

Учет влияния информационных технологий на российскую экономику

Д.М. Галин, И.В. Сумарокова

Аннотация. Рассматривается построение макромоделей динамики российской экономики с постоянными и переменными коэффициентами, в которых в качестве экзогенных переменных используются показатели по информационно-коммуникационным технологиям (например, затраты организаций на эти технологии, инвестиции в производство средств вычислительной техники и т.п.). Прогнозирование моделируемых показателей выполняется на перспективу до 2020 г.

Ключевые слова: макро модель, максимодель, обычные и динамические модели переменных, комбинация уравнений регрессии, прогнозирование на перспективу.

Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка ее макроэкономической модели, имеющей достаточную точность при краткосрочном прогнозировании экономической динамики и пригодной для ее долгосрочного прогнозирования. В настоящем исследовании затронуты вопросы, близкие к тематике исследований, результаты которых представлены в [1 и 2]. В [1] проанализирована экономическая динамика России и Белоруссии и исследованы факторы экономического роста в обеих странах. В [2] построена макроэкономическая модель России, применимая к кратко- и среднесрочному прогнозированию.

Ввиду быстрого возрастания роли информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в современном мире в разрабатываемой модели требуется достаточно полный учет взаимодействия экономических показателей, связанных с ИКТ, с другими показателями экономики страны. Эта тема, не освещенная в [1 и 2], – основная в настоящем исследовании.

Далее вместо термина «макроэкономическая модель» применяется сокращение «макро модель», а ее составные части называются максимоделями. Ввиду частого употребления термина «объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг», вместо него, где возможно, используется его сильно сокращенная аббревиатура ОТП (объем товаров и работ).

Коэффициенты уравнений моделей переменных могут быть постоянными (далее такие модели называются обычными) или переменными (далее такие модели называются динамическими). Таким образом, если t – время, то уравнение обычной мо-

дели переменной (фактора-функции) $Z(t)$, зависящей от факторов-аргументов $x_j(t)$ и времени, представимо 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.

Уравнение динамической модели переменной, зависящей от тех же аргументов, можно представить в общем виде:

$$F_Z(Z(t)) = b_1(t) + \sum_{x_j \in X_Z} b_{x_j}(t) F_{x_j}(x_j(t)) + b_t(t) t. \quad (2)$$

Далее макро модель или максимодель называется обычной или динамической в зависимости от вида уравнений моделей эндогенных переменных.

Можно также рассматривать модели зависимостей факторов только от функций времени $g_j(t)$ из некоторого множества G , уравнения которых представимы в виде:

$$Z(t) = d_1 + \sum_{g_j \in G_Z} d_{g_j} g_j(t), \quad (3)$$

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

В ходе выполненных ранее исследований авторы разработали обычную и динамическую макро модели российской экономики. Каждая из них состоит из максимодели экономики России и

целом и максимодели показателей по ИКТ, зависящих от показателей аналогичной максимодели экономики России в целом. Обычная и динамическая максимодели экономики России в целом представлены, соответственно, в [3 и 4], а обе максимодели показателей по ИКТ – в [5]. Показатели прогнозировались на один год и на перспективу до 2020 г.

В разработанных макромоделях не учитывалось влияние показателей по ИКТ на показатели экономики России в целом. Поэтому авторы решили провести настоящее исследование. Его цель – выявление зависимостей показателей экономики страны в целом от показателей, связанных с ИКТ, и построение макромоделей российской экономики с учетом влияния ИКТ на нее.

Для достижения данной цели потребовалось предположить, что любая макромодель включает три уровня максимоделей. На них находятся, соответственно, максимодели условно-экзогенных показателей, показателей, связанных с ИКТ, и экономики России в целом. Показатели максимоделей более высоких уровней могут зависеть от данных максимоделей более низких уровней.

Для учета влияния ИКТ на экономику России рассматривались только показатели по ИКТ, реально влияющие на экономику страны, а также данные по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования. В его составе (см. [6]) учитывается производство средств вычислительной техники, а также продукции, не имеющей отношения к ИКТ. Далее термин «электрооборудование, электронное и оптическое оборудование» заменяется аббревиатурой ЭЭОО. Так как показатели по производству ЭЭОО являются лишь связанными с ИКТ, термин «показатели по ИКТ» заменяется термином «показатели, связанные с ИКТ».

1. Обозначения, используемые в макромоделях

В настоящем исследовании используется информация, сформированная на основе официальной отчетности Росстата [6] и Банка России [7] за 2004-2013 г. В этом периоде выделяются предбазовый (2004 г.), базовый (2005-2012 г.) и прогнозный (2013 г.) периоды, необходимые, соответственно, для учета лаговых значений показателей, для моделирования зависимостей между показателями и для оценки качества построенных моделей по результатам прогнозирования показателей. Используются также расчетный период (2005-2013 г.) и период прогнозирования на

перспективу (2013-2020 г.), для краткости заменяемый аббревиатурой ППП.

Все показатели рассматриваются в годовом исчислении. Номер года на условной шкале времени обозначается как t ; значение $t=0$ соответствует 2000 г. 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 $(t-1)$.

Эндогенные переменные максимоделей экономики России в целом обозначаются так:

ВВП – валовой внутренний продукт;
 ИНОК – инвестиции в основной капитал;
 ОТРТПИ и ОТРППИ – ОTR по добыче топливно-энергетических и прочих (кроме топливно-энергетических) полезных ископаемых;
 ОТРПИЩ – ОTR по производству пищевых продуктов, включая напитки, и табака;
 ОТРТЕК – ОTR по текстильному и швейному производству;
 ОТРКОЖ – ОTR по производству кожи, изделий из кожи и производству обуви;
 ОТРДЕР – ОTR по обработке древесины и производству изделий из дерева;
 ОТРБУМ – ОTR по целлюлозно-бумажному производству, издательской и полиграфической деятельности;
 ОТРКНП и ОТРХИМ – ОTR по производству кокса и нефтепродуктов и по химическому производству;
 ОТРРЕЗ и ОТРПМП – ОTR по производству резиновых и пластмассовых изделий и по производству прочих неметаллических минеральных продуктов;
 ОТРМЕТ – ОTR по металлургическому производству и производству готовых металлических изделий;
 ОТРМАШ – ОTR по производству машин и оборудования;
 ОТРТРС и ОТРПОБ – ОTR по производству транспортных средств и оборудования и по прочим обрабатывающим производствам;
 ОТРЭГВ – ОTR по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;
 ПСХ – продукция сельского хозяйства;
 ОРС – объем работ по строительству;
 ОРТ – оборот розничной торговли;
 ООП – оборот общественного питания;
 ОПУ – объем платных услуг населению;
 ООТ и ООТО – оборот оптовой торговли (полный и лишь организаций оптовой торговли);
 ДФБ и ДБС – 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;
 НЗР – среднемесячная номинальная зарплата одного работника;
 ДДД и ПРД – среднемесячные денежные доходы и потребительские расходы на душу населения;
 ЧЗЭ – численность занятых в экономике;
 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 – отношение экспорта к импорту;
 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;
 ИПДОБ, ИПОБР и ИПЭГВ – индексы производства по добыче полезных ископаемых, по обрабатывающим производствам и по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;
 ИЦПТ и ИЦСХ – индексы цен производителей промышленных товаров и сельскохозяйственной продукции;
 ИЦСП – сводный индекс цен строительной продукции;
 ИТПП – индекс тарифов на грузовые перевозки;
 ИПЦ – индекс потребительских цен.

Эндогенные переменные максимodelей показателей, связанных с ИКТ, – это следующие показатели, далее называемые показателями, связанными с ИКТ:

ОТРЭЛО – ОТР по производству ЭЭОО;
 ИНЭЛО – полные инвестиции в основной капитал производства ЭЭОО;

ИНЭЛСОС и ИНЭЛПРС – инвестиции в основной капитал производства ЭЭОО за счет собственных и привлеченных средств;
 ИНЭЛБЮС – инвестиции в основной капитал производства ЭЭОО за счет бюджетных средств;
 ИНЭЛСФБ и ИНЭЛСБС – инвестиции в основной капитал производства ЭЭОО за счет средств бюджетов (федерального и субъектов федерации);
 ЗОИТ – полные затраты всех организаций на ИКТ;
 ЗОИТДОБ и ЗОИТОБР – полные затраты организаций, занятых добычей полезных ископаемых и обрабатывающими производствами, на ИКТ;
 ЗОИТЭЛО – полные затраты организаций, занятых производством ЭЭОО, на ИКТ;
 ЗОИТЭГВ – полные затраты организаций, занятых производством и распределением электроэнергии, газа и воды, на ИКТ;
 ЗОИТТРС – полные затраты организаций, занятых транспортом и связью, на ИКТ;
 ЗОИТФИН – полные затраты организаций, занятых финансовой деятельностью, на ИКТ;
 ЗОИТИАУ – полные затраты организаций, занятых операциями с недвижимым имуществом, арендой и предоставлением услуг, на ИКТ;
 ЗОИТГУБ – полные затраты организаций, занятых государственным управлением, обеспечением военной безопасности и социальным страхованием, на ИКТ;
 ЗОВТ и ЗОПС – затраты всех организаций на приобретение вычислительной техники и на приобретение программных средств;
 ЗОУС и ЗООС – затраты всех организаций на оплату услуг связи и на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием ИКТ;
 ЗОУО – затраты всех организаций на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ (кроме услуг связи и обучения);
 ЗОИП – прочие затраты всех организаций на ИКТ.

Эндогенные переменные максимodelей условно-экзогенных показателей – это следующие показатели, далее называемые условно-экзогенными:

КУРДОЛ и КУРЕВР – курсы доллара США и евро (среднегодовые);
 ОТКУРДЕ – отношение курса доллара США к курсу евро.

Экзогенные переменные всех максимodelей, в которых используются, – это следующие показатели, 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 и процесс формирования макромоделей экономики России с учетом влияния ИКТ

Для формирования макромоделей использовалась методика, подробно описанная в [3] и [4]. Для формирования максимодели как системы одновременных уравнений, связывающих эндогенные и экзогенные переменные, применялся описанный в [8] подход, при котором параметры зависимостей одних эндогенных переменных от других и от предопределенных (экзогенных, включая «единицу» и t , и эндогенных с лаговыми значениями) оцениваются двухшаговым методом наименьших квадратов (МНК). Принципы его применения описаны в [3].

Для формирования моделей переменных с большим количеством аргументов применялась разработанная авторами методика для построения уравнения вида (1) или (3), как комбинации нескольких уравнений регрессии. Принципы ее применения описаны в [3].

Для построения динамических максимоделей применялись определенные в [4] базовые интервалы с соответствующими прогнозными годами и «веса точек в интервалах», определенные для каждой точки базового периода и каждого базового интервала.

Процессы построения максимоделей были сходны с аналогичными процессами для макромоделей экономики России в целом, подробно описанными в [3] и [4].

Формирование любой максимодели начиналось с построения моделей ее эндогенных переменных. Факторы, измеряемые в процентах, участвовали в них в натуральной форме, а остальные – в логарифмической. В модели было желательным наличие аргумента t и хотя бы одного фактора-аргумента, отличного от стандартных – условно-экзогенных показателей и мировых цен. Уравнение регрессии считалось статистически значимым, если все его коэффициенты были статистически значимы, а система таких уравнений для интервалов считалась статистически значимой, если все они были статистически значимы.

Уравнение обычной модели переменной формировалось в виде (1) как комбинация уравнений регрессии. Любое из них строилось за несколько шагов, на каждом из которых в модель включался один фактор-аргумент (вместе с ним мог вклю-

чаться и аргумент t), и должно было быть статистически значимым, начиная с некоторого шага построения.

На каждом шаге построения уравнения формировался набор вспомогательных уравнений, любое из которых получалось путем включения в модель одного фактора-аргумента. Для каждого такого уравнения вычислялись прогнозное значение фактора-функции и модуль его относительного отклонения от фактического в прогнозном году (ОО), считавшийся оценкой качества прогноза по модели, повышающегося (понижающегося) в γ раз при уменьшении (увеличении) ОО в γ раз, где $\gamma > 1$. Фактор-аргумент для включения в модель выбирался путем анализа вспомогательных уравнений с учетом их статистической значимости и коэффициентов множественной детерминации, а также качества прогноза по модели и темпа его изменения (для статистически значимых уравнений) или числа статистически значимых коэффициентов (при отсутствии статистически значимых уравнений).

При выборе фактора-аргумента для модели показателя экономики России в целом предпочтительными были факторы-аргументы, связанные с ИКТ. Когда на очередном шаге в модель нельзя было включить никакой из них, рассматривались другие факторы-аргументы; всего в модели допускалось наличие не более двух таких факторов.

Уравнение считалось окончательным, если на очередном шаге не находился фактор-аргумент для включения в модель. При необходимости для него выполнялся второй шаг двухшагового МНК. Затем начиналось построение очередного уравнения. Модель полагалась окончательной, если очередное уравнение не удавалось сформировать. По модели вычислялись расчетные значения переменной в базовом периоде и прогнозное – в прогнозном.

Динамическая модель переменной формировалась в четыре этапа. На первом этапе строилась система ее обычных моделей для базовых интервалов. Этот процесс был аналогичен процессу формирования уравнения обычной модели переменной, но с учетом различий между одним уравнением и системой уравнений. Фактически строились системы комбинаций различных уравнений. Для каждого уравнения вспомогательных систем вычислялись указанные выше величины ОО, а для каждой вспомогательной системы – среднее квадратическое значение таких ОО ее уравнений, считавшееся оценкой качества прогноза по модели. При выборе фактора-аргумента учитывалась сумма коэффициентов множественной детерми-

нации отдельных уравнений. Второй шаг двухшагового МНК выполнялся для каждого уравнения системы.

На втором, третьем и четвертом этапах происходили, соответственно, преобразование системы обычных моделей переменной в ее объединенную динамическую модель с уравнением вида (2), построение моделей зависимостей его коэффициентов от времени (с вычислением их значений в базовом периоде и в ППП) и вычисление расчетных значений переменной в базовом периоде и прогнозного – в прогнозном. Подробное описание этих процессов приведено в [4].

После формирования моделей эндогенных переменных строились модели остаточных членов этих моделей – факторов, отражающих влияние на переменные факторов, не вошедших в уравнения видов (1) и (2). Описание процесса построения моделей остаточных членов как уравнений их зависимостей от времени в расчетном периоде приведено в [3]. С учетом расчетных значений остаточных членов пересчитывались расчетные и прогнозные значения переменных.

Затем выполнялись операции для получения формул, выражающих эндогенные переменные максимодели через предопределенные и расчетные значения остаточных членов моделей эндогенных, которые необходимы для тестирования максимодели путем совместного прогнозирования

ее эндогенных переменных и для их прогнозирования на перспективу. Эти операции, проходившие с использованием обращения и умножения матриц, выполнялись однократно для обычных максимоделей, где элементы матриц постоянны (их описание приведено в [3]), и для каждого года ППП для динамических максимоделей, где элементы матриц зависят от времени.

При тестировании любой максимодели ее эндогенные переменные прогнозировались на прогнозный год с применением полученных формул. Вычислялись ОО прогнозных значений эндогенных переменных от фактических в прогнозном году и среднее квадратическое значение таких ОО по всем показателям, которое можно считать оценкой качества максимодели.

В результате были сформированы обычная и динамическая макромодели российской экономики с учетом влияния ИКТ. Каждая из них состоит из максимоделей условно-экзогенных показателей, показателей, связанных с ИКТ, и экономики России в целом, число эндогенных переменных в которых составляет, соответственно, 3, 22 и 66.

Ввиду большого объема макромоделей далее представлены только модели их важнейших показателей. Динамические модели представлены с коэффициентами, соответствующими 2010 г. В любом другом году они имеют аналогичный вид (с заменой коэффициентов уравнений).

3. Модели условно-экзогенных показателей и показателей, связанных с ИКТ

Обычные модели двух условно-экзогенных показателей имеют вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{КУРДОЛ}(t) &= 2,527157 - 0,22793 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,536834 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,022079t; \\ \ln \text{КУРЕВР}(t) &= 1,62191 + 0,56125 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,016399t. \end{aligned}$$

Динамические модели тех же показателей в 2010 г. имеют вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{КУРДОЛ}(t) &= 2,390182 - 0,27455 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,649404 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,022908t; \\ \ln \text{КУРЕВР}(t) &= 4,393417 - 0,28264 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,05789t. \end{aligned}$$

Обычные модели шести показателей, связанных с ИКТ, имеют вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ОТРЭЛО}(t) &= 1,412842 + 0,202217 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,169048 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + \\ &+ 0,378903 \ln \text{ЗОИТЭГВ}(t) - 0,35608 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,4075 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ &- 0,01868 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) - 0,00956 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,030091 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - \\ &- 0,0132 \ln \text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,00135 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,012027 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) + \\ &+ 0,003492 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,047843t; \\ \ln \text{ИНЭЛО}(t) &= 16,02914 - 3,41031 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,15652 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) - 0,70056 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ &+ 0,146244 \ln \text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,07929 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,29001t; \\ \ln \text{ИНЭЛПРС}(t) &= 7,574816 + 0,128131 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) - 1,99542 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ &+ 0,479371 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 1,072597 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,093951t; \\ \ln \text{ЗОИТ}(t) &= 1,42641 + 0,337758 \ln \text{ЗОВТ}(t) + 0,308748 \ln \text{ЗОУС}(t) - 0,0918 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ &+ 0,117669 \ln \text{ЗОПС}(t) + 0,138536 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,147481 \ln \text{ЗОИП}(t) - 0,21262 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ &+ 0,139877 \ln \text{ЗОУО}(t) + 0,020067 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,005101t; \\ \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) &= 0,912861 + 0,84358 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,048086 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,018981t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{ЗОИТОБР}(t) = 4,490872 + 0,798717 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 2,107593 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,202537 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) + 0,071385t.$$

Динамические модели тех же показателей в 2010 г. имеют вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ОТРЭЛО}(t) &= 6,050151 - 1,33598 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,134858 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + \\ &+ 0,281911 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - 0,0184 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,038963 \ln \text{ЗОИТДОБ}(t) - \\ &- 0,00354 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) + 0,006823 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,01366 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ &+ 0,008585 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,01281 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,007998 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) - \\ &- 0,00899 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,003788 \ln \text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,08483t; \\ \ln \text{ИНЭЛО}(t) &= -4,421 + 0,327446 \ln \text{ИНЭЛПРС}(t) + 0,467006 \ln \text{ИНЭЛСОС}(t) + \\ &+ 0,016795 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) + 0,028497t; \\ \ln \text{ИНЭЛПРС}(t) &= 24,75067 + 1,816794 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 1,65518 \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) - \\ &- 3,10342 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,296184t; \\ \ln \text{ЗОИТ}(t) &= 11,51711 + 0,146224 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,340915 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) - 0,36461 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) + \\ &+ 0,15539 \ln \text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,2755 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) + 0,208855t; \\ \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) &= 0,562151 + 0,93523 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t); \\ \ln \text{ЗОИТОБР}(t) &= 2,208506 - 1,51475 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,232884 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) + \\ &+ 0,885232 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 2,026819 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,049808t. \end{aligned}$$

4. Модели показателей экономики России в целом

Обычные модели 28 показателей экономики России в целом имеют вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ВВП}(t) &= 9,811693 + 0,801374 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,078253 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,4598 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - \\ &- 0,04923 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) - 0,0579 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,001913 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) + \\ &+ 0,006377 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) - 0,00179 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,00056 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + \\ &+ 0,000559 \ln \text{ЗОИТЭГВ}(t) + 0,12972t; \\ \ln \text{ИНОК}(t) &= 12,03115 - 0,53192 \ln \text{ЗОИП}(t) + 0,606945 \ln \text{ЗОПС}(t) - 0,37322 \ln \text{ЗОВТ}(t) + \\ &+ 0,059268 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) - 0,20947 \ln \text{ЗООС}(t) + 0,180137t; \\ \ln \text{ОТРТПИ}(t) &= 9,512312 - 0,22582 \ln \text{ЗОИП}(t) - 0,25812 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,294784 \ln \text{ИНЭЛО}(t) - \\ &- 0,11421 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,0353 \ln \text{ЗОПС}(t) - 0,00973 \ln \text{ЗООС}(t) + 0,19161t; \\ \ln \text{ОТРПИЩ}(t) &= 8,251218 + 0,220518 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,49601 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) + \\ &+ 0,314762 \ln \text{ЗОИТЭГВ}(t) - 0,11871 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,03662 \ln \text{ИНЭЛПРС}(t) + \\ &+ 0,054836 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - 0,01597 \ln \text{ЗОИТОБР}(t) + 0,000117 \ln \text{ИЦСХ}(t) + 0,000195 \ln \text{ИТПП}(t) + \\ &+ 0,001881 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,00028 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) + 0,0000571 \ln \text{ИНЭЛСОС}(t) - \\ &- 0,000039 \ln \text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,165298t; \\ \ln \text{ОТРКНП}(t) &= 6,085048 - 0,43492 \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,478458 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + \\ &+ 0,096096 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) - 0,1545 \ln \text{ЗОИТЭГВ}(t) + 0,292214t; \\ \ln \text{ОТРХИМ}(t) &= 13,77014 + 0,998039 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 1,55758 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - \\ &- 0,09869 \ln \text{ЗОИТЭЛО}(t) - 0,15811 \ln \text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,281625 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) + \\ &+ 0,313697t; \\ \ln \text{ОТРМАШ}(t) &= -2,55618 + 0,855216 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,421405 \ln \text{ИНЭЛО}(t) + \\ &+ 0,209572 \ln \text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,134471 \ln \text{ЗОИТГУБ}(t) - 0,08441 \ln \text{ЗОИТДОБ}(t) + \\ &+ 0,015664 \ln \text{ЗОИТОБР}(t) + 0,01492 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,02128 \ln \text{ЗОИТФИН}(t) - \\ &- 0,00728 \ln \text{ЗОИТЭГВ}(t) + 0,012217 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,000704 \ln \text{ЗОИТТРС}(t) - \\ &- 0,098888t; \\ \ln \text{ОТРТРС}(t) &= 14,61386 - 0,88389 \ln \text{ЗОИП}(t) + 0,120555 \ln \text{ИНЭЛСБС}(t) - 0,65179 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) + \\ &+ 0,416564t; \\ \ln \text{ОТРЭГВ}(t) &= 14,38914 - 0,40294 \ln \text{ЗОВТ}(t) - 0,20471 \ln \text{ЗООС}(t) - 0,10272 \ln \text{ЗОИП}(t) - \\ &- 0,04141 \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) - 0,00137 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,04479 \ln \text{ЗОУО}(t) - 0,03765 \ln \text{ЗОПС}(t) + \\ &+ 0,007483 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00907 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,269673t; \\ \ln \text{ИЦСХ}(t) &= 13,76781 - 0,78293 \ln \text{ЗОИП}(t) - 0,2244 \ln \text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,179951 \ln \text{ЗООС}(t) + 0,285642t; \\ \ln \text{ОРС}(t) &= -6,38026 - 0,12749 \ln \text{ЗОИП}(t) + 0,214365 \ln \text{ИНЭЛО}(t) + 1,722036 \ln \text{НЗР}(t) - \\ &- 0,17093 \ln \text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,00105 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,00228 \ln \text{ЗОУС}(t) - 0,00048 \ln \text{ЗОВТ}(t) + \\ &+ 0,000651 \ln \text{ЗООС}(t) + 0,000937 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,09893t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln\text{ОРТ}(t) &= 7,585263 + 0,275503 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,51981 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,392819 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) - \\
&- 0,07553 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,102967 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,00362 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) - \\
&- 0,03277 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) + 0,012396 \ln\text{ОТРТЕК}(t) + 0,006956 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + \\
&+ 0,016556 \ln\text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,005948 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) - 0,0147 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + \\
&+ 0,003449 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,010355 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + 0,130796; \\
\ln\text{ОПУ}(t) &= 8,450503 + 0,132123 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,53175 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,347482 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) - \\
&- 0,05391 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,040202 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) - 0,03688 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) + \\
&+ 0,019134 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,01355 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,015111 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) + 0,148711; \\
\ln\text{ДФБ}(t) &= 14,82385 - 0,3655 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,580998 \ln\text{ИНЭЛО}(t) - 0,49277 \ln\text{ЗОУС}(t) + 0,202344; \\
\ln\text{ДБС}(t) &= 6,585821 + 0,71543 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) - 0,7009 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,075229 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) + \\
&+ 0,127366; \\
\ln\text{ДМ}(t) &= 4,179769 + 1,063234 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,193782 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) - 0,24802 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) - \\
&- 0,23008 \ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,13542 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,004949 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + \\
&+ 0,007282 \ln\text{ДМНАЛ}(t) - 0,00271 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,00819 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + \\
&+ 0,006543 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) - 0,00841 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,003355 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) + \\
&+ 0,002184 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) - 0,000075 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,029989; \\
\ln\text{КРОДЛ}(t) &= 15,54945 - 1,21377 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,668922 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - 0,46878 \ln\text{ЗООС}(t) + \\
&+ 0,181345 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,020242 \ln\text{СТКРОДЛ}(t) + 0,085446 \ln\text{КРОКР}(t) + \\
&+ 0,020857 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,39022; \\
\ln\text{ДДН}(t) &= 10,11754 + 0,109741 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) - 0,17446 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,140596; \\
\ln\text{ЭКС}(t) &= 1,48089 + 1,249662 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,270155 \ln\text{ЗОВТ}(t) - 0,26733 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) - \\
&- 0,49166 \ln\text{ЗОИП}(t) - 0,22739 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,014387 \ln\text{ИПЭГВ}(t) + \\
&+ 0,112452 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,056978; \\
\ln\text{ИМ}(t) &= -7,59524 + 0,985773 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,427692 \ln\text{ЗОУО}(t) + 0,587722 \ln\text{ЭКС}(t) - \\
&- 0,07923 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,044254 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,16872; \\
\ln\text{НЗР}(t) &= -2,755448 - 0,67114 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,35087 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 2,054997 \ln\text{ОТРБУМ}(t) + \\
&+ 0,163589 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) + 0,01088 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,076072; \\
\ln\text{ЧЗЭ}(t) &= -4,332048 - 0,03745 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,03078 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - 0,01735 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,010863; \\
\ln\text{ЧБР}(t) &= 6,266095 - 0,52847 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,54391 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,31704 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - \\
&- 0,13977 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) + 0,122479 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,181949 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - \\
&- 0,08145 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,252379 \ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,000879 \ln\text{ИЦСП}(t) + \\
&+ 0,009127 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) - 0,00273 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) + 0,002705 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + 0,040291; \\
\ln\text{ГОТ}(t) &= 5,446576 - 0,05892 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,154799 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,309805 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - \\
&- 0,01689 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,002165 \ln\text{ИПЭГВ}(t) + 0,002467 \ln\text{ЗОУО}(t) - 0,00043 \ln\text{ЗООС}(t) - \\
&- 0,00066 \ln\text{ОТРКНП}(t) + 0,000148 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,000287 \ln\text{ЗОУС}(t) + 0,0000399 \ln\text{ЗОПС}(t) - \\
&- 0,000014 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,04501; \\
\text{ИПП}(t) &= 398,3261 - 38,5448 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 9,3775 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 43,3148 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + \\
&+ 3,89166 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 10,6215 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,270384 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) - \\
&- 0,00475 \ln\text{ИЦСП}(t) + 0,443654 \ln\text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,10318 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 9,559205; \\
\text{ИЦПТ}(t) &= 1011,217 - 40,5712 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) + 7,03334 \ln\text{РЕНАКО}(t) - 106,138 \ln\text{ОТРТЕК}(t) - \\
&- 18,6735 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) - 6,47491 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + 24,62194; \\
\text{ИЦСХ}(t) &= -460,178 + 45,76714 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 34,67362 \ln\text{ЗОИП}(t) - 17,304; \\
\text{ИПЦ}(t) &= 112,646 + 9,008609 \ln\text{ИНЭЛО}(t) + 1,558958 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) + 10,67865 \ln\text{КУРЕВР}(t) - \\
&- 7,33059 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) - 0,79837.
\end{aligned}$$

Динамические модели тех же показателей в 2010 г. имеют вид:

$$\begin{aligned}
\ln\text{ВВП}(t) &= 7,990358 + 0,4005 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,151451 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - 0,32518 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + \\
&+ 0,108868 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,00337 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) - 0,00271 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) + 0,117732; \\
\ln\text{ИНОК}(t) &= 6,842173 + 0,586218 \ln\text{ИНЭЛО}(t) - 0,42719 \ln\text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,09658 \ln\text{ЗОУС}(t) - \\
&- 0,08788 \ln\text{ЗООС}(t) - 0,03483 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,179867 \ln\text{ЗОУО}(t) + 0,066702; \\
\ln\text{ОТРТПИ}(t) &= 9,30576 - 0,25919 \ln\text{ЗОИП}(t) - 0,25109 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,287816 \ln\text{ИНЭЛО}(t) + 0,192054; \\
\ln\text{ОТРПИЩ}(t) &= 6,006969 + 0,515807 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,206545 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - \\
&- 0,33616 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,059033 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + 0,0000952 \ln\text{ИЦСХ}(t) - \\
&- 0,01492 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,010965 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,097483;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln\text{ОТРКНП}(t) &= 14,45875 - 0,87598 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,240451 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) - \\
&\quad - 0,57705 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,03205 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,01757 \ln\text{КРОДЛ}(t-1) + \\
&\quad + 0,025041 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + 0,505716t; \\
\ln\text{ОТРХИМ}(t) &= 18,76392 + 0,985634 \ln\text{ИНЭЛО}(t) - 1,05521 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) - \\
&\quad - 0,76401 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,17509 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,088334 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,403303t; \\
\ln\text{ОТРМАШ}(t) &= 7,765404 - 0,42294 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,356765 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) - 0,01501 \ln\text{ЗООС}(t) + 0,235395t; \\
\ln\text{ОТРТРС}(t) &= 16,61489 - 1,12141 \ln\text{ЗОИП}(t) - 0,58669 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,115297 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + 0,448096t; \\
\ln\text{ОТРЭГВ}(t) &= 5,746327 + 0,258629 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,04515 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) - \\
&\quad - 0,20755 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) + 0,084506 \ln\text{ИНЭЛО}(t) + 0,107899 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) - \\
&\quad - 0,06841 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) + 0,121448t; \\
\ln\text{ПСХ}(t) &= 13,49527 - 0,9388 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,240102 \ln\text{ЗООС}(t) + 0,039399 \ln\text{ЗОПС}(t) - \\
&\quad - 0,04487 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,274112t; \\
\ln\text{ОРС}(t) &= 7,664597 - 0,57883 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,05617 \ln\text{ИПЦ}(t) - 0,20433 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,328895t; \\
\ln\text{ОРТ}(t) &= 5,040822 + 0,166428 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) + 0,323769 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) - 0,03812 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) + \\
&\quad + 0,051987 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,07356 \ln\text{ОТРБУМ}(t) + 0,038847 \ln\text{ОТРХИМ}(t) - \\
&\quad - 0,07389 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) + 0,082901t; \\
\ln\text{ОПУ}(t) &= 4,9077 + 0,182204 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,103767 \ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,11892 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + \\
&\quad + 0,164126 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,00595 \ln\text{ИПЦ}(t) - 0,00071 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,029586t; \\
\ln\text{ДФБ}(t) &= 10,13346 - 0,7696 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,354471 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 0,096367 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + \\
&\quad + 0,170197 \ln\text{ЗОУС}(t) - 0,03546 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) - 0,10624 \ln\text{ЗОУО}(t) - 0,00969 \ln\text{ЗООС}(t) + \\
&\quad + 0,22797t; \\
\ln\text{ДБС}(t) &= 5,972269 - 0,01133 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) + 0,3398 \ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,014644 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) + \\
&\quad + 0,10059t; \\
\ln\text{ДМ}(t) &= -5,26998 + 0,165348 \ln\text{ЗООС}(t) + 1,57609 \ln\text{ДМНАЛ}(t) + 0,107572 \ln\text{ЗОИП}(t) + \\
&\quad + 0,008666 \ln\text{ЗОПС}(t) - 0,08852t; \\
\ln\text{КРОДЛ}(t) &= -8,74206 + 0,28636 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 2,090218 \ln\text{КЗО}(t) - 0,20413 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) - \\
&\quad - 0,00497 \ln\text{ЗОИТОБР}(t) + 0,003162 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) - 0,0136 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,11677t; \\
\ln\text{ДДН}(t) &= 7,679745 + 0,139296 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,003299 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) + \\
&\quad + 0,063318 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) + 0,101375t; \\
\ln\text{ЭКС}(t) &= -4,41302 + 0,701648 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,995526 \ln\text{ОТРХИМ}(t) + 0,226764 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) - \\
&\quad - 0,00021 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) - 0,03525 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) + 0,018336 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - \\
&\quad - 0,10905 \ln\text{ЗОИТИАУ}(t) + 0,013091 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,11182 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) - \\
&\quad - 0,0005 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,15136t; \\
\ln\text{ИМ}(t) &= -9,24884 + 1,694674 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,35432 \ln\text{ИНЭЛСФБ}(t) + 0,022766 \ln\text{ИПЭГВ}(t) + \\
&\quad + 0,064193 \ln\text{ЗОУС}(t) + 0,327554 \ln\text{ЗОУО}(t) - 0,03192 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,15687t; \\
\ln\text{НЗР}(t) &= 9,243081 + 0,509195 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,27588 \ln\text{ЗООС}(t) + 0,018672 \ln\text{ЗОПС}(t) - \\
&\quad - 0,0434 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 0,134814t; \\
\ln\text{ЧЗЭ}(t) &= 3,557367 + 0,02603 \ln\text{ИНЭЛО}(t) + 0,074701 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,019086 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) + \\
&\quad + 0,0000594 \ln\text{ЗОИТГУБ}(t) - 0,000075 \ln\text{ЗОИТДОБ}(t) - 0,000061 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) - \\
&\quad - 0,01359t; \\
\ln\text{ЧБР}(t) &= 11,25845 - 0,67568 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) + 0,410983 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 0,39795 \ln\text{ЗОИТ}(t) + \\
&\quad + 0,094757t; \\
\ln\text{ГОТ}(t) &= 7,919119 + 0,189905 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - 0,19357 \ln\text{ЗОПС}(t) + 0,004677 \ln\text{ИЦСП}(t) + \\
&\quad + 0,011248 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) - 0,01062 \ln\text{ЗОУС}(t) - 0,00603 \ln\text{ОТРКНП}(t) + \\
&\quad + 0,002789 \ln\text{ЗООС}(t) + 0,003411 \ln\text{ЗОВТ}(t) - 0,00347 \ln\text{ЗОИП}(t) + 0,0403t; \\
\text{ИПП}(t) &= 298,5109 - 14,1462 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - 24,2799 \ln\text{ЗООС}(t) + 5,901541t; \\
\text{ИЦПТ}(t) &= 1347,09 - 38,6754 \ln\text{ИНЭЛПРС}(t) - 89,0054 \ln\text{ЗОУС}(t) - 188,477 \ln\text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
&\quad + 6,813603 \ln\text{ЗООС}(t) - 0,12758 \ln\text{ИТП}(t) + 4,439259 \ln\text{ЗОВТ}(t) + 3,494393 \ln\text{ИНЭЛО}(t-1) - \\
&\quad - 1,64122 \ln\text{ЗОИП}(t) + 1,155083 \ln\text{ЗОПС}(t) + 0,731352 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) + \\
&\quad + 0,466443 \ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 15,17588t; \\
\text{ИЦСХ}(t) &= -754,921 + 76,08938 \ln\text{ИНЭЛБЮС}(t) + 36,88584 \ln\text{ЗОВТ}(t) - 18,4813t; \\
\text{ИПЦ}(t) &= 78,51865 + 13,53737 \ln\text{ЗОИТЭГВ}(t) + 1,938851 \ln\text{ЗОИТЭЛО}(t) - 4,60822 \ln\text{ИНЭЛСОС}(t) - \\
&\quad - 3,05518 \ln\text{ЗОИТФИН}(t) - 2,30205 \ln\text{ЗОИТТРС}(t) + 0,099049 \ln\text{ИНЭЛСБС}(t) - 1,94084t.
\end{aligned}$$

5. Результаты динамического моделирования одного показателя

В качестве примера рассмотрим результаты динамического моделирования показателя ОТРХИМ. Модели коэффициентов уравнения его динамической модели имеют вид:

$$\begin{aligned}
 b_1(t) &= 21,99169 - 0,00244(t+1)^3 - 0,00285t^2 \times \cos((2\pi/3)t) + 12,97387 \cos((2\pi/3)t)/t^2 - 6,24894 \sin((2\pi/3)t)/t^2; \\
 b_{\text{инэло}}(t) &= 1,696333 - 1,64994/\ln(t) - 0,00024t^2 \times \sin((2\pi/3)t) + 0,896886 \sin((2\pi/3)t)/t^2 + 0,00000191t^4; \\
 b_{\text{зоитфин}}(t) &= 0,644363 - 4,01976/\ln(t+1) - 0,00041t^2 \times \sin((2\pi/3)t) + 1,448389 \sin((2\pi/3)t)/t^2; \\
 b_{\text{зоитдоб}}(t) &= -0,7992 + 323,8037/t^4 + 0,000795t^2 \times \cos((2\pi/3)t) - 2,8114 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 0,000285t^2 \times \cos(\pi t); \\
 b_{\text{инэло(-1)}}(t) &= -0,25927 + 9,355824/(t+1)^2 + 0,0000792t^2 \times \sin((2\pi/3)t); \\
 b_{\text{зоитгуб}}(t) &= 0,098257 - 126,662/(t+1)^4 - 0,000036t^2 \times \cos(\pi t) - 0,000073t^2 \times \cos((2\pi/3)t) + \\
 &+ 0,270016 \cos((2\pi/3)t)/t^2; \\
 b_t(t) &= 0,434069 - 0,000003t^4 + 0,248928 \cos(\pi t)/t^2 - 0,000047t^2 \times \cos(\pi t) - 0,000023t^2 \times \cos((2\pi/3)t).
 \end{aligned}$$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 1.

Коэффициенты $b_{\text{инэло}}(t)$ и $b_{\text{зоитгуб}}(t)$ в базовом периоде быстро возрастают, но в ППП $b_{\text{инэло}}(t)$ продолжает быстро расти, а $b_{\text{зоитгуб}}(t)$ совершает колебания. Коэффициент $b_t(t)$ в базовом периоде достаточно стабилен, а в ППП быстро убывает. Абсолютные величины $b_1(t)$ и $b_{\text{зоитфин}}(t)$ в базовом периоде и в ППП быстро убывают. Абсолютные величины $b_{\text{зоитдоб}}(t)$ и $b_{\text{инэло(-1)}}(t)$ в базовом периоде быстро растут, но в ППП $b_{\text{зоитдоб}}(t)$ совершает колебания, а $b_{\text{инэло(-1)}}(t)$ стабилизируется.

Таблица 1

Коэффициенты уравнения динамической модели ОТР по химическому производству

Год	$b_1(t)$	$b_{\text{инэло}}(t)$	$b_{\text{зоитфин}}(t)$	$b_{\text{зоитдоб}}(t)$	$b_{\text{инэло(-1)}}(t)$	$b_{\text{зоитгуб}}(t)$	$b_t(t)$
2005	21,45667	0,646539	-1,64035	-0,24195	-0,00110	-0,00307	0,423723
2006	21,41165	0,777956	-1,42139	-0,58855	-0,06834	0,049086	0,434593
2007	20,56800	0,858576	-1,28065	-0,66911	-0,10973	0,068122	0,424732
2008	20,28533	0,912001	-1,18183	-0,70538	-0,14816	0,076892	0,423523
2009	19,47836	0,957938	-1,10140	-0,74323	-0,16571	0,085902	0,413405
2010	18,76392	0,985634	-1,05521	-0,76401	-0,17509	0,088334	0,403303
2011	17,93418	1,055197	-0,94043	-0,84808	-0,20260	0,099782	0,395605
2012	16,30486	1,071940	-0,92283	-0,64752	-0,20391	0,080024	0,364012
2013	15,45926	1,076710	-0,93180	-0,89494	-0,19995	0,106381	0,357636
2014	14,02129	1,181677	-0,77636	-0,80565	-0,23113	0,095219	0,314232
2015	11,40294	1,183723	-0,80546	-0,69051	-0,22273	0,089129	0,287797
2016	10,30889	1,175655	-0,86104	-0,81757	-0,20934	0,096412	0,231207
2017	8,153818	1,331449	-0,64743	-0,98779	-0,25021	0,117480	0,201943
2018	4,354042	1,325934	-0,72084	-0,45472	-0,23336	0,062853	0,099974
2019	2,931363	1,311157	-0,82302	-1,03931	-0,21113	0,123194	0,067242
2020	-0,06306	1,533126	-0,53613	-0,83867	-0,26549	0,097579	-0,05501

6. Прогнозирование показателей на перспективу до 2020 г.

В макромоделях сначала прогнозировались на перспективу условно-экзогенные показатели, затем показатели, связанные с ИКТ, и, наконец, показатели экономики России в целом. При прогнозировании показателей максимodelей более высоких уровней использовались прогнозные значения показателей максимodelей более низких уровней. Процесс прогнозирования на перспекти-

ву показателей каждой максимodelи был похож на аналогичный процесс для обычной максимodelи экономики России в целом, описанный в [3]. В каждой обычной максимodelи при вычислении прогнозных значений эндогенных показателей для всех лет применялась одна формула, а в каждой динамической аналогичные формулы зависели от года, как в [4]. Диапазоны изменения показателей в ППП были определены, исходя из информации об их поведении в 2005-2013 гг., без учета кризиса, начавшегося в экономике России в 2014 г.

Ниже представлены некоторые результаты одного варианта прогнозирования на перспективу показателей обеих макромоделей экономики России с учетом влияния ИКТ. Результаты соответствующего варианта для аналогичных макромоделей экономики России без учета влияния ИКТ, включая прогнозы глобально-экзогенных показателей, представлены в [3–5].

В обычной максимодели представляют особый интерес среднегодовые темпы прироста валового внутреннего продукта (6,7%), доходов федерального бюджета (5,0%) и экспорта (4,4%), а также среднее значение индекса промышленного производства в 2013-2020 гг. (105,9%). В динамической максимодели указанные величины составляют, соответственно, 6,3, 4,9, 4,3 и 104,1%. Наибольшие среднегодовые темпы прироста в 2014-2020 гг. среди показателей обеих максимodelей экономики России в целом может иметь ОТП по производству кокса и нефтепродуктов (8,9% в обычной и 10,2% в динамической).

График динамики показателя ЗОИТ в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя обычной максимодели с учетом влияния ИКТ представлен на рис.1. График динамики показателя ЗОВТ в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели с учетом влияния ИКТ представлен на рис.2.



Рис. 1. Динамика полных затрат всех организаций на ИКТ в базовом периоде и их прогноза на перспективу, как показателя обычной максимодели с учетом влияния ИКТ

Графики динамики показателя ВВП в базовом периоде и его прогнозов на перспективу как показателя обычных максимodelей без учета и с учетом влияния ИКТ представлены на рис.3. Аналогичные графики для динамических максимodelей представлены на рис. 4.

В обычных максимоделях без учета и с учетом влияния ИКТ среднегодовые темпы прироста ВВП составляют, соответственно, 5,5 и 6,7%. В динамических максимоделях аналогичные величины

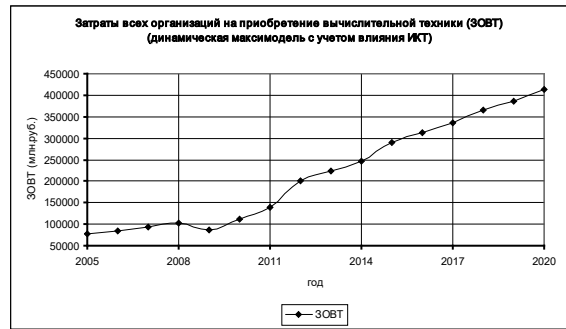


Рис. 2. Динамика затрат всех организаций на приобретение вычислительной техники в базовом периоде и их прогноза на перспективу, как показателя динамической максимодели с учетом влияния ИКТ

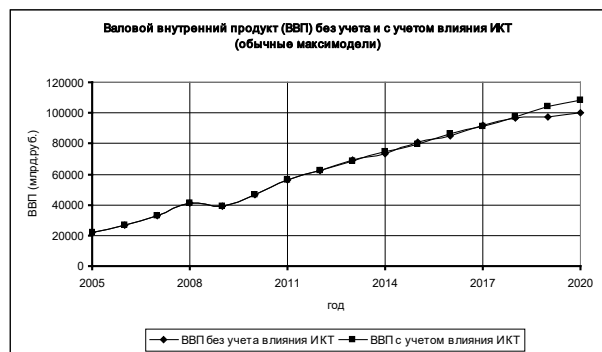


Рис. 3. Динамика валового внутреннего продукта в базовом периоде и его прогноза на перспективу, как показателя обычных максимodelей без учета и с учетом влияния ИКТ



Рис. 4. Динамика валового внутреннего продукта в базовом периоде и его прогноза на перспективу, как показателя динамических максимodelей без учета и с учетом влияния ИКТ

составляют, соответственно, 7,9 и 6,3%. Поэтому прогноз ВВП по обычной максимодели с учетом влияния ИКТ превышает (с 2018 г.) его прогноз по обычной максимодели без такого учета, а для динамических максимodelей наблюдается обратное явление (с 2014 г.).

График динамики показателя ДФБ в базовом периоде и его прогноза на перспективу, как по-

казателя обычной максимодели с учетом влияния ИКТ, представлен на рис. 5. Аналогичный график для показателя ЧЗЭ представлен на рис. 6.



Рис. 5. Динамика доходов федерального бюджета в базовом периоде и их прогноз на перспективу, как показателя обычной максимодели с учетом влияния ИКТ

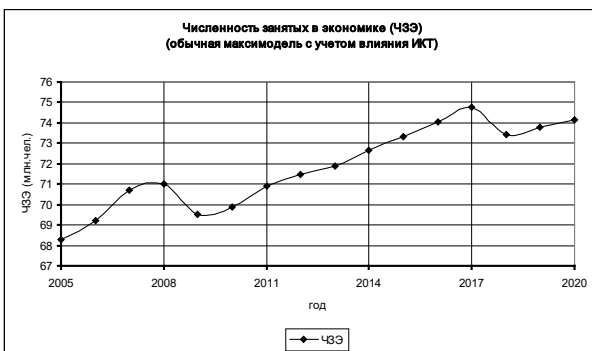


Рис. 6. Динамика численности занятых в экономике в базовом периоде и ее прогноз на перспективу, как показателя обычной максимодели с учетом влияния ИКТ

График динамики показателя ИПШ в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели с учетом влияния ИКТ представлен на рис. 7. Аналогичный график для показателя ИПЦ представлен на рис.8.



Рис. 7. Динамика индекса промышленного производства в базовом периоде и его прогноз на перспективу, как показателя динамической максимодели с учетом влияния ИКТ

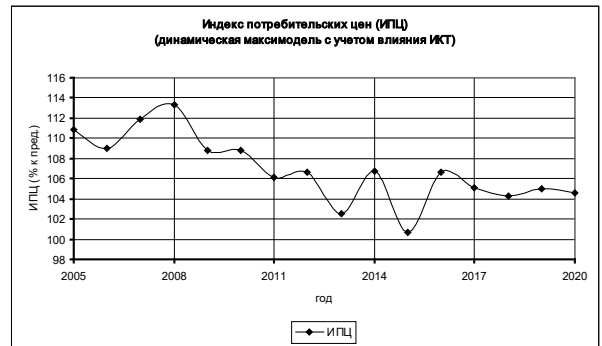


Рис. 8. Динамика индекса потребительских цен в базовом периоде и его прогноз на перспективу, как показателя динамической максимодели с учетом влияния ИКТ

Заключение

В результате исследования сформированы обычная и динамическая макромоделли российской экономики с учетом влияния ИКТ на нее. Поскольку предпочтение для включения в модели показателей экономики России в целом отдавалось факторам-аргументам, связанным с ИКТ, многие зависимости показателей экономики России в целом от других факторов оказались утеряны. Поэтому модели этих показателей, представленные в [3] и [4], вероятно, характеризуют их более полно, чем полученные в настоящем исследовании.

Построенные макромоделли тестированы применительно к краткосрочному прогнозированию экономики страны. Также построены прогнозы показателей макромоделли на перспективу с использованием методики, применявшейся ранее к аналогичным макромоделлям. Выявлено, что прогнозы ряда показателей (например, ИПОБР, СТКРОКР, ВВП, ВЖД) с учетом влияния ИКТ существенно отличны от аналогичных прогнозов без такого учета.

В исследовании использована информация за 2004-2013 гг. и не отражен кризис, начавшийся в экономике России в 2014 г.

Авторы предполагают продолжить работы по моделированию экономики России, используя информацию за 2014-2015 гг., ставшую доступной в 2016 г.

Литература

1. Иванов В.Н., Овсиенко Ю.В., Тихонов А.О., Ясинский Ю.М. Сравнительный анализ институциональной и экономической динамики России и Белоруссии (2000-е годы) // Экономика и математические методы, 2011, т.47, №3. С.3-18.

2. *Скрыпник Д.В.* Макроэкономическая модель российской экономики // Экономика и математические методы, 2016, т.52, №3. С.92-113.
3. *Галин Д.М., Сумарокова И.В.* Макромодель российской экономики с учетом взаимного влияния различных видов экономической деятельности и информационных технологий. // Труды ИСА РАН, 2014, т.64, вып.4. С.39-52.
4. *Галин Д.М., Сумарокова И.В.* Динамическая макромодель российской экономики с учетом информационных технологий // Труды ИСА РАН, 2015, т.65, вып.3. С.27-42.
5. *Галин Д.М., Сумарокова И.В.* Блоки информационных технологий для макромоделей экономики России // Труды ИСА РАН, 2015, т.65, вып.4. С.3-19.
6. www.gks.ru
7. www.cbr.ru
8. *Джонстон Дж.* Эконометрические методы / Пер с англ. М.: Статистика, 1980. 448 с. (Johnston J. Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd, 1972. 448 p.)

Галин Дмитрий Михайлович. Старший научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН. Окончил в 1973 г. МГУ им. М.В. Ломоносова. Кандидат экономических наук. Количество печатных работ: 29. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, моделирование экономической динамики. E-mail: zavelsky@isa.ru.

Сумарокова Ирина Владимировна. Техник 1-й категории ФИЦ ИУ РАН. Окончила в 1984 г. Медицинское училище №1 г. Москвы. Количество печатных работ: 9. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: zavelsky@isa.ru.

Taking information technologies influence on Russian economy into account

Dmitriy M. Galin, Irina V. Sumarokova

Abstract. Constructing macromodels of dynamics of Russian economy with constant and variable coefficients is considered. Indicators of information and communication technologies (for instance, expenses of organizations on these technologies, investments in production of computing machinery facilities etc.) are used in the character of exogenous variables of macromodels. Forecasting of modeled indicators is executed for prospect until 2020 year.

Keywords: *macromodel, maximodel, ordinary and dynamic models of variables, combination of regression equations, forecasting for prospect.*

References

1. *Ivanov V.N., Ovsienko Yu.V., Tikhonov A.O., Yasinsky Yu.M.* Sravnitelnyy analiz institutsionalnoy i ekonomicheskoy dinamiki Rossii i Belorussii (2000-e gody) [Comparative analysis of institutional and economic dynamics in Russia and Belarussia (2000s)]. // *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and mathematical methods], 2011, v.47(3):3-18.
2. *Skripnik D.V.* Makroekonomicheskaya model rossiyskoy ekonomiki [A Macroeconomic model of the Russian economy]. // *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and mathematical methods], 2016, v.52(3):92-113.
3. *Galina D.M., Sumarokova I.V.* Makromodel rossiyskoy ekonomiki s uchyotom vzaimnogo vliyaniya razlichnykh vidov ekonomicheskoy deyatel'nosti i informatsionnykh tekhnologiy [Macromodel of Russian economy with taking mutual influences of various economic activities and information technologies into account]. // *Trudy ISA RAN* [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2014, v.64(4):39-52.
4. *Galina D.M., Sumarokova I.V.* Dinamicheskaya makromodel rossiyskoy ekonomiki s uchyotom informatsionnykh tekhnologiy [Dynamic macromodel of Russian economy with taking information technologies into account]. // *Trudy ISA RAN* [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2015, v.65(3):27-42.
5. *Galina D.M., Sumarokova I.V.* Bloki informatsionnykh tekhnologiy dlya makromodely ekonomiki Rossii [Blocks of information technologies for macromodels of economy of Russia]. // *Trudy ISA RAN* [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2015, v.65(4):3-19.
6. www.gks.ru
7. www.cbr.ru
8. *Johnston J.* Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd, 1972. 448 p.

Galina D. M. Senior research assistant of FRC CSC RAS. Kandidat of economic sciences. Number of printed works: 29. Area of scientific interests: mathematical and instrumental methods of economics, modeling economic dynamics. E-mail: zavelsky@isa.ru.

Sumarokova I.V. Technician of the 1st category of FRC CSC RAS. Number of printed works: 9. Area of scientific interests: mathematical and instrumental methods of economics. E-mail: zavelsky@isa.ru.