированная на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [4] за 2006–2010 гг., все экономические показате-

тели рассматривались в поквартальном исчислении, а тестирование макромодели выполнялось только применительно к краткосрочному прогнозированию экономической динамики России и ее регионов.

В современном мире быстро возрастает роль информационных и коммуникационных технологий. Поэтому перед авторами встала задача создания новой макромодели экономики России, в которую были бы включены показатели, связанные с информационными и коммуникационными технологиями, отсутствовавшие в ранее построенной (старой) макромодели. Кроме того, обнаружилась необходимость прогнозирования показателей макромодели не только на ближайшую, но и на отдаленную перспективу. Далее вместо термина «информационные и коммуникационные технологии» используется аббревиатура ИКТ, а словосочетания «показатели, связанные с ИКТ» и «отдаленная перспектива» могут заменяться сокращенными «показатели по ИКТ» и «перспектива».

Поскольку простое добавление показателей по ИКТ в старую макромодель существенно усложнило бы ее, новая макромодель имеет принципиально иную структуру и состоит всего из двух максимоделей. На первом уровне находится единая максимодель экономики России в целом, заменяющая все максимодели, входившие в старую макромодель, а на втором уровне — максимодель показателей по ИКТ, использующая информацию, получаемую после расчета по максимодели экономики России в целом.

В начале настоящего исследования информация по всем необходимым показателям на сайтах Росстата [5] и Банка России [4] была доступна за период, заканчивающийся 2011 г. По всем показателям

можно было использовать информацию за 2005–2011 гг., а по многим — и за 2004 г., Таким образом, периоды, за которые использовалась информация в старой и новой макромоделях, оказались существенно различными (соответственно, 2006–2010 гг. и 2004–2011 гг.). Поскольку почти все показатели по ИКТ представлены в [5] только в годовом исчислении, при построении новой макромоделю все другие показатели также рассматривались в годовом исчислении.

Таким образом, цель настоящего исследования — создание новой макромоделю экономики России, отличающейся от старой по следующим основным направлениям:

- 1) наличие единой максимодели экономики России в целом;
- 2) наличие максимодели показателей по ИКТ;
- 3) представление всех показателей в годовом исчислении с использованием доступной информации 2004–2011 гг.;
- 4) возможность прогнозирования показателей на отдаленную перспективу.

1. Обозначения, используемые в макромоделю

В настоящем исследовании используется информация, сформированная на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [4] за 2004–2011 гг. Этот период условно разделяется на три периода: предбазовый (2004 г.), базовый (2005–2010 гг.) и прогнозный (2011 г.), необходимые, соответственно, для учета лаговых значений показателей, для моделирования зависимостей между показателями и для оценки качества построенных моделей по результатам прогнозирования показателей. Используется также расчетный период (2005–2011 гг.), включающий базовый и прогнозный периоды. Помимо периода, за который известна информация по показателям, используется также период прогнозирования на перспективу — 2011–2020 гг. (в него входит и прогнозный период).

Все показатели рассматриваются в годовом исчислении. Номер года на условной шкале времени обозначается как t . Значение $t = 0$ соответствует 2000 г. Таким образом, информация за первый учитываемый год (2004 г.) начинается с $t = 4$. Соответственно, $X(t)$ — значение показателя X в году t , $X(t - 1)$ — значение с лагом в 1 год относительно t -го, т. е. в году $(t - 1)$. Более длинные лаги в настоящем исследовании не рассматриваются ввиду малой длины базового периода.

Экономические показатели, являющиеся эндогенными переменными максимодели экономики России в целом, обозначаются так:

- ВВП — валовой внутренний продукт;
 ИНОК — инвестиции в основной капитал;
 ОТРДОБ, 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 работ по строительству;
 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);
 НПОФЕД и НПОСУБ — налог на прибыль организаций в тех же бюджетах;
 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 — кредиты, предоставленные физическим лицам;
 КЗО и ДЗО — кредиторская и дебиторская задолженность организаций;
 ДДН и ДРН — денежные доходы и расходы населения;
 ЭКС и ИМ — экспорт и импорт;
 КУРДОЛ и КУРЕВР — курсы доллара США и евро (среднегодовые);
 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;
 ГОТ — грузооборот транспорта;
 ВЖД — ввод в действие жилых домов;
 ОТЭКСИМ и ОТКУРДЕ — отношения экспорта к импорту и курса доллара США к курсу евро;
 РЕНТР и РЕНАКО — рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг и рентабельность активов организаций;
 СТКРОКР и СТКРОДЛ — процентные ставки по краткосрочным и долгосрочным кредитам, предоставленным организациям;
 ИПП — индекс промышленного производства;

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.

Экономические показатели, являющиеся эндогенными переменными максимодели показателей по ИКТ, обозначаются так:

ЗОИТ, ЗОИТТРС и ЗОИТФИН — полные затраты организаций на ИКТ (всех организаций, организаций транспорта и связи и организаций финансовой деятельности);

ЗОВТ, ЗОВТТРС и ЗОВТФИН — затраты организаций на приобретение вычислительной техники (тех же организаций, для которых представлены полные затраты на ИКТ);

ЗОУС, ЗОУСТРС и ЗОУСФИН — затраты организаций на оплату услуг связи (тех же организаций, для которых представлены полные затраты на ИКТ);

ПЮЛСС — плата для юридических лиц за предоставление одной минуты разговора по сотовой связи;

РОИЧД — расходы на оплату Интернета члена домохозяйства в год;

ПКР, ПКРФИН и ПКРВПО — общее число персональных компьютеров (во всех организациях, в организациях финансовой деятельности и в организациях высшего профессионального образования) на 100 работников;

ПКРИ, ПКРИФИН и ПКРИВПО — число персональных компьютеров с доступом к Интернету (в тех же организациях, для которых представлено общее число персональных компьютеров) на 100 работников;

ПКД — число персональных компьютеров во всех домохозяйствах на 100 домохозяйств;

ПКД4Ч и ПКД5Ч — число персональных компьютеров в домохозяйствах из четырех человек и из пяти человек на 100 домохозяйств;

ПКД1Р и ПКД2Д — число персональных компьютеров в домохозяйствах с одним ребенком и с двумя детьми на 100 домохозяйств;

АУССЧ — число абонентских устройств сотовой связи на 1000 человек;

МТД — число мобильных телефонов во всех домохозяйствах на 100 домохозяйств;

МТД4Ч и МТД5Ч — число мобильных телефонов в домохозяйствах из четырех человек и из пяти человек на 100 домохозяйств;

МТД1Р и МТД2Д — число мобильных телефонов в домохозяйствах с одним ребенком и с двумя детьми на 100 домохозяйств.

Экзогенными переменными максимодели показателей по ИКТ, получаемыми после расчета по максимодели экономики России в целом, могут быть эндогенные переменные последней, являю-

щиеся факторами-аргументами моделей эндогенных переменных максимодели показателей по ИКТ.

Имеются также показатели, являющиеся экзогенными переменными во всех максимоделях, в которых используются, и далее называемые глобально-экзогенными:

МЦНЕФЮ и МЦГАЗ — мировые цены нефти Юралс и природного газа (среднегодовые);

УЦЗОЛ — учетная цена золота (среднегодовая);

СТРЕФ — ставка рефинансирования Банка России;

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

2. Методика формирования макромодели

В настоящем исследовании предполагается, что эндогенные и экзогенные переменные максимодели могут использоваться либо в натуральной, либо в логарифмической форме, а коэффициенты уравнений моделей эндогенных переменных постоянны. Таким образом, уравнение модели эндогенной переменной (фактора-функции) $Z(t)$, зависящей от факторов-аргументов $x_j(t)$ и времени (t) , можно представить в общем виде

$$F_Z(Z(t)) = b_1 + \sum_{x_j \in X_Z} b_{x_j} F_{x_j}(x_j(t)) + b_t t, \quad (1)$$

где $F_Z(Z(t))$ — значение $Z(t)$ в его форме представления, т. е. либо $F_Z(Z(t)) = Z(t)$, либо

$$F_Z(Z(t)) = \ln Z(t), F_{x_j}(x_j(t))$$

— аналогичная величина для $x_j(t)$, X_Z — множество факторов-аргументов уравнения. Обозначение b_1 применяется для свободного члена уравнения, поскольку его можно рассматривать как коэффициент при переменной, тождественно равной единице и далее именуемой «единица»; слагаемое $b_t t$ может отсутствовать.

Каждая максимодель представляет собой систему одновременных уравнений, связывающих эндогенные и экзогенные переменные и позволяющих рассчитывать значения эндогенных переменных, которые в точках базового и прогнозного периодов были бы по возможности более близки к фактическим, причем особенно важно достижение такой близости для прогнозного периода. Для построения такой системы применяется подход, описанный в [3] и успешно использованный в [1] и [2].

В данном подходе, подробное описание принципов применения которого приведено в [1], предполагается, что все уравнения системы имеют вид (1), среди переменных имеются эндогенные и предопределенные (экзогенные и эндогенные с лаговыми

значениями), переменные «единица» и t рассматриваются как экзогенные. Для оценивания параметров зависимостей одних эндогенных переменных от других и от predetermined переменных применяется двухшаговый метод наименьших квадратов (МНК).

На первом шаге строятся уравнения зависимостей эндогенных переменных от predetermined так, чтобы вычисленные по ним значения эндогенных были как можно ближе к фактическим. На втором шаге в правой части каждого уравнения фактические значения эндогенных переменных заменяются их вычисленными значениями и с применением обыкновенного МНК строится уравнение регрессии соответствующей эндогенной переменной по вычисленным значениям других и по predetermined переменным. Полученное уравнение распространяется и на прогнозный период.

Для учета возможно большего количества факторов при построении уравнений регрессии применяется специально разработанная методика, подробно описанная в [1] и [2], далее сокращенно обозначаемая КУР (комбинация уравнений регрессии). При формировании модели сначала строится основное уравнение регрессии, а затем в него подставляются значения факторов-аргументов, вычисляются соответствующие им значения фактора-функции (в ее форме представления) и разности ее фактических и вычисленных величин (дополнительной функции), и строится дополнительное уравнение регрессии, выражающее зависимость дополнительной функции от факторов-аргументов, не вошедших в основное уравнение.

Окончательное уравнение модели (комбинация основного и дополнительного уравнений) выражает зависимость фактора-функции от объединенного набора факторов-аргументов этих уравнений, а его правая часть получается сложением правых частей этих уравнений. Возможно построение и нескольких дополнительных уравнений; при этом правая часть окончательного уравнения получается сложением правых частей основного и всех дополнительных.

По методике КУР можно строить и модели зависимостей факторов только от времени, а, точнее, от функций времени $g_j(t)$ из заданного множества G . Уравнение такой модели формируется как комбинация уравнений регрессии и имеет общий вид

$$Z(t) = d_1 + \sum_{g_j \in G_Z} d_{g_j} g_j(t), \quad (2)$$

где G_Z — множество используемых функций, $G_Z \subset G$.

Множество G функций времени, которые допустимо использовать в таких уравнениях, содержит следующие функции: t , t^2 , t^3 , t^4 , $t^{0,5}$, $\ln(t)$, $(t+1)^2$,

$(t+1)^3$, $(t+1)^4$, $(t+1)^{0,5}$, $\ln(t+1)$, $1/t$, $1/t^2$, $1/t^3$, $1/t^4$, $1/t^{0,5}$, $1/\ln(t)$, $1/(t+1)$, $1/(t+1)^2$, $1/(t+1)^3$, $1/(t+1)^4$, $1/(t+1)^{0,5}$, $1/\ln(t+1)$, — а также функции, являющиеся комбинациями тригонометрических со степенными: $t^\alpha \cdot \sin((2\pi/q)t^\beta)$ и $t^\alpha \cdot \cos((2\pi/q)t^\beta)$, где параметры α , β 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 не используются.

3. Процесс формирования макромоделей

Далее уравнение регрессии считается статистически значимым, если все его коэффициенты статистически значимы, а модель, уравнение которой является комбинацией нескольких уравнений регрессии, считается статистически значимой, если все эти уравнения статистически значимы. Предполагается, что модель любого фактора является статистически значимой (если не оговорено иное), ее уравнение формируется по методике КУР в виде (1) или (2), любое уравнение регрессии строится за несколько шагов, на каждом из которых в модель может включаться, в зависимости от вида уравнения, либо один фактор-аргумент (вместе с которым может включаться и аргумент t), либо одна функция времени. Также предполагается, что условие статистической значимости уравнения (если оно требуется) может не выполняться на нескольких первых шагах его построения, но, будучи раз выполненным, должно соблюдаться впоследствии. По сформированной модели фактора всегда вычисляются его расчетные значения, а если зависимость моделируется только в базовом периоде, то и прогнозное (2011 г.).

Прежде всего были построены модели зависимостей глобально-экзогенных показателей от времени в расчетном периоде. Уравнение такой модели формировалось в виде (2) как комбинация основного и трех дополнительных уравнений, любое из которых могло содержать до пяти функций времени. На каждом шаге предпочтение для включения в модель отдавалось функции с максимальным по модулю коэффициентом корреляции с разностью показателя и результата его расчета по модели, полученной на предыдущем шаге, но при необходимости в модель включалась другая функция. Расчетные значения глобально-экзогенных показателей использовались вместо фактических при построении моделей эндогенных переменных макромоделей.

Затем формировались модели зависимостей эндогенных переменных максимодели экономики России в целом от времени в базовом периоде. Уравнения этих моделей строились в виде (2) по той же схеме, что и уравнения моделей зависимостей глобально-экзогенных показателей от времени в расчетном периоде; но любое уравнение регрессии могло содержать до четырех функций времени. Фактически при этом выполнялся первый шаг двухшагового МНК, так как любое уравнение вида (2) является уравнением зависимости фактора-функции $Z(t)$ от двух предопределенных переменных — «единицы» и t . Расчетные значения эндогенных переменных в базовом периоде использовались в дальнейшем при построении моделей зависимостей эндогенных переменных указанной максимодели от других факторов и времени в базовом периоде.

В максимодели показателей по ИКТ, ввиду отсутствия взаимозависимости ее эндогенных переменных, в качестве факторов-аргументов их моделей используются только экзогенные переменные, вследствие чего первый шаг двухшагового МНК не требуется, а второй сводится к применению обычного МНК. Поэтому модели зависимостей эндогенных переменных этой максимодели от времени не формировались.

Далее формирование и тестирование обеих максимоделей продолжалось по общей схеме. Сначала для максимодели экономики России в целом, а затем для максимодели показателей по ИКТ выполнялись два этапа формирования и тестирования.

На первом общем этапе формирования максимодели строились модели зависимостей ее эндогенных переменных от других факторов и времени в базовом периоде. Эти модели формировались в варианте, который в [1] и [2] называется теоретически адекватным. В нем главным критерием для включения в модель нового фактора-аргумента является как можно большее ее соответствие экономической теории по характеру связей переменных.

Уравнение модели строилось в виде (1) как комбинация основного и (при необходимости) дополнительных уравнений, любое из которых могло содержать до четырех аргументов (включая t). Набор возможных факторов-аргументов для модели определялся заранее, исходя из экономической теории. Факторы, измеряемые в процентах, использовались в моделях в натуральной форме, а остальные — в логарифмической. Было желательно наличие в модели аргумента t и хотя бы одного фактора-аргумента, отличного от стандартных — курсов валют, их отношения и мировых цен, — которые могли присутствовать в модели любой эндогенной переменной.

На каждом шаге формирования любого уравнения сначала строился набор пар вспомогательных уравнений, каждая из которых получалась путем включения в модель одного фактора-аргумента и содержала по одному уравнению с аргументом t и без него. Для каждого из этих уравнений вычислялись прогнозные значения фактора-функции, которое можно получить при включении уравнения в модель, и абсолютная величина его относительного отклонения (ОО) от фактического в прогнозном году. Такое ОО можно рассматривать как оценку качества прогноза по модели, повышающегося (понижающегося) в γ раз при уменьшении (увеличении) ОО в γ раз, где $\gamma > 1$. Затем выбирался фактор-аргумент для включения в формируемое уравнение.

При наличии статистически значимых вспомогательных уравнений отбиралось до четырех таких уравнений с наибольшими коэффициентами множественной детерминации, соответствующих теории, после чего выбирался фактор-аргумент, при включении которого в модель качество прогноза по ней было наивысшим. На первых двух шагах построения основного уравнения качество прогноза по модели не учитывалось, а на каждом, начиная с третьего, шаге построения этого уравнения, на каждом шаге построения любого дополнительного уравнения и во всем процессе построения такого уравнения допускалось понижение качества прогноза по модели, но не более чем вдвое. Если при включении любого фактора-аргумента качество прогноза снижалось быстрее, чем было допустимо, то при наличии уже построенного статистически значимого уравнения оно полагалось окончательным; иначе окончательной полагалась вся сформированная ранее модель.

Если статистически значимых вспомогательных уравнений не было, то при наличии уже построенного статистически значимого уравнения оно полагалось окончательным; иначе выбирался фактор-аргумент, уравнение с которым содержало наибольшее число статистически значимых коэффициентов, а при равенстве таких чисел для нескольких факторов имело наибольший коэффициент множественной детерминации.

В любом варианте модели в случае отсутствия в окончательном основном уравнении нестандартных факторов-аргументов в него принудительно включался тот из них, для которого качество прогноза по полученной модели оказывалось как можно более высоким, после чего построение уравнения могло даже продолжаться, если выполнялись допустимые условия для качества прогноза по модели.

После окончания формирования уравнения для него выполнялся второй шаг двухшагового МНК, а затем (при необходимости) — переход к построению очередного уравнения. После завершения формирования модели ее уравнение приобретало вид (1). При разбиении множества факторов-аргументов модели на множества эндогенных и предопределенных ее уравнение можно представить в виде

$$F_Z(Z(t)) = b_1 + \sum_{x_j \in X_{Z1}} a_{xj} F_{xj}(x_j(t)) + \sum_{x_j \in X_{Z2}} b_{xj} F_{xj}(x_j(t)) + b_t t, \quad (3)$$

где X_{Z1} и X_{Z2} — соответственно, множества эндогенных и предопределенных факторов-аргументов (одно из них может быть пустым), в первой сумме коэффициенты при $F_{xj}(x_j(t))$ обозначены как a_{xj} для удобства описания совместного прогнозирования эндогенных переменных, которое будет приведено далее.

На втором общем этапе формирования максимодели строились модели остаточных членов моделей ее эндогенных переменных. Остаточный член модели переменной — это некоторый фактор, отражающий влияние на переменную всех факторов, не включенных в уравнение вида (3), и обозначаемый как $r(F_Z(Z(t)))$. Для переменной $Z(t)$, уравнение модели которой имеет вид (3), его значение равно разности фактического и вычисленного с применением этого уравнения значений $F_Z(Z(t))$. Поэтому расширенная модель такой переменной имеет вид

$$F_Z(Z(t)) = b_1 + \sum_{x_j \in X_{Z1}} a_{xj} F_{xj}(x_j(t)) + \sum_{x_j \in X_{Z2}} b_{xj} F_{xj}(x_j(t)) + b_t t + [r(F_Z(Z(t)))]^p, \quad (4)$$

где $[r(F_Z(Z(t)))]^p$ — значение $r(F_Z(Z(t)))$, вычисленное по модели зависимости этого фактора от времени.

Модели остаточных членов моделей эндогенных переменных строились в виде уравнений их зависимостей от времени в расчетном периоде. Уравнение такой модели формировалось в виде (2). Каждое уравнение в комбинации содержало одну функцию времени и могло не быть статистически значимым. На каждом шаге вычислялась разность остаточного члена и результата его расчета по модели, полученной на предыдущем шаге, а предпочтение для включения в модель отдавалось функции, для которой абсолютное отклонение (АО) расчетного значения такой разности от фактического в прогнозном году было минимальным. Если на некотором шаге значение такого АО не уменьшалось по сравнению с полученным на предыдущем, то построенная модель

полагалась окончательной. После подстановки величин $[r(F_Z(Z(t)))]^p$ в (4) заново вычислялись расчетные и прогнозные значения эндогенных переменных, в результате чего прогнозные значения существенно приближались к фактическим.

Тестирование максимодели выполнялось путем совместного прогнозирования ее эндогенных переменных. Расширенное уравнение модели каждой эндогенной переменной $y_i(t)$ можно преобразовать к виду

$$F_{yi}(y_i(t)) = b_{il} + \sum_{j \in J_y} a_{ij} F_{yj}(y_j(t)) + \sum_{j \in J_x} b_{ij} F_{xj}(x_j(t)) + b_{it} t + [r(F_{yi}(y_i(t)))]^p, \quad (5)$$

где J_y и J_x — соответственно, множества номеров всех эндогенных и всех предопределенных переменных максимодели. Систему уравнений (5) можно записать как

$$F_y(y(t)) = B_1 + A \cdot F_y(y(t)) + B_x \cdot F_x(x(t)) + B_t t + [R(F_y(y(t)))]^p, \quad (6)$$

где A и B_x — матрицы; B_1 , B_t , $F_y(y(t))$ и $[R(F_y(y(t)))]^p$ — векторы с числом строк, равным числу эндогенных переменных; $F_x(x(t))$ — вектор с числом строк, равным числу предопределенных переменных. Элементы этих матриц и векторов определяются в результате формирования моделей всех эндогенных переменных. Из (6) следует формула для определения вектора $F_y(y(t))$:

$$F_y(y(t)) = C_1 + C_x \cdot F_x(x(t)) + C_t t + C_r(t), \quad (7)$$

где $C_1 = (E-A)^{-1} B_1$, $C_x = (E-A)^{-1} B_x$, $C_t = (E-A)^{-1} B_t$, $C_r(t) = (E-A)^{-1} [R(F_y(y(t)))]^p$.

Из (7) получаются формулы для прогнозных значений переменных, в которых c_{ij} , c_{il} , c_{it} , $c_{ir}(t)$ — соответственно, элементы i -й строки матрицы C_x и векторов C_1 , C_t , $C_r(t)$:

$$y_i(t) = c_{il} + \sum_{j \in J_2} c_{ij} F_{xj}(x_j(t)) + c_{it} t + c_{ir}(t) \quad (8)$$

при $F_{yi}(y_i(t)) = y_i(t)$,

$$y_i(t) = \exp[c_{il} + \sum_{j \in J_2} c_{ij} F_{xj}(x_j(t)) + c_{it} t + c_{ir}(t)] \quad (9)$$

при $F_{yi}(y_i(t)) = \ln y_i(t)$.

После совместного прогнозирования эндогенных переменных для каждой из них вычислялось ОО ее прогнозного значения от фактического в прогнозном году, а затем — среднее квадратическое значение таких СКО по всем эндогенным переменным максимодели, которое можно рассматривать как оценку ее качества.

4. Максимодели экономики России в целом и показателей по ИКТ

Максимодель экономики России в целом (с 50 эндогенными переменными) — следующая система уравнений:

$$\begin{aligned}
 \ln \text{ВВП}(t) &= 3,149687 + 0,708566 \ln \text{ООТ}(t) - 0,0112 \text{СТРЕФ}(t) - \\
 &\quad - 0,01154 \ln \text{НПОСУБ}(t-1) + 0,041403t; \\
 \ln \text{ИНОК}(t) &= -4,15885 + 1,267194 \ln \text{ДБС}(t) + 0,132761 \ln \text{ДМ}(t) + 0,00438 \text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 0,237872 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,06133 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,04221t; \\
 \ln \text{ОТРДОБ}(t) &= 2,498226 + 0,420846 \ln \text{ППР}(t) - 0,31513 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + \\
 &\quad + 0,460054 \ln \text{НЗР}(t) - 0,00707 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,01105 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - \\
 &\quad - 0,000076 \text{ИПЦ}(t) + 0,0000186 \ln \text{ЭКС}(t-1) - 0,00000035 \text{ИЦСХ}(t) + \\
 &\quad + 0,000000182 \text{ИЦПТ}(t) + 0,0000229 \ln \text{КЗО}(t) - 0,00001 \ln \text{ОРС}(t) + \\
 &\quad + 0,00000205 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,0000016 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\
 &\quad - 0,0000058 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,0000025 \ln \text{ДЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000208 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,000000032 \ln \text{ОТРОБР}(t) - \\
 &\quad - 0,0000000033 \text{ИЦСП}(t) + 0,000000525 \ln \text{ГОТ}(t) + \\
 &\quad + 0,00000000133 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,000000000017 \text{ИТГП}(t) + 0,164265t; \\
 \ln \text{ОТРОБР}(t) &= -6,24195 + 0,752835 \ln \text{ППР}(t) + 1,795548 \ln \text{ГОТ}(t) - 0,788 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + \\
 &\quad + 0,027304 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,00238 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,001823 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,000052 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) + 0,000000378 \text{ИТГП}(t) + \\
 &\quad + 0,00000426 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,000000014 \text{ИЦПТ}(t) - 0,000000087 \text{ИПЦ}(t) - \\
 &\quad - 0,00000019 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,000000084 \ln \text{ИНОК}(t-1) + \\
 &\quad + 0,00000021 \ln \text{ОРС}(t) - 0,00000019 \ln \text{ИНОК}(t) + \\
 &\quad + 0,000000000302 \text{ИЦСХ}(t) - 0,0000000014 \text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000353 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,000000000997 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - \\
 &\quad - 0,0000000001 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,000000000341 \ln \text{НЗР}(t) + 0,21772t; \\
 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) &= 5,167245 + 0,125605 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,691221 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 &\quad + 0,148155 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,000347 \text{ИЦСП}(t) - 0,0144 \ln \text{ОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,001142 \ln \text{ИНОК}(t-1) - 0,00019 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,0001 \ln \text{ДЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,000000274 \text{ИТГП}(t) + 0,00000000721 \text{ИЦПТ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000681 \text{ИПЦ}(t) - 0,00000041 \ln \text{КРОКР}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000016 \text{ИЦСХ}(t) + 0,000000418 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000822 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,000000183 \ln \text{КЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,000000086 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,0000000598 \ln \text{ГОТ}(t) + 0,118331t; \\
 \ln \text{ОРС}(t) &= -4,7168 + 0,879986 \ln \text{ИНОК}(t) + 1,023127 \ln \text{НЗР}(t) - 0,47811 \ln \text{ДЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,000104 \text{ИТГП}(t) + 0,034849 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,008572 \ln \text{НСПФЕД}(t) - \\
 &\quad - 0,00158 \ln \text{ИНОК}(t-1) + 0,0000219 \text{ИЦПТ}(t) + 0,000192 \text{ИПЦ}(t) - \\
 &\quad - 0,00104 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,000719 \ln \text{НПОСУБ}(t-1) - 0,0002 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,0002 \ln \text{НПОФЕД}(t-1) + 0,00012 \ln \text{КЗО}(t) - 0,000032 \ln \text{КРОДЛ}(t) - \\
 &\quad - 0,00000026 \text{ИЦСП}(t) + 0,00000000544 \text{ИЦСХ}(t) - 0,0000022 \ln \text{ГОТ}(t) + \\
 &\quad + 0,000000397 \ln \text{ППР}(t) + 0,000000198 \ln \text{ВЖД}(t) - \\
 &\quad - 0,000000051 \ln \text{НСПСУБ}(t) - 0,00000051 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,062t; \\
 \ln \text{ОРТ}(t) &= 3,989525 + 0,52443 \ln \text{ООТО}(t) + 0,008088 \text{ИПЦ}(t) - 0,18282 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + \\
 &\quad + 0,11079t;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \ln\text{ОПУ}(t) &= -1,4304 + 0,633979\ln\text{ДДН}(t) + 0,3782\ln\text{ПРД}(t) - 0,00039\text{ИПП}(t) - \\
 &\quad - 0,0002\text{ИПЦ}(t) + 0,002684\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,002968\ln\text{КУРЕВР}(t) - \\
 &\quad - 0,0000074\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,000042\ln\text{ЧБРРЕГ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000561\ln\text{КУРДОЛ}(t) - 0,02042t; \\
 \ln\text{ООТ}(t) &= 11,2763 - 0,9735\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,087236\ln\text{ИМ}(t-1) + 0,139363\ln\text{МЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,04337\ln\text{ОТРЭГВ}(t) + 0,001069\text{ИПЦ}(t) + 0,02298\ln\text{ОТЭКСИМ}(t) - \\
 &\quad - 0,00039\ln\text{ЭКС}(t-1) - 0,00827\ln\text{ГОТ}(t) + 0,002388\ln\text{ООТО}(t) + \\
 &\quad + 0,000205\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,000245\ln\text{ОТРДОБ}(t) - 0,00012\ln\text{ОРТ}(t) + \\
 &\quad + 0,144351t; \\
 \ln\text{ООТО}(t) &= 7,282275 - 0,14785\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,381557\ln\text{МЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,8696\ln\text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,00488\ln\text{ИМ}(t-1) + 0,109452t; \\
 \ln\text{ДФБ}(t) &= 3,252321 + 0,415248\ln\text{ИМ}(t) + 0,310484\ln\text{ООТО}(t) + 0,132603\ln\text{ВЖД}(t) + \\
 &\quad + 0,001742\ln\text{ОТРЭГВ}(t) - 0,000087\text{ИПЦ}(t) + 0,000147\text{РЕНТР}(t) - \\
 &\quad - 0,0002\ln\text{ДДН}(t) + 0,000046\ln\text{НПОФЕД}(t) - 0,00014\ln\text{ОТРОБР}(t) - \\
 &\quad - 0,00000063\ln\text{ДМ}(t) - 0,0000014\ln\text{КУРДОЛ}(t) + \\
 &\quad + 0,00000133\ln\text{КУРЕВР}(t) - 0,000000015\ln\text{МЦГАЗ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000321\ln\text{ОРТ}(t) + 0,00000000504\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
 &\quad - 0,000000013\ln\text{ОТРДОБ}(t) + 0,0000000048\ln\text{ЭКС}(t) - \\
 &\quad - 0,000000015\ln\text{ОПУ}(t) + 0,00000000496\ln\text{ОРС}(t) - 0,02094t; \\
 \ln\text{ДБС}(t) &= 1,614595 + 0,393485\ln\text{ОРС}(t) + 0,404602\ln\text{ООТО}(t) - 0,08938\ln\text{ВЖД}(t) + \\
 &\quad + 0,000525\ln\text{ДМНАЛ}(t) - 0,02721\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - \\
 &\quad - 0,01136\ln\text{НСПСУБ}(t) - 0,00028\ln\text{ОТРЭГВ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000992\ln\text{ОТРДОБ}(t) - 0,000023\ln\text{ОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,00000617\ln\text{ОПУ}(t) - 0,0000019\ln\text{ИМ}(t) + 0,000000106\text{ИПЦ}(t) + \\
 &\quad + 0,0000000281\text{РЕНАКО}(t) - 0,00000046\ln\text{ГОТ}(t) + 0,0000012\ln\text{ОРТ}(t) - \\
 &\quad - 0,00000033\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,020379t; \\
 \ln\text{НСПФЕД}(t) &= -1,77227 + 2,026184\ln\text{ОТРДОБ}(t) - 0,56314\ln\text{ДДН}(t) + \\
 &\quad + 0,037743\text{РЕНТР}(t) - 0,19677\ln\text{ОТРЭГВ}(t) - 0,08527\ln\text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,038341\ln\text{ОТЭКСИМ}(t-1) + 0,000638\ln\text{ОТРОБР}(t) - \\
 &\quad - 0,00117\ln\text{ООТО}(t) + 0,0000193\text{ИЦСП}(t) - 0,0000028\text{ИЦПТ}(t) - \\
 &\quad - 0,00039\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,00021\ln\text{ОРС}(t) + 0,000137\ln\text{НСПСУБ}(t) + \\
 &\quad + 0,000000059\text{ИТГП}(t) - 0,000016\ln\text{ГОТ}(t) + 0,00000455\ln\text{ОРТ}(t) - \\
 &\quad - 0,07784t; \\
 \ln\text{НСПСУБ}(t) &= -3,86999 + 1,264132\ln\text{ВВП}(t) - 0,41374\ln\text{ОТЭКСИМ}(t) - \\
 &\quad - 0,03417\ln\text{НСПФЕД}(t-1) - 0,10528\ln\text{ОТЭКСИМ}(t-1) - \\
 &\quad - 0,02405\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,06297\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,00025\text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 0,005785\ln\text{НПОСУБ}(t) - 0,00035\ln\text{ОРС}(t) + 0,00000169\text{РЕНАКО}(t) - \\
 &\quad - 0,00000013\text{ИТГП}(t) + 0,00000158\ln\text{ООТ}(t) - 0,06824t; \\
 \ln\text{НПОФЕД}(t) &= -48,1369 + 4,988284\ln\text{ОТРОБР}(t) - 0,01677\text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 2,357667\ln\text{ОТРЭГВ}(t) + 0,021336\text{РЕНАКО}(t) - 0,00171\text{ИЦСХ}(t) - \\
 &\quad - 0,0969\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,04991\ln\text{ГОТ}(t) + 0,000152\text{ИЦПТ}(t) - 1,19823t; \\
 \ln\text{НПОСУБ}(t) &= -10,4761 + 2,280324\ln\text{ОТРОБР}(t) - 0,31621\ln\text{ООТ}(t) + \\
 &\quad + 0,007252\text{РЕНАКО}(t) + 0,167451\ln\text{ОТРЭГВ}(t) - 0,04647\ln\text{ОРТ}(t) - \\
 &\quad - 0,01298\ln\text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,00076\ln\text{НПОФЕД}(t-1) - 0,21543t; \\
 \ln\text{РПРУБО}(t) &= -18,9106 + 4,241489\ln\text{ОТЭКСИМ}(t-1) + 0,068162\text{ИЦСП}(t) + \\
 &\quad + 4,393773\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,195402t;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ДМ}(t) &= 5,166556 + 1,164166 \ln \text{КРФЛ}(t) - 0,66212 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,19821 \ln \text{КРОДЛ}(t) + \\
&\quad + 0,000358 \ln \text{ПП}(t) - 0,02642 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,059859t; \\
\ln \text{ДМНАЛ}(t) &= 3,350523 + 0,60627 \ln \text{КРФЛ}(t) + 1,286703 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,048658t; \\
\ln \text{КРОКР}(t) &= 29,18601 - 4,29302 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 1,09076 \ln \text{ЭКС}(t) + \\
&\quad + 0,26322 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00775 \ln \text{СТКРОКР}(t) - 0,40875 \ln \text{КЗО}(t) + \\
&\quad + 0,256638 \ln \text{КРФЛ}(t) - 0,30327 \ln \text{НСПСУБ}(t) + 0,002816 \ln \text{ДМНАЛ}(t) + \\
&\quad + 0,000132 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,002343 \ln \text{НСПФЕД}(t) + 0,000271 \ln \text{ДЗО}(t) + \\
&\quad + 0,000162 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,000048 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,0000067 \ln \text{ИТГП}(t) + \\
&\quad + 0,0000475 \ln \text{НОРЮЛ}(t) - 0,00022 \ln \text{ИМ}(t) - 0,0000034 \ln \text{ИЦСХ}(t) + \\
&\quad + 0,00000692 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,323367t; \\
\ln \text{КРОДЛ}(t) &= 32,92237 - 4,35007 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,99015 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\
&\quad - 2,51685 \ln \text{КЗО}(t) + 0,312929 \ln \text{НПОФЕД}(t) - 0,10895 \ln \text{НОРЮЛ}(t) - \\
&\quad - 0,11762 \ln \text{ДМ}(t) + 0,161874 \ln \text{КРФЛ}(t) - 0,95041 \ln \text{ДЗО}(t) + \\
&\quad + 0,271523 \ln \text{ОРС}(t) - 0,0015 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,00871 \ln \text{СТКРОДЛ}(t) + \\
&\quad + 0,058507 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,85043 \ln \text{НСПСУБ}(t) + 0,409297 \ln \text{КРОКР}(t) + \\
&\quad + 0,964704t; \\
\ln \text{КРФЛ}(t) &= -15,0382 + 3,620932 \ln \text{ПРД}(t) - 1,05772 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,04585 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\
&\quad + 0,198436 \ln \text{ДМ}(t) - 0,40307t; \\
\ln \text{КЗО}(t) &= 1,692108 + 0,220983 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,013435 \ln \text{ИЦСП}(t) + \\
&\quad + 0,970707 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,000097 \ln \text{ИТГП}(t) - 0,00093 \ln \text{СТКРОДЛ}(t) - \\
&\quad - 0,01527 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,000989 \ln \text{ОТРОБР}(t) + \\
&\quad + 0,0000349 \ln \text{СТКРОКР}(t) - 0,00023 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,00000125 \ln \text{ИЦПТ}(t) + \\
&\quad + 0,0000577 \ln \text{ОРС}(t) - 0,0000048 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 0,0000031 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\
&\quad + 0,0000223 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,00000924 \ln \text{КРОКР}(t) - 1 + \\
&\quad + 0,0000366 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + 0,0000277 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,114417t; \\
\ln \text{ДЗО}(t) &= 4,284126 + 0,486285 \ln \text{ОРС}(t) + 0,001847 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,122325t; \\
\ln \text{ДДН}(t) &= 0,890398 + 0,465976 \ln \text{НЗР}(t) - 0,30284 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
&\quad + 0,82274 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,12252 \ln \text{ООТ}(t) - 0,04268t; \\
\ln \text{ДРН}(t) &= 2,567989 + 0,757793 \ln \text{ДДД}(t) - 0,00078 \ln \text{ИПП}(t) + 0,031354 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\
&\quad - 0,03703 \ln \text{ВЖД}(t) + 0,051171 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,001082 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + \\
&\quad + 0,000587 \ln \text{ОРС}(t) + 0,000262 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,0000069 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\
&\quad + 0,00019 \ln \text{ГОТ}(t) + 0,000116 \ln \text{ОПУ}(t) + 0,038896t; \\
\ln \text{ЭКС}(t) &= -13,8407 + 1,830416 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 0,00264 \ln \text{ИЦСХ}(t) + \\
&\quad + 0,436067 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,771214 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,00199 \ln \text{ИЦПТ}(t) - \\
&\quad - 0,07699 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,09544 \ln \text{УЦЗОЛ}(t) - 0,25583t; \\
\ln \text{ИМ}(t) &= 10,564 - 2,27399 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,116337 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,052997 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + \\
&\quad + 0,031909 \ln \text{ДРН}(t) - 0,01327 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,01605 \ln \text{ООТО}(t) - \\
&\quad - 0,00098 \ln \text{УЦЗОЛ}(t) - 0,00019 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,00012 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\
&\quad + 0,00022 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,00037 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,00037 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + \\
&\quad + 0,14712t; \\
\ln \text{КУРДОЛ}(t) &= 5,328705 - 0,38882 \ln \text{ИМ}(t) - 0,01224 \ln \text{КРОДЛ}(t) + \\
&\quad + 0,00618 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,01279 \ln \text{ДМНАЛ}(t) - 0,00039 \ln \text{ИПП}(t) - \\
&\quad - 0,01186 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,06633 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,02726 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
&\quad + 0,024777 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,076799t; \\
\ln \text{КУРЕВР}(t) &= 5,541105 - 0,18092 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,14784 \ln \text{ДМНАЛ}(t) - \\
&\quad - 0,00495 \ln \text{ИПП}(t) + 0,07414t;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \ln \text{НЗР}(t) &= 5,388504 + 0,673294 \ln \text{ОРС}(t) - 0,12997 \ln \text{ИМ}(t) - 0,12956 \ln \text{ООТО}(t) - \\
 &\quad - 0,00276 \ln \text{ППРУБО}(t) + 0,000048 \ln \text{ИПП}(t) + 0,001053 \ln \text{ВЖД}(t) + \\
 &\quad + 0,002338 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,002479 \ln \text{ОПУ}(t) + 0,000303 \ln \text{ЧБР}(t) + \\
 &\quad + 0,000226 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00067 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,093486t; \\
 \ln \text{ДДД}(t) &= -2,66105 + 1,281207 \ln \text{ДДН}(t) - 0,05024 \ln \text{ППРУБО}(t) - 0,03578t; \\
 \ln \text{ПРД}(t) &= 5,20693 + 0,414893 \ln \text{ОРС}(t) - 0,00136 \ln \text{ИПП}(t) + 0,093182t; \\
 \ln \text{ЧБР}(t) &= 8,4548 - 1,55957 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 0,00154 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,84122 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + \\
 &\quad + 0,182836 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,029764 \ln \text{ППРУБО}(t) - 0,00035 \ln \text{ИТГП}(t) - \\
 &\quad - 0,10841 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) - 0,10261 \ln \text{ПРР}(t) - 0,00067 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\
 &\quad + 0,000789 \ln \text{ОРС}(t) - 0,000005 \ln \text{ИЦСХ}(t) + 0,000033 \ln \text{ИЦСП}(t) - \\
 &\quad - 0,00144 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,089032t; \\
 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) &= 6,434113 - 0,87616 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,001769 \ln \text{ИТГП}(t) + \\
 &\quad + 0,607549 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,02546t; \\
 \ln \text{ПРР}(t) &= -8,55902 + 1,511752 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,48762 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00109 \ln \text{ИТГП}(t) + \\
 &\quad + 0,137622 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,00042 \ln \text{ИЦСП}(t) - 0,000081 \ln \text{ИЦПТ}(t) - \\
 &\quad - 0,00533 \ln \text{ОРС}(t) + 0,003811 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,002192 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\
 &\quad + 0,022725 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,022452 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 0,21729t; \\
 \ln \text{ГОТ}(t) &= 3,964621 + 0,491955 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 0,05417 \ln \text{ЭКС}(t-1) + \\
 &\quad + 0,172576 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,0000026 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,002551 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\
 &\quad - 0,00118 \ln \text{ИМ}(t-1) + 0,0000035 \ln \text{ИЦП}(t) - 0,000042 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
 &\quad - 0,000054 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,00000709 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
 &\quad + 0,000000042 \ln \text{ИЦСП}(t) - 0,0000016 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,0000164 \ln \text{ОРТ}(t) - \\
 &\quad - 0,0000063 \ln \text{ООТО}(t) + 0,00000329 \ln \text{ОТРОБР}(t) + \\
 &\quad + 0,00000396 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,000000106 \ln \text{ОРС}(t) - \\
 &\quad - 0,00000000021 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,000000008 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,09003t; \\
 \ln \text{ВЖД}(t) &= -1,96344 + 0,751367 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,002621 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,00263 \ln \text{ИПП}(t) - \\
 &\quad - 0,08413t; \\
 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) &= \ln \text{ЭКС}(t) - \ln \text{ИМ}(t); \\
 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) &= \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \ln \text{КУРЕВР}(t); \\
 \text{РЕНТР}(t) &= 69,09961 - 15,9055 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 7,077732 \ln \text{КУРЕВР}(t) - \\
 &\quad - 2,85148 \ln \text{ООТО}(t) + 0,161957 \ln \text{ППРУБО}(t) - 0,00259 \ln \text{ИЦСП}(t) - \\
 &\quad - 0,20212t; \\
 \text{РЕНАКО}(t) &= -27,8729 + 8,710352 \ln \text{ППРУБО}(t) - 0,03496 \ln \text{ИЦСП}(t) - 2,78087 \ln \text{КЗО}(t) - \\
 &\quad - 1,01195t; \\
 \text{СТКРОКР}(t) &= -186,968 + 18,04481 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 19,32167 \ln \text{ДЗО}(t-1) - \\
 &\quad - 0,88147 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,290417 \ln \text{КЗО}(t) - 0,05655 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,05357 \ln \text{ДМ}(t) - 0,00683 \ln \text{СТРЕФ}(t) - 0,02362 \ln \text{ППРУБО}(t) + \\
 &\quad + 0,006586 \ln \text{НОРЮЛ}(t) + 0,074019 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\
 &\quad - 0,00312 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 4,99428t; \\
 \text{СТКРОДЛ}(t) &= -126,43 + 11,0219 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 16,43986 \ln \text{ДЗО}(t-1) - \\
 &\quad - 4,95026 \ln \text{КЗО}(t) + 1,845615 \ln \text{ДМ}(t) - 0,26368 \ln \text{НОРЮЛ}(t) + \\
 &\quad + 0,910616 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,07066 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + \\
 &\quad + 0,10074 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,164871 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 3,56173t;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ИПП}(t) = & -74,3377 - 72,839 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 100,0934 \ln \text{ОПУ}(t) - 4,27346 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\
& - 0,12849 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,001306 \text{РЕНАКО}(t) + \\
& + 0,009936 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) + 0,03199 \ln \text{ОТРОБР}(t) - \\
& - 0,0053 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 0,008401 \ln \text{КУРЕВР}(t) - \\
& - 0,00025 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,00015 \ln \text{ОРС}(t) + 0,000155 \ln \text{ВЖД}(t) + \\
& + 0,000000632 \text{СТРЕФ}(t) + 0,000000553 \text{ИПЦ}(t) - 0,000012 \ln \text{ОРТ}(t) - \\
& - 0,000000025 \text{ИТГП}(t) - 0,00000044 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + \\
& + 0,0000000714 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,000000123 \ln \text{ПРР}(t) - \\
& - 0,000000015 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,0000000208 \ln \text{НПОСУБ}(t) - \\
& - 0,0000000028 \text{ИЦСХ}(t) + 0,00000000105 \text{ИЦПТ}(t) + \\
& + 0,000000000181 \ln \text{НЗР}(t) - 0,00000000058 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
& - 0,000000000096 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,00000000028 \ln \text{КРОКР}(t) + \\
& + 0,0000000000419 \ln \text{ООТ}(t) + 0,00000000000296 \text{ИЦСП}(t) + \\
& + 0,0000000000255 \ln \text{КЗО}(t) - 0,000000000096 \ln \text{ИНОК}(t) - 2,77908t; \\
\text{ИЦПТ}(t) = & 179,6732 + 5,313291 \text{РЕНАКО}(t) - 36,3614 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 5,924231t; \\
\text{ИЦСХ}(t) = & 1297,105 - 35,2256 \text{СТРЕФ}(t) - 3,65803 \text{ИПП}(t) - 11,9045 \ln \text{КРОКР}(t) - \\
& - 79,3991 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 19,6982 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,104541 \text{ИЦПТ}(t) + \\
& + 0,407728 \text{РЕНТР}(t) + 0,0474 \text{ИЦСП}(t) - 5,76456 \ln \text{НЗР}(t) + \\
& + 0,321719 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,057527 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,000478 \text{ИТГП}(t) - \\
& - 20,2597t; \\
\text{ИЦСП}(t) = & 319,4709 - 2,22743 \text{СТРЕФ}(t) - 50,89 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 1,94108t; \\
\text{ИТГП}(t) = & 828,7168 - 44,0875 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 12,0898 \text{РЕНАКО}(t) - 19,2574 \text{СТРЕФ}(t) - \\
& - 16,2343 \ln \text{НЗР}(t) + 4,087993 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 15,616t; \\
\text{ИПЦ}(t) = & -113,886 + 158,3293 \ln \text{ОРТ}(t) - 133,69 \ln \text{ПРД}(t) + 0,034281 \text{ИЦСХ}(t) - \\
& - 25,3289 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 5,53561 \ln \text{КРФЛ}(t) + 0,334609 \text{РЕНАКО}(t) + \\
& + 3,472363 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 1,44299 \ln \text{ИМ}(t) - 0,27417 \ln \text{ДМ}(t) - 3,89224t.
\end{aligned}$$

ОО прогнозных значений от фактических изменяется от 0,000125 % для рентабельности активов организаций до 0,009931 % для долгосрочных кредитов, предоставленных организациям, а в среднем по всем показателям составляет 0,003570 %.

Максимодель показателей по ИКТ (с 28 эндогенными переменными) — следующая система уравнений:

$$\begin{aligned}
\ln \text{ЗОИТ}(t) = & 11,94623 - 0,14425 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,00738 \text{РЕНАКО}(t) + 0,173486t; \\
\ln \text{ЗОИТТРС}(t) = & 9,735923 + 0,896387 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,274466 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
& - 0,19238 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,01745 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,045967 \ln \text{КЗО}(t) + \\
& + 0,033916 \ln \text{ГОТ}(t) - 0,00038 \text{РЕНАКО}(t) + 0,023633 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
& - 0,01105 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,001939 \ln \text{НПОФЕД}(t) - 0,00335 \ln \text{ИНОК}(t) - \\
& - 0,00181 \ln \text{НПОСУБ}(t) + 0,172676t; \\
\ln \text{ЗОИТФИН}(t) = & 8,648034 + 0,499134 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,03305 \text{РЕНАКО}(t) - \\
& - 0,4612 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,11482 \ln \text{КЗО}(t) + 0,049852 \ln \text{ИНОК}(t) + \\
& + 0,019826 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00767 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
& + 0,004385 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 0,00937 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\
& + 0,00000559 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,000015 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\
& + 0,0000329 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,305305t;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \ln \text{ЗОВТ}(t) &= 10,86743 + 0,711596 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,26077 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\
 &\quad - 0,10276 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,0019 \text{РЕНАКО}(t) + 0,029327 \ln \text{КРОДЛ}(t) - \\
 &\quad - 0,08168 \ln \text{КЗО}(t) + 0,003571 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,047121t; \\
 \ln \text{ЗОВТТРС}(t) &= 15,91215 - 4,17071 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,51724 \ln \text{НПОФЕД}(t) + \\
 &\quad + 1,252791 \ln \text{КЗО}(t) - 0,00131 \text{РЕНАКО}(t) - 0,04048 \ln \text{КРОДЛ}(t) + \\
 &\quad + 0,086458 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,011271 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
 &\quad + 0,027834 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,02935 \ln \text{ГОТ}(t) - 0,10329t; \\
 \ln \text{ЗОВТФИН}(t) &= 3,82131 - 1,00959 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 1,550687 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,22659 \ln \text{НПОСУБ}(t) + 0,172007t; \\
 \ln \text{ЗОУС}(t) &= 10,45577 + 0,255365 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,12907 \text{РЕНТР}(t) + \\
 &\quad + 0,241466 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,30746 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,13725 \ln \text{ИНОК}(t) + \\
 &\quad + 0,12733 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,073395 \ln \text{КЗО}(t) - 0,05961 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,00099 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,000688 \ln \text{НПОСУБ}(t) - \\
 &\quad - 0,00028 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 0,065084t; \\
 \ln \text{ЗОУСТРС}(t) &= 24,54966 - 0,88403 \ln \text{КРОКР}(t) - 2,09135 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\
 &\quad - 0,27383 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,003423 \text{РЕНАКО}(t) - \\
 &\quad - 0,21732 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,088513 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,05538 \ln \text{ГОТ}(t) + \\
 &\quad + 0,002021 \ln \text{НПОФЕД}(t) - 0,01902 \ln \text{КУРЕВР}(t) - \\
 &\quad - 0,00036 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,000487 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,000087 \ln \text{НПОСУБ}(t) - \\
 &\quad - 0,00027 \ln \text{КЗО}(t) + 0,372806t; \\
 \ln \text{ЗОУСФИН}(t) &= 12,02465 - 0,56876 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,708775 \ln \text{КРОКР}(t-1) - \\
 &\quad - 1,56113 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,044083 \ln \text{РПРУБО}(t) - 0,0182 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\
 &\quad + 0,276865t; \\
 \ln \text{ПЮЛСС}(t) &= -15,2489 + 2,637712 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 5,349024 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 &\quad + 0,550918 \ln \text{КРОКР}(t) + 0,001925 \text{РЕНАКО}(t) + 0,166345 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,08114 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,0568 \ln \text{НПОСУБ}(t) + 0,028902 \ln \text{НПОФЕД}(t) - \\
 &\quad - 0,01262 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00834 \ln \text{КЗО}(t) + 0,00216 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
 &\quad - 1,15672t; \\
 \ln \text{РОИЧД}(t) &= -50,1827 + 5,564316 \ln \text{ДРН}(t) + 5,136389 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 &\quad + 0,373643 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,444908 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,238003 \ln \text{ППР}(t) + \\
 &\quad + 0,001956 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,002094 \ln \text{КРФЛ}(t-1) - 0,00275 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
 &\quad - 0,40953t; \\
 \ln \text{ПКР}(t) &= 1,951652 + 0,127577 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,14518 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\
 &\quad + 0,121552 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,00246 \ln \text{РПРУБО}(t) + \\
 &\quad + 0,010223 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,017214 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\
 &\quad + 0,000492 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,01419 \ln \text{КЗО}(t) + 0,010678 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,00035 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,0000782 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,00005 \ln \text{НПОФЕД}(t) + \\
 &\quad + 0,046429t; \\
 \ln \text{ПКРФИН}(t) &= 9,275335 + 0,476575 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 1,1031 \ln \text{КЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,117661 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,02079 \ln \text{РПРУБО}(t) + \\
 &\quad + 0,086204 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,03897 \ln \text{НПОСУБ}(t) - \\
 &\quad - 0,02609 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,0000839 \ln \text{КРОКР}(t-1) + \\
 &\quad + 0,000796 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 0,00432 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,085777t; \\
 \ln \text{ПКРВПО}(t) &= 2,464918 + 0,018073 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,161779 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 &\quad - 0,16535 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,000536 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,01329 \ln \text{КЗО}(t) + \\
 &\quad + 0,005221 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,00174 \text{РЕНТР}(t) + 0,002764 \ln \text{НПОФЕД}(t) + \\
 &\quad + 0,001696 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,034509t;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln\Pi\text{КРИ}(t) &= 0,851449 + 0,318968\ln\text{ДЗО}(t) + 0,009422\text{РЕНАКО}(t) + \\
&+ 0,100068\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,294861\ln\text{КЗО}(t) - 0,51803\ln\text{КУРЕВР}(t) - \\
&- 0,16271\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,139505\ln\text{КРОДЛ}(t-1) - \\
&- 0,02322\ln\text{НПОСУБ}(t) + 0,054067\ln\text{НПОФЕД}(t) + \\
&+ 0,243958\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,15616t; \\
\ln\Pi\text{КРИФИН}(t) &= 0,3383 + 0,342782\ln\text{КРОДЛ}(t) + 0,060502\ln\text{НПОСУБ}(t) - \\
&- 0,00033\text{РЕНАКО}(t) - 0,00761\ln\text{КЗО}(t) + 0,0006\ln\text{МЦГАЗ}(t) + \\
&+ 0,00455\ln\text{ДЗО}(t) - 0,00076\ln\text{КУРЕВР}(t) - 0,00012\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
&- 0,000017\ln\text{КРОКР}(t) - 0,00015\ln\text{КУРДОЛ}(t) - 0,000025\ln\text{НПОФЕД}(t) - \\
&- 0,0000093\ln\text{ИНОК}(t) - 0,0004t; \\
\ln\Pi\text{КРИВПО}(t) &= 1,643589 + 0,116126\ln\text{КРОКР}(t-1) + 0,132245\ln\text{ИНОК}(t) + \\
&+ 0,043446\ln\text{ПРУБО}(t) - 0,1338\ln\text{КЗО}(t) + 0,038614\ln\text{КРОДЛ}(t) + \\
&+ 0,008934\ln\text{НПОСУБ}(t) + 0,000857\ln\text{МЦГАЗ}(t) - \\
&- 0,00214\ln\text{НПОФЕД}(t) + 0,005241\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,088432t; \\
\ln\Pi\text{КД}(t) &= 1,099028 + 0,187797\ln\text{КРФЛ}(t) + 0,115728\ln\text{ЧБР}(t) + 0,12855t; \\
\ln\Pi\text{КД4Ч}(t) &= 1,982861 + 0,136882\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,674871\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
&+ 0,060632\ln\text{КРФЛ}(t-1) + 0,145747t; \\
\ln\Pi\text{КД5Ч}(t) &= 1,824344 + 0,088847\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,047734\ln\text{КРФЛ}(t) + \\
&+ 0,013969\ln\text{КУРЕВР}(t) - 0,000075\text{ИПЦ}(t) + 0,001388\ln\text{ПРР}(t) + \\
&+ 0,000792\ln\text{ЧБР}(t) - 0,00016\ln\text{ДДН}(t) + 0,0000395\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
&+ 0,161449t; \\
\ln\Pi\text{КД1Р}(t) &= 3,743528 - 0,61512\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,02616\text{ИПЦ}(t) + 0,211968\ln\text{КРФЛ}(t) - \\
&- 0,03443\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,10256\ln\text{ДДД}(t) + 0,00743\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
&+ 0,073932t; \\
\ln\Pi\text{КД2Д}(t) &= 6,437823 - 1,46166\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,97639\ln\text{ПРД}(t) + \\
&+ 0,425113\ln\text{ДДД}(t) + 0,034605\ln\text{ЧБР}(t) + 0,014532\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + \\
&+ 0,246872t; \\
\ln\text{АУССЧ}(t) &= 3,659265 + 0,245464\ln\text{КРФЛ}(t-1) + 0,456801\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
&+ 0,291317\ln\text{ЧБР}(t) + 0,178391\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,00214\text{ИПЦ}(t) + \\
&+ 0,125197\ln\text{ДРН}(t) - 0,06788\ln\text{НЗР}(t) - 0,00193\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,022674t; \\
\ln\text{МТД}(t) &= -14,4442 - 0,51444\ln\text{ДРН}(t) + 2,692554\ln\text{ДДН}(t) - 0,00742\text{ИПЦ}(t) + \\
&+ 0,060993\ln\text{КУРЕВР}(t) - 0,05692\ln\text{ЧБР}(t) + 0,040579\ln\text{КУРДОЛ}(t) + \\
&+ 0,001288\ln\text{КРФЛ}(t-1) - 0,22089t; \\
\ln\text{МТД4Ч}(t) &= -11,8023 - 1,06496\ln\text{ДРН}(t) + 3,02066\ln\text{ДДН}(t) - 0,00636\text{ИПЦ}(t) - \\
&- 0,12557\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,10455\ln\text{ЧБР}(t) + 0,037579\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
&- 0,0006\ln\text{КРФЛ}(t-1) - 0,19313t; \\
\ln\text{МТД5Ч}(t) &= -10,8995 + 1,822834\ln\text{ДДД}(t) + 1,003\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,28555\ln\text{ЧБР}(t) - \\
&- 0,04489\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,142944\ln\text{ПРД}(t) - 0,00623\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
&- 0,14092t; \\
\ln\text{МТД1Р}(t) &= -12,4105 - 0,32337\ln\text{ДРН}(t) + 2,329961\ln\text{ДДН}(t) - 0,0061\text{ИПЦ}(t) - \\
&- 0,0477\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,039715\ln\text{ЧБР}(t) + 0,014275\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
&- 0,00023\ln\text{КРФЛ}(t-1) - 0,20429t; \\
\ln\text{МТД2Д}(t) &= -11,0479 - 1,74919\ln\text{ДРН}(t) + 3,440142\ln\text{ДДН}(t) + 0,087727\ln\text{КРФЛ}(t-1) + \\
&+ 0,000945\text{ИПЦ}(t) - 0,01307\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,02837\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - \\
&- 0,00269\ln\text{ЧБР}(t) - 0,00125\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,15872t.
\end{aligned}$$

ОО прогнозных значений от фактических изменяется от 0,00000357 % для числа персональных компьютеров с доступом к Интернету во всех организациях на 100 работников до 0,005246 % для числа персональных компьютеров в домохозяйствах с одним ребенком на 100 домохозяйств, а в среднем по всем показателям составляет 0,002441 %.

5. Прогнозирование показателей на отдаленную перспективу

При прогнозировании показателей на перспективу множество глобально-экзогенных показателей было разбито на две группы: фиксированных (МЦНЕФЮ, МЦГАЗ, УЦЗОЛ) и свободных (СТРЕФ и НОРИОЛ), причем свободные использовались только в максимодели экономики России в целом. Для каждого показателя, кроме фиксированных глобально-экзогенных, была построена упрощенная модель его зависимости от времени в расчетном периоде, по которой были вычислены его средние, а также минимально и максимально допустимые значения в годах периода прогнозирования.

Уравнение упрощенной модели имело вид (2) и содержало одну функцию времени. Эти функции выбирались из множества G_P ($G_P \subset G$), сформированного на основе множества G путем удаления из него ряда функций вида $t^\alpha \cdot \sin((2\pi/q)t^\beta)$ и $t^\alpha \cdot \cos((2\pi/q)t^\beta)$ и сохранения только тех из них, у которых параметры β и q принимают значения: $\beta = 1; q = 2; 3$ (значения параметра α были теми же, что и для множества G). Предпочтение для включения в модель отдавалось функции времени с максимальным по модулю коэффициентом корреляции с моделируемым показателем. Если вычисленные по построенной модели средние значения показателя в годах периода прогнозирования оказывались далеки от реально возможных, то в модель включалась другая функция времени. Минимально и максимально допустимые значения показателя в годах периода прогнозирования вычислялись путем умножения средних значений на некоторые коэффициенты.

В каждом варианте прогнозирования прежде всего задавались значения фиксированных глобально-экзогенных показателей в годах периода прогнозирования. После этого выполнялось (последовательно, по годам периода) прогнозирование показателей экономики России в целом (и вместе с ними свободных глобально-экзогенных показателей), а затем — прогнозирование показателей по ИКТ, с использованием прогнозных значений показателей экономики России в целом.

Прогнозирование показателей (эндогенных переменных) обеих максимоделей на некоторый год начиналось по общей схеме. Сначала вычислялись

прогнозные значения показателей по формулам с применением, в зависимости от форм их представления, одной из формул (8)–(9), в которых полагалось $c_{ir}(t) = 0$, поскольку расчетные значения остальных членов моделей для прогнозирования на перспективу использовать нецелесообразно. При расчетах по формулам в качестве прогнозных значений глобально-экзогенных показателей в данном году использовались заданные значения для фиксированных и средние значения для свободных.

Затем вычислялись предварительные прогнозные значения показателей. Если прогнозные значения по формуле было меньше минимально допустимого, больше максимально допустимого или находилось между этими значениями, то предварительное прогнозные значения полагались равным, соответственно, минимально допустимому, максимально допустимому или прогнозируемому значению по формуле.

Наконец, вычислялись окончательные прогнозные значения показателей. Каждое такое значение формировалось как линейная комбинация прогнозного значения показателя по формуле и его среднего значения с коэффициентами, сумма которых равнялась единице. Коэффициент при прогнозируемом значении по формуле определялся по следующему алгоритму: сначала вычислялось его начальное значение, равное единице, если прогнозные значения по формуле совпадало со средним значением, и отношению разности предварительного прогнозного значения и среднего значения к разности прогнозного значения по формуле и среднего значения в противном случае, а затем — его окончательное значение, получавшееся путем возведения числа 2 в степень, равную целой части логарифма начального значения коэффициента по основанию 2. Таким образом, этот коэффициент мог принимать следующие значения: 1; 0,5; 0,25 и т. д.

После выполнения описанных операций прогнозирование показателей по ИКТ завершалось, а прогнозирование показателей экономики России в целом (и вместе с ними свободных глобально-экзогенных показателей) продолжалось путем решения задачи максимизации суммы начальных значений коэффициентов при прогнозных значениях показателей максимодели по формулам; целью такого решения являлся как можно более полный учет таких прогнозных значений.

В процессе решения задачи могли изменяться только прогнозные значения свободных глобально-экзогенных показателей, ее ограничениями являлись минимально и максимально допустимые значения этих показателей, а в качестве их начальных прогнозных значений задавались средние значения. В результате решения задачи определялись прогнозные значения свободных глобально-экзогенных показателей, а также начальные значения коэффициентов при про-

гнозных значениях показателей максимодели по формулам. Затем вычислялись окончательные значения этих коэффициентов и окончательные прогнозные значения показателей максимодели.

Прогнозирование двух показателей максимодели экономики России в целом — ОТЭКСИМ и ОТКУРДЕ — выполнялось особым способом. Прогнозные значения этих показателей по формулам не вычислялись; в решении задачи максимизации они не участвовали. Для каждого такого показателя определялось лишь окончательное прогнозное значение путем вычисления отношения окончательных прогнозных значений показателей, отношением которых он является.

Далее представлены результаты одного варианта прогнозирования показателей на перспективу. В этом варианте для расчета значений фиксированных глобально-экзогенных показателей применялись упрощенные модели их зависимостей от времени, построенные так же, как и аналогичные модели для других показателей. Эти модели имеют следующий вид:

$$\text{МЦНЕФЮ}(t) = 40,79716 + 0,400874(t + 1)^2;$$

$$\text{МЦГАЗ}(t) = 410,3013 - 4471,09/t^2;$$

$$\text{УЦЗОЛ}(t) = -595,103 + 179,0414t.$$

Минимально и максимально допустимые значения любого показателя, кроме фиксированных глобально-экзогенных, в годах периода прогнозирования вычислялись путем умножения его средних значений на коэффициенты, равные, соответственно,

0,95 и 1,05. Ввиду большой длины периода прогнозирования на перспективу представлены результаты только за четыре года этого периода.

Результаты прогнозирования на перспективу глобально-экзогенных показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты прогнозирования на перспективу глобально-экзогенных показателей

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2011 г.	2014 г.	2017 г.	2020 г.
МЦНЕФЮ	дол./бар.	98,52298	130,9938	170,6803	217,5825
МЦГАЗ	дол./т.куб.м	373,3501	387,4896	394,8304	399,1236
УЦЗОЛ	руб./г	1374,353	1911,477	2448,601	2985,726
СТРЕФ	%	8,176194	7,001254	5,597426	4,664980
НОРЮЛ	%	3,885001	3,976604	4,058814	4,134037

В 2012–2020 гг. быстрее других глобально-экзогенных показателей могут возрасти мировая цена нефти Юралс (9,202 % в год) и учетная цена золота (9,003 % в год).

Результаты прогнозирования на перспективу показателей экономики России в целом представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты прогнозирования на перспективу показателей экономики России в целом

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2011 г.	2014 г.	2017 г.	2020 г.
ВВП	млрд руб.	54774,34	68627,62	79341,41	90434,14
ИНОК	млрд руб.	10998,92	13120,96	14846,97	16580,68
ОТРОБО	млрд руб.	7305,584	9192,382	10656,96	12157,33
ОТРОБР	млрд руб.	20552,28	25580,85	30149,42	34087,98
ОТРЕГВ	млрд руб.	3983,285	5134,169	6392,025	7616,616
ОРС	млрд руб.	5206,918	5835,188	6256,789	6651,814
ОРТ	млрд руб.	19538,70	25846,29	32290,12	38557,07
ОПУ	млрд руб.	5571,276	6906,440	7934,052	8983,993
ООТ	млрд руб.	38069,97	45526,94	52050,51	55946,89
ООТО	млрд руб.	31028,42	37615,66	42102,71	45631,48
ДФБ	млрд руб.	10628,89	12597,22	14307,01	16113,68
ДБС	млрд руб.	7599,902	9073,880	10343,88	11086,65
НСПФЕД	млрд руб.	4056,233	5238,125	6546,971	8209,428
НСПСУБ	млрд руб.	5187,573	6141,572	6783,457	7282,937
НПОФЕД	млрд руб.	321,7553	258,3774	181,0234	106,9371
НПОСУБ	млрд руб.	1709,985	2177,782	2782,948	3516,153
РПРУБО	млрд руб.	6692,392	8136,283	9430,603	10554,32

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2011 г.	2014 г.	2017 г.	2020 г.
ДМ	млрд руб.	23927,82	33168,41	41924,64	50586,46
ДМНАЛ	млрд руб.	5872,469	7849,639	9663,483	11403,21
КРОКР	млрд руб.	5268,887	6790,865	8551,805	10812,56
КРОДЛ	млрд руб.	12050,83	16541,78	20501,69	24193,40
КРФЛ	млрд руб.	5359,440	6997,848	8366,260	9599,169
КЗО	млрд руб.	20970,28	26778,09	31933,95	37105,27
ДЗО	млрд руб.	21252,56	27871,35	33294,53	38801,00
ДДН	млрд руб.	37264,26	49133,45	59659,46	71201,67
ДРН	млрд руб.	36515,51	48039,81	59859,06	71350,39
ЭКС	млрд дол.	495,9387	659,2122	843,5829	1074,854
ИМ	млрд дол.	302,3571	365,0982	424,1377	477,9443
КУРДОЛ	руб.	28,57195	28,71453	29,47927	29,56225
КУРЕВР	руб.	39,58783	41,36708	41,35101	42,67003
НЗР	руб.	24197,42	30700,87	35827,58	41031,69
ДДД	руб.	21145,17	26527,95	31580,40	36163,55
ПРД	руб.	15486,93	20499,43	25582,54	30518,20
ЧБР	млн чел.	4,749014	4,604471	4,530955	4,393336
ЧБРРЕГ	тыс. чел.	1619,212	1474,488	1431,204	1405,654
ПРР	тыс. чел.	1217,193	1372,307	1514,431	1626,408
ГОТ	млрд ткм	5059,775	5081,211	5107,404	5076,417
ВЖД	млн кв.м	65,33764	65,62188	66,56823	66,88652
ОТЭКСИМ	отнош.	1,640242	1,805575	1,988936	2,248910
ОТКУРДЕ	отнош.	0,721736	0,694140	0,712903	0,692811
РЕНТР	%	11,56204	10,64129	9,946059	9,568400
РЕНАКО	%	7,069303	7,033163	7,003651	6,899062
СТКРОКР	%	9,881103	9,462676	9,314340	8,820928
СТКРОДЛ	%	11,16833	10,80531	10,75014	10,28075
ИПП	% к пред.	111,2514	112,5415	113,7254	113,4801
ИЦПТ	% к пред.	107,6350	106,2443	107,6542	105,4413
ИЦСХ	% к пред.	92,95629	90,20836	88,47619	87,68301
ИЦСП	% к пред.	114,0315	117,4527	118,8188	121,7176
ИТГП	% к пред.	110,0224	124,9545	96,93339	129,4970
ИПЦ	% к пред.	108,1517	103,2559	101,1124	100,6352

В 2012–2020 гг. быстрее других показателей экономики России в целом могут возрастать экспорт (8,974 % в год) и денежная масса (8,674 % в год), а быстрее всего убывать — налог на прибыль организаций в федеральном бюджете (–11,520 % в год).

Результаты прогнозирования на перспективу показателей по ИКТ представлены в табл. 3.

В 2012–2020 гг. быстрее других показателей по ИКТ могут возрастать затраты организаций финансовой деятельности (9,731 % в год) и всех организаций (9,399 % в год) на приобретение вычислительной техники.

Заключение

В результате исследования сформирована новая макромодель экономики России, состоящая из единой максимодели экономики России в целом и максимодели показателей по ИКТ, успешно тестированная применительно к краткосрочному прогнозированию экономической динамики России с учетом развития российского рынка ИКТ. Кроме того, выполнено прогнозирование показателей макромодели на отдаленную перспективу с применением методики, разработанной для этой цели.

Таблица 3

Результаты прогнозирования на перспективу показателей по ИКТ

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2011 г.	2014 г.	2017 г.	2020 г.
ЗОИТ	млн руб.	592758,2	802701,2	1012264	1213561
ЗОИТГРС	млн руб.	106500,0	137891,1	171220,5	203028,8
ЗОИТФИН	млн руб.	93413,36	128661,2	165754,9	197684,0
ЗОВТ	млн руб.	128434,1	169938,3	222176,2	288271,5
ЗОВТГРС	млн руб.	14949,07	16674,33	18556,67	19098,19
ЗОВТФИН	млн руб.	25911,16	34787,44	46355,74	59766,82
ЗОУС	млн руб.	190465,0	241649,5	291311,5	341800,3
ЗОУСТРС	млн руб.	47689,42	61032,92	73553,74	85140,14
ЗОУСФИН	млн руб.	24254,35	31976,90	38358,85	44764,75
ПЮЛСС	руб.	1,941749	1,514357	1,199795	0,964629
РОИЧД	руб.	919,1502	1234,759	1537,936	1865,340
ПКР	штук	39,34422	46,98156	53,03726	58,15709
ПКРФИН	штук	114,5957	122,4083	124,1253	123,8784
ПКРВПО	штук	98,65057	111,9843	120,5308	127,2863
ПКРИ	штук	21,28850	27,97538	35,17718	42,06600
ПКРИФИН	штук	51,75396	57,31813	59,44080	62,06617
ПКРИВПО	штук	74,40233	92,02118	106,6244	119,0709
ПКД	штук	74,13665	92,58983	110,4319	125,8975
ПКД4Ч	штук	104,8214	132,8900	158,6074	180,1655
ПКД5Ч	штук	98,41988	135,1257	171,7143	206,9635
ПКД1Р	штук	99,49295	124,1241	145,6201	164,6662
ПКД2Д	штук	93,43868	119,6662	143,5085	165,5202
АУСССЧ	штук	1738,392	2138,778	2400,163	2576,089
МТД	штук	247,7892	257,6984	269,9178	282,4211
МТД4Ч	штук	342,1750	349,7135	376,2649	394,8479
МТД5Ч	штук	398,2587	425,9397	460,5621	491,7299
МТД1Р	штук	308,0874	309,0395	318,5801	325,9740
МТД2Д	штук	320,3769	338,7915	355,0443	362,4690

Литература

1. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Модели современной экономической динамики России и ее регионов. // Труды ИСА РАН. 2012. Т. 62. Вып. 4.
2. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Модели экономики федеральных округов и субъектов Российской Федерации. // Труды ИСА РАН. 2013. Т. 63. Вып. 2.
3. Джонстон Дж. Эконометрические методы. М.: Статистика, 1980.
4. [Электронный ресурс] www.cbr.ru
5. [Электронный ресурс] www.gks.ru

Галин Дмитрий Михайлович. С. н. с. ИСА РАН. К. э. н. Окончил в 1973 г. МГУ. Количество печатных работ: 20. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, моделирование экономической динамики. E-mail: zavelsky@isa.ru.

Сумарокова Ирина Владимировна. Техник 1-й категории ИСА РАН. Окончила в 1984 г. Мед. училище г. Москвы и в 1998 г. компьютерные курсы. Количество печатных работ: 3. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: zavelsky@isa.ru.