

Макромодели экономики города Москвы, включающие блоки информационных технологий

Д.М. Галин, И.В. Сумарокова

Аннотация. Рассматривается формирование макромоделей экономики города Москвы с постоянными и переменными коэффициентами. Каждая макро модель состоит из блока экономики города в целом и блока показателей по информационно-коммуникационным технологиям. Прогнозирование показателей макромоделей производится на перспективу до 2020 г.

Ключевые слова: обычная и динамическая макро модели, максимодель экономики города в целом, максимодель показателей по информационным и коммуникационным технологиям, модели переменных, комбинация уравнений регрессии, прогнозирование на перспективу.

Введение

Город Москва является крупнейшим субъектом Российской Федерации по многим экономическим показателям. Это, например, население, валовой региональный продукт (ВРП), объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг по обрабатывающим производствам, объем платных услуг населению, экспорт, импорт, полные затраты организаций на информационные и коммуникационные технологии (ИКТ).

За период 2005-2013 гг. некоторые ключевые показатели экономики Москвы росли замедленно по сравнению с аналогичными показателями экономики России. Среднегодовой темп прироста ВРП города составил 13,8%, а валового внутреннего продукта (ВВП) России – 15,1%, вследствие чего доля ВРП Москвы в ВВП снизилась с 19,1% до 17,4%. Такую же тенденцию имеют объемы работ по строительству и платных услуг населению, а также полные затраты организаций на ИКТ: среднегодовые темпы прироста этих показателей были равны, соответственно, в Москве 10,8%, 9,8% и 20,1%, а в России – 16,4%, 14,1% и 24,5%. Однако имеются и показатели, которые в городе растут быстрее, чем в России. Это, например, объем экспорта, среднемесячная номинальная зарплата одного работника, численность занятых в экономике: эти показатели возрастали, соответственно, в Москве на 13,3%, 19,3% и 1,9% в среднем в год, а в России – на 10,2%, 17,0% и 0,6% в среднем в год.

В связи с важным значением города в экономике страны актуальной является разработка макроэкономических моделей Москвы, обеспечивающих достаточную точность при краткосрочном прогнозировании экономической динамики города и пригодных для ее долгосрочного прогнозирования. Оба вида прогнозирования важны для корректного пред-

видения последствий воздействия государства на экономику. Кроме того, ввиду быстрого возрастания роли ИКТ в современном мире, в макроэкономических моделях необходим достаточно полный учет экономических показателей по ИКТ в городе. Этой теме посвящено настоящее исследование.

В ходе выполненных ранее исследований авторы разработали макроэкономические модели России, представленные в [1–3], и Центрального федерального округа, представленные в [4]. Настоящее исследование является продолжением упомянутых исследований. Его цель – формирование макроэкономических моделей города Москвы, принципы построения и структура которых – те же, что и для аналогичных моделей Центрального федерального округа.

Далее вместо термина «макроэкономическая модель» используется сокращение «макро модель», а ее составные части называются максимоделями. Ввиду частого употребления термина «объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг», вместо него, где возможно, применяется его сильно сокращенная аббревиатура ОТР (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 модели 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 используется для свободного члена уравнения, так как его можно рассматривать как коэффициент при переменной, тождественно равной единице и далее именуемой «единица»; слагаемое $b_1 t$ может отсутствовать.

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

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

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

Авторы разработали обычную и динамическую макромодели российской экономики. Каждая из них состоит из максимодели экономики России в целом и максимодели показателей по ИКТ, использующей информацию из аналогичной максимодели экономики России в целом. Макромодели были построены с использованием информации, сформированной на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [6] за 2004–2013 гг. Экономические показатели рассматривались в годовом исчислении и прогнозировались на 2013 г. и на перспективу до 2020 г.

Разрабатываемые макромодели экономики регионов России могут иметь ту же структуру, что и аналогичные макромодели экономики страны, и использовать получаемую из них информацию. Однако в макромоделях экономики любого региона количество показателей меньше, чем в макромоделях экономики России. Часть показателей нельзя определить для отдельных регионов (например, кредиты: в одном регионе они могут предоставляться организациям и физическим лицам из других). По ряду показателей информация по регионам в [5] отсутствует (например, по денежным расходам населения, грузообороту транспорта) или недостаточно полно представлена (например, ОТР по различным отраслям производства, выделяемым в составе добычи полезных ископаемых и обрабатывающих производств, даны лишь в процентах от общего объема ОТР по соответствующему виду деятельности). Наконец, информация за любой год по ВРП в [5] становится доступной по прошествии двух полных лет после этого года (например, информация за 2012 г. – в 2015 г.), что не позволяет использовать ВРП в макромоделях экономики регионов наравне с другими показателями.

Настоящее исследование выполнялось в конце 2015 г. и в начале 2016 г. В нем, как и в [4], не

удалось использовать информацию по ВРП, так как для построения макромоделей, согласованных с макромоделями экономики России, требовалась информация по всем показателям за 2013 г., а по ВРП такая информация стала доступной только в начале 2016 г., уже после выполнения всех работ по обычной макромодели и значительного объема работ – по динамической.

1. Обозначения, используемые в макромоделях экономики города

В настоящем исследовании используется информация, сформированная на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [6] за 2004–2013 гг. Этот период можно условно разделить на три периода: предбазовый (2004 г.), базовый (2005–2012 гг.) и прогнозный (2013 г.). Они необходимы, соответственно, для учета лаговых значений показателей, для моделирования зависимостей между показателями и для оценки качества моделей показателей по результатам их прогнозирования. Используются также расчетный период (2005–2013 гг.) и период прогнозирования на перспективу (2013–2020 гг.), 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 города в целом обозначаются так:
 ИНОК – инвестиции в основной капитал;
 ОТРДОБ, ОТРОБР и ОТРЭГВ – ОТР 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;
 ООП – оборот общественного питания;
 ОПУ – объем платных услуг населению;
 ООТ и ООТО – оборот оптовой торговли (полный и лишь организаций оптовой торговли);
 ДБС – доходы бюджета субъекта федерации;
 НСПФЕД и НСПСУБ – налоги, сборы и иные обязательные платежи в бюджетах (федеральном и субъекта федерации);
 НПОСУБ – налог на прибыль организаций в бюджете субъекта федерации;
 РПРУБО – разность (сальдо) прибылей и убытков организаций;
 КЗО и ДЗО – кредиторская и дебиторская задолженность организаций;

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;
 ВЖД – ввод в действие жилых домов;
 ОТЭКСИМ – отношение экспорта к импорту;
 ИПП – индекс промышленного производства;
 ИПОБР и ИПЭГВ – индексы производства по обрабатывающим производствам и по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;
 ИЦПТ – индекс цен производителей промышленных товаров;
 ИЦСП – сводный индекс цен строительной продукции;
 ИТГП – индекс тарифов на грузовые перевозки;
 ИПЦ – индекс потребительских цен.

Эндогенные переменные максимodelей показателей по ИКТ в городе обозначаются так:

ЗОИТ – полные затраты организаций на ИКТ;
 ЗОВТ – затраты организаций на приобретение вычислительной техники;
 ЗОУС – затраты организаций на оплату услуг связи;
 ПКР – общее число персональных компьютеров в организациях на 100 работников;
 ПКРИ – число персональных компьютеров с доступом к Интернету в организациях на 100 работников;
 ПКД – число персональных компьютеров в домохозяйствах на 100 домохозяйств;
 АУССЧ – число абонентских устройств сотовой связи на 1000 человек.

Экзогенными переменными максимodelей показателей по ИКТ в городе, получаемыми в результате расчетов по аналогичным максимodelям экономики города в целом, могут быть эндогенные переменные последних, являющиеся факторами-аргументами моделей эндогенных переменных максимodelей показателей по ИКТ в городе.

Имеются две группы показателей, являющихся экзогенными переменными всех максимodelей и далее называемых глобально-экзогенными. В первую группу входят следующие показатели, являющиеся эндогенными переменными максимodelей экономики России:

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

Во вторую группу входят следующие показатели, являющиеся глобально-экзогенными переменными макромodelей экономики России в целом и любого региона:

МЦНЕФЮ и МЦГАЗ – мировые цены нефти Юралс и природного газа (среднегодовые);
 УЦЗОЛ – учетная цена золота (среднегодовая);
 СТРЕФ – ставка рефинансирования Банка России.

2. Методика и процесс построения макромodelей экономики города

Для построения макромodelей использовалась та же методика, что и для формирования макромodelей экономики России, подробно описанная в [1–3]. Для формирования максимodelей экономики города в целом как системы одновременных уравнений, связывающих эндогенные и экзогенные переменные, применялся подход, описанный в [7], при котором параметры зависимостей одних эндогенных переменных от других и от predeterminedных (экзогенных, включая «единицу» и t , и эндогенных с лаговыми значениями) оцениваются двухшаговым методом наименьших квадратов (МНК). Принципы его применения описаны в [1].

Для формирования моделей переменных с большим количеством аргументов применялась разработанная авторами методика для построения уравнения вида (1) как комбинации нескольких уравнений регрессии. Принципы ее применения описаны в [1]. По этой же методике можно строить и уравнения моделей зависимостей факторов только от функций времени $g_j(t)$ из заданного множества G , описанного в [1, 2], представимые 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, $G_z \subset G$.

Для построения динамических максимodelей использовались определенные в [2] базовые интервалы с соответствующими прогнозными годами и «веса точек в интервалах», определенные для каждой точки базового периода и каждого базового интервала.

Процессы формирования максимodelей были сходны с аналогичными процессами для макромodelей экономики России, подробно описанными в [1, 2].

Далее уравнение регрессии считается статистически значимым, если все его коэффициенты статистически значимы, а система таких уравнений для интервалов считается статистически значимой, если все они статистически значимы. Кро-

ме того, предполагается, что уравнения моделей зависимостей всех факторов от времени имеют вид (3), а процессы формирования этих моделей происходят подобно аналогичным процессам для таких же факторов максимodelей экономики России в целом, описанным в [1, 2].

Процесс построения макромodelей экономики города начинался с формирования моделей зависимостей эндогенных переменных максимodelей экономики города в целом от времени в базовом периоде. Фактически при этом выполнялся первый шаг двухшагового МНК, поскольку любое уравнение вида (3) выражает зависимость фактора-функции $Z(t)$ от двух предопределенных переменных («единицы» и t). Расчетные значения эндогенных переменных использовались при построении моделей их зависимостей от других факторов и времени в базовом периоде.

В максимodelях показателей по ИКТ в городе, ввиду отсутствия взаимозависимости эндогенных переменных, вместо двухшагового использовался обыкновенный МНК. Поэтому модели зависимостей таких переменных от времени не строились.

Затем формировались модели зависимостей эндогенных переменных максимodelей от других факторов и времени в базовом периоде. В этих моделях факторы, измеряемые в процентах, участвовали в натуральной форме, а остальные – в логарифмической. В любой модели было желательным присутствие аргумента t и хотя бы одного фактора-аргумента, отличного от стандартных – курсов валют, их отношения и мировых цен.

Уравнение обычной модели переменной строилось в виде (1) как комбинация статистически значимых уравнений регрессии. Любое из них формировалось за несколько шагов, на каждом из которых в модель включался один фактор-аргумент (вместе с ним мог включаться и аргумент t), и должно было быть статистически значимым, начиная с некоторого шага построения.

На каждом шаге построения уравнения формировался набор вспомогательных уравнений, каждое из которых получалось путем включения в модель одного фактора-аргумента. Для любого такого уравнения вычислялись прогнозное значение фактора-функции и модуль его относительно 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 количества статистически значимых коэффициентов (при отсутствии статистически значимых уравнений).

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 формирование очередного уравнения. Модель признавалась окончательной, если очередное уравнение не удавалось построить. По модели вычислялись расчетные значения переменной в базовом периоде и прогнозное – в прогнозном.

Динамическая модель переменной строилась в четыре этапа. На первом этапе формировалась система ее обычных моделей для базовых интервалов. Этот процесс проходил аналогично процессу построения уравнения обычной модели переменной, но с учетом различий между одним уравнением и системой уравнений. Фактически формировались 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 детерминации 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 [2].

После построения моделей эндогенных переменных формировались 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 [1]. С учетом расчетных значений остаточных членов пересчитывались расчетные и прогнозные значения переменных.

Затем выполнялись операции для получения формул, выражающих эндогенные переменные максимодели через predetermined и расчетные значения остаточных членов моделей эндогенных, которые необходимы для тестирования максимодели посредством 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 [1]), 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 экономики города Москвы. В состав каждой из них входят максимодель экономики города в целом и максимодель показателей по ИКТ в городе.

3. Обычная макромодель экономики Москвы

Обычная максимодель экономики города в целом представляет собой следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \ln \text{ИНОК}(t) &= 25,51756 - 2,40285 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,00951 \ln \text{ПЭГВ}(t) - 0,02865 \ln \text{ИЦПТ}(t) - \\ &- 1,85732 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,03888 \ln \text{ИЦСП}(t) - 0,01723 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) + \\ &+ 0,028555 \ln \text{НСПФЕД}(t) + 0,071638 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,007836 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\ &+ 0,078644 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,0014 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,000034 \ln \text{ИТГП}(t) - 0,0000067 \ln \text{ИПОБР}(t) + \\ &+ 0,363604t; \\ \ln \text{ОТРДОБ}(t) &= -153,725 + 9,741837 \ln \text{КЗО}(t) + 1,861523 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 1,67811 \ln \text{НЗР}(t) + \\ &+ 4,874936 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,041844 \ln \text{ИПЦ}(t) - 0,27171 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 1,36471t; \\ \ln \text{ОТРОБР}(t) &= 12,03776 + 1,040712 \ln \text{ЭК}(t) + 0,773023 \ln \text{ППР}(t) - 0,58541 \ln \text{ОРС}(t) + \\ &+ 0,003069 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,194456 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,039067 \ln \text{НЗР}(t) - 0,01005 \ln \text{ИМ}(t-1) - \\ &- 0,70405 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,154 \ln \text{КЗО}(t) + 0,002566 \ln \text{ИЦСП}(t) + 0,042451 \ln \text{ДЗО}(t) - \\ &- 0,02265 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00124 \ln \text{ЭК}(t-1) + 0,0000443 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,000232 \ln \text{ИПЦ}(t) - \\ &- 0,00147 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,001541 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,084302t; \\ \ln \text{ОТРЭГВ}(t) &= 7,659181 + 0,010532 \ln \text{ИЦПТ}(t) + 0,791733 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,62231 \ln \text{ИНОК}(t) + \\ &+ 0,372273 \ln \text{ЭК}(t-1) + 0,782151 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,271262 \ln \text{НЗР}(t) - 0,03445 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - \\ &- 0,00222 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,101359 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,023037 \ln \text{ИНОК}(t-1) + 0,001026 \ln \text{ИПЦ}(t) - \\ &- 0,01953 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,01144 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,00304 \ln \text{ИМ}(t-1) + 0,032502 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\ &+ 0,006419 \ln \text{ППР}(t) - 0,0022 \ln \text{ОРС}(t) + 0,085459t; \\ \ln \text{ОРС}(t) &= 5,354282 - 0,93891 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,348585 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,043258 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,0802t; \\ \ln \text{ОРТ}(t) &= 11,86633 + 0,155208 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,026389 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,190452 \ln \text{ПРД}(t) - \\ &- 0,03792 \ln \text{ООТ}(t) + 0,087505t; \\ \ln \text{ООП}(t) &= 11,00723 + 0,156214 \ln \text{ИМ}(t-1) - 0,64135 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,05965 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,08462t; \\ \ln \text{ОПУ}(t) &= 3,628493 - 0,65287 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,34139 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,170205 \ln \text{НЗР}(t) - \\ &- 0,21653 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,07326 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) - 0,01891 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,663156 \ln \text{ПРД}(t) - 0,03166t; \\ \ln \text{ООТ}(t) &= 6,674402 + 0,70484 \ln \text{ИМ}(t) + 0,109191 \ln \text{ИМ}(t-1) - 0,02706 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\ &+ 0,097079 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,999022 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,01948 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - \\ &- 0,01513 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,03462t; \\ \ln \text{ООТО}(t) &= 6,814731 - 0,40187 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,296646 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,404947 \ln \text{ИМ}(t-1) - \\ &- 0,50626 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,44892 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,12244 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + \\ &+ 1,510518 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,34151 \ln \text{ЭК}(t-1) + 0,00145 \ln \text{ИПОБР}(t) + 0,002163 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + \\ &+ 0,008808t; \\ \ln \text{ДБС}(t) &= -54,4723 + 0,396977 \ln \text{НСПСУБ}(t) + 4,582365 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,00443 \ln \text{ИПП}(t) - 0,4747t; \\ \ln \text{НСПФЕД}(t) &= -39,8919 + 3,955306 \ln \text{ООТ}(t) - 1,86882 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,659134 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,34117t; \\ \ln \text{НСПСУБ}(t) &= 5,75229 + 0,614307 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 0,0032 \ln \text{ИПОБР}(t) - 0,2811 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,05291t; \\ \ln \text{НПОСУБ}(t) &= -27,7779 + 2,480738 \ln \text{ООТ}(t) + 0,021589 \ln \text{ИЦПТ}(t) - 0,21674t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{РПРУБО}(t) &= 55,52175 - 0,05032 \text{ИЦПТ}(t) - 2,44663 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) - 3,6847 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\ &+ 0,792081 \ln \text{ЭКС}(t-1) - 0,41321 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,10688 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 0,068709 \ln \text{НСПФЕД}(t) - \\ &- 0,07296 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,29611 \ln \text{ИМ}(t-1) - 0,27549 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,604709 \ln \text{ОТО}(t) - \\ &- 0,45695 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 0,58145 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,003661 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,000063 \text{ИЦСП}(t) - \\ &- 0,000074 \text{ИТГП}(t) + 0,012116 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,013782 \ln \text{КЗО}(t) + 0,009786 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ &- 0,00105 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + 0,252079t; \\ \ln \text{КЗО}(t) &= 7,402844 - 0,43694 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,463702 \ln \text{ОРС}(t) + 0,005708 \text{ИЦПТ}(t) - \\ &- 0,00399 \text{ИЦСП}(t) + 0,169461t; \\ \ln \text{ДЗО}(t) &= 9,567819 - 1,49122 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,378118 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,08392 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,12408t; \\ \ln \text{ЭКС}(t) &= 20,0929 - 0,77802 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 1,85145 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,01046 \text{ИЦПТ}(t) - \\ &- 0,00131 \text{ИПОБР}(t) + 0,067271 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,144342t; \\ \ln \text{ИМ}(t) &= -14,97 + 1,838931 \ln \text{ООТ}(t) - 0,82588 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,06273t; \\ \ln \text{НЗР}(t) &= 7,014578 - 0,63079 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,120688 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,206755 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ &- 0,07075 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,22791 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,588093 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,307872 \ln \text{ОРС}(t) - \\ &- 0,77155 \ln \text{ООП}(t) - 0,6643 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,280927 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,776604 \ln \text{ОПУ}(t) - \\ &- 0,23291 \ln \text{ООТ}(t) + 0,000868 \text{ИПОБР}(t) - 0,02118 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + 0,128446t; \\ \ln \text{ДДД}(t) &= 38,09868 - 3,42747 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,071734 \ln \text{РПРУБО}(t) + 0,152904t; \\ \ln \text{ПРД}(t) &= 3,421581 + 0,229483 \ln \text{ООП}(t) - 0,1115 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,136526 \ln \text{ДДД}(t) + \\ &+ 0,009626 \text{ИПЦ}(t) - 0,15372 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00612 \ln \text{ВЖД}(t) + 0,006996 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\ &- 0,00128 \ln \text{ОТРДОБ}(t) + 0,00507 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,000769 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,000329 \text{ИПОБР}(t) + \\ &+ 0,152969 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,06246 \ln \text{ОПУ}(t) - 0,03955 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,04834 \ln \text{ОТО}(t) + 0,056147t; \\ \ln \text{ЧЗЭ}(t) &= 9,36732 + 0,001747 \text{ИПОБР}(t) + 0,000798 \text{ИЦСП}(t) - 0,07165 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - \\ &- 0,06604 \ln \text{ПРД}(t) - 0,14523 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,01674 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,041393t; \\ \ln \text{ЧБР}(t) &= -238,042 + 6,865253 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 3,498342 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 18,67879 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ &+ 6,014864 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 2,320754 \ln \text{РПРУБО}(t-1) + 1,676603 \ln \text{ПРД}(t) - 0,02121 \text{ИТГП}(t) + \\ &+ 0,312956 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,238335 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,231291 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &+ 0,002777 \text{ИЦСП}(t) + 0,033623 \ln \text{РПРУБО}(t) - 2,18155t; \\ \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) &= 38,36459 - 2,76937 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,017856 \text{ИЦПТ}(t) + 0,331289t; \\ \ln \text{ПРД}(t) &= 9,284 - 0,01568 \text{ИПП}(t) - 0,60684 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,03864t; \\ \ln \text{ВЖД}(t) &= 14,40115 - 0,03582 \text{ИПЭГВ}(t) + 2,334573 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,02417 \text{ИЦПТ}(t) + \\ &+ 0,694518 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,61782 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,008859 \text{ИТГП}(t) - 0,36964 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 0,12141t; \\ \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) &= \ln \text{ЭКС}(t) - \ln \text{ИМ}(t); \\ \text{ИПП}(t) &= 398,6336 - 84,493 \ln \text{ПРД}(t) - 5,51798 \ln \text{НСПФЕД}(t) + 0,850213 \text{ИЦПТ}(t) + \\ &+ 16,84746 \ln \text{ИНОК}(t) - 1,76039 \ln \text{РПРУБО}(t) - 4,28696 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,18084 \text{СТРЕФ}(t) - \\ &- 0,31762 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) - 0,9768 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,123535 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &+ 0,0000908 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,00036 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,001908 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,00000163 \text{ИЦСП}(t) + \\ &+ 0,0000174 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 0,0000045 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 0,0000264 \ln \text{ООП}(t) - \\ &- 0,0000033 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,0000255 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,0000075 \ln \text{ОПУ}(t) - 3,16417t; \\ \text{ИПОБР}(t) &= 329,3315 - 58,6903 \ln \text{ПРД}(t) + 13,88039 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 13,9558 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + \\ &+ 0,75937 \text{ИПЦ}(t) + 22,11603 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 5,907949 \ln \text{НЗР}(t) + 4,362753 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\ &- 0,03431 \text{ИПЭГВ}(t) - 2,74545 \ln \text{ООП}(t) + 0,146899 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,04246 \ln \text{ОРТ}(t) + \\ &+ 0,005213 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 0,00569 \ln \text{НСПФЕД}(t) - 0,02957 \ln \text{КЗО}(t) + 0,005316 \ln \text{ДЗО}(t) + \\ &+ 0,00021 \text{СТРЕФ}(t) + 0,0000118 \text{ИЦСП}(t) - 0,00065 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) - 0,00222 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\ &+ 0,001359 \ln \text{ОТРОБР}(t) + 0,000000673 \text{ИТГП}(t) + 0,0000095 \ln \text{РПРУБО}(t) - \\ &- 0,00000018 \text{ИЦПТ}(t) - 0,0000091 \ln \text{ООТ}(t) + 0,00000272 \ln \text{ИНОК}(t) - 2,46221t; \\ \text{ИПЭГВ}(t) &= 134,9665 - 8,92401 \ln \text{ОТРДОБ}(t) - 11,3753 \ln \text{ВЖД}(t) + 1,488966 \text{ИПЦ}(t) - \\ &- 4,5857 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 7,38165 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 3,336031t; \\ \text{ИЦПТ}(t) &= 273,8616 - 47,0864 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 20,1276 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,139314 \text{ИПОБР}(t) + \\ &+ 11,75128 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,361348 \text{СТРЕФ}(t) - 0,44344 \text{ИЦСП}(t) - 21,3824 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ &- 12,6274 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 2,49149t; \\ \text{ИЦСП}(t) &= -91,0287 - 1,56612 \text{СТРЕФ}(t) + 13,40454 \ln \text{ИНОК}(t) + 19,77055 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 5,74405t; \\ \text{ИТГП}(t) &= -51,8339 - 17,6231 \ln \text{РПРУБО}(t) + 0,557723 \text{ИЦПТ}(t) - 34,8027 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ &- 17,737 \ln \text{НЗР}(t) + 14,51306 \ln \text{ООТ}(t) - 6,00651 \ln \text{ОРС}(t) - 3,11283 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &+ 22,34877 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,18244 \text{ИЦСП}(t) + 5,295546 \ln \text{ОТРОБР}(t) - 0,18953 \text{СТРЕФ}(t) + 0,588639t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\Pi(t) = & -490,487-13,0691\ln\text{ОТКУРДЕ}(t)-1,52701\ln\text{РПРУБО}(t)+124,9596\ln\text{ПРД}(t)- \\ & -7,2014\ln\text{ОТРОБР}(t)-21,5933\ln\text{ООП}(t)-24,0791\ln\text{НЗР}(t)+2,695278\ln\text{ЧБРРЕГ}(t)+ \\ & +0,001223\ln\text{ИЦПТ}(t)+0,000866\ln\text{ИТГП}(t)-0,05079\ln\text{МЦГАЗ}(t)+0,032586\ln\text{ИМ}(t)+ \\ & +0,095769\ln\text{ОПУ}(t)+0,315378\ln\text{МЦНЕФЮ}(t)-1,22656\ln\text{ОРТ}(t)-0,18687\ln\text{ЭКС}(t)+ \\ & +0,001873\text{СТРЕФ}(t)-5,56832t. \end{aligned}$$

Обычная максимодель показателей по ИКТ в городе представляет собой следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОИТ}(t) = & -41,1271+1,007064\ln\text{КУРДОЛ}(t)-0,14406\ln\text{РПРУБО}(t)+5,117557\ln\text{ЧЗЭ}(t)+ \\ & +1,625662\ln\text{КУРЕВР}(t)+0,097355\ln\text{НПОСУБ}(t)+0,113136\ln\text{ИНОК}(t)-0,16189\ln\text{ДЗО}(t)+ \\ & +0,066979t; \\ \ln\text{ЗОВТ}(t) = & 26,22257-1,3889\ln\text{ДЗО}(t)+0,559316\ln\text{МЦНЕФЮ}(t)+0,357064t; \\ \ln\text{ЗОУС}(t) = & 7,151882+1,87735\ln\text{КУРЕВР}(t)-0,35744\ln\text{КЗО}(t)+0,195912t; \\ \ln\text{ПКР}(t) = & 4,404479-0,02648\ln\text{РПРУБО}(t)-0,14955\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,063685t; \\ \ln\text{ПКРИ}(t) = & 10,17174+0,16592\ln\text{НПОСУБ}(t)-1,1232\ln\text{ЧЗЭ}(t)+0,120496t; \\ \ln\text{ПКД}(t) = & 129,6331-7,60023\ln\text{КУРДОЛ}(t)-2,73532\ln\text{МЦНЕФЮ}(t)-2,50282\ln\text{ПРР}(t)- \\ & -9,69613\ln\text{ЧЗЭ}(t)-0,38542\ln\text{НЗР}(t)+0,684597\ln\text{ПРД}(t)+0,748064t; \\ \ln\text{АУССЧ}(t) = & 3,525839-0,43561\ln\text{ОТКУРДЕ}(t)+0,286335\ln\text{ДДД}(t)+0,089466\ln\text{МЦГАЗ}(t)+ \\ & +0,02206\ln\text{ЧБРРЕГ}(t)-0,03952\ln\text{МЦНЕФЮ}(t)-0,00036\ln\text{ИЦПТ}(t)+0,055623t. \end{aligned}$$

4. Динамическая макромодель экономики Москвы

Обе максимодели, входящие в динамическую макромодель, представлены с коэффициентами, соответствующими 2010 г. В любом другом году они имеют аналогичный вид (с заменой коэффициентов уравнений).

В 2010 г. динамическая максимодель экономики города в целом имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln\text{ИНОК}(t) = & 17,80812-0,02539\ln\text{ПЭГВ}(t)-0,02214\ln\text{ИЦПТ}(t)+0,082042t; \\ \ln\text{ОТРДОБ}(t) = & 13,78477-2,31232\ln\text{ОТЭКСИМ}(t)+0,827578\ln\text{ЭКС}(t-1)-1,51533\ln\text{ПРР}(t)+ \\ & +0,001153\ln\text{ИЦПТ}(t)-0,06353\ln\text{НЗР}(t)-0,12262\ln\text{ЧЗЭ}(t)-0,00336t; \\ \ln\text{ОТРОБР}(t) = & 35,43241-1,60797\ln\text{КУРДОЛ}(t)-2,1305\ln\text{ЧЗЭ}(t)+0,096472\ln\text{ОТРДОБ}(t)+ \\ & +0,177969t; \\ \ln\text{ОТРЭГВ}(t) = & -44,0909+6,032344\ln\text{ЧЗЭ}(t)+1,410227\ln\text{КУРЕВР}(t)-0,06956\ln\text{ИНОК}(t); \\ \ln\text{ОРС}(t) = & 30,46513-1,45277\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,048373\ln\text{ИЦПТ}(t)-2,22356\ln\text{ЧЗЭ}(t)+0,185704t; \\ \ln\text{ОРТ}(t) = & 14,47312+0,133423\ln\text{МЦНЕФЮ}(t)+0,013488\ln\text{ЧБР}(t)-0,01391\ln\text{ЭКС}(t-1)- \\ & -0,00688\ln\text{ОТРЭГВ}(t)+0,010246\ln\text{НЗР}(t)-0,00658\ln\text{ОТЭКСИМ}(t)+0,002065\ln\text{ИЦПТ}(t)- \\ & -0,01876\ln\text{КУРДОЛ}(t)-0,14182\ln\text{ПРД}(t)+0,126405t; \\ \ln\text{ООП}(t) = & 10,77803+0,145234\ln\text{ИМ}(t-1)-0,49037\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,04005\ln\text{ЧБР}(t)- \\ & -0,000077\ln\text{ИЦПТ}(t)+0,080518t; \\ \ln\text{ОПУ}(t) = & 15,04801-0,47977\ln\text{КУРДОЛ}(t)-0,0031\ln\text{ПОБР}(t)-0,01704\ln\text{ЧБР}(t)+0,075538t; \\ \ln\text{ООТ}(t) = & 10,12381+0,269\ln\text{МЦГАЗ}(t)-0,00766\ln\text{ПЭГВ}(t)+0,078455\ln\text{ИМ}(t)-0,00121\ln\text{ИЦПТ}(t)+ \\ & +0,255531\ln\text{ОРТ}(t)+0,067591\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,066508t; \\ \ln\text{ООТО}(t) = & 7,377336+0,420737\ln\text{ИМ}(t)+0,304259\ln\text{ИМ}(t-1)+0,056457t; \\ \ln\text{ДБС}(t) = & 7,414295+0,394566\ln\text{ИМ}(t)+0,274477\ln\text{МЦГАЗ}(t)+0,048314t; \\ \ln\text{НСПФЕД}(t) = & 27,66302-3,02119\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,394889\ln\text{РПРУБО}(t)-0,95378\ln\text{ОТРЭГВ}(t)+ \\ & +0,271014t; \\ \ln\text{НСПСУБ}(t) = & 3,361139+0,648691\ln\text{НПОСУБ}(t)-0,00355\ln\text{ПОБР}(t)-0,1051\ln\text{РПРУБО}(t)+ \\ & +0,003729\ln\text{ИЦПТ}(t)-0,00595\ln\text{ИТГП}(t)+0,253061\ln\text{ОПУ}(t)+0,053577t; \\ \ln\text{НПОСУБ}(t) = & 20,15361-3,95463\ln\text{КУРДОЛ}(t)+0,262891\ln\text{РПРУБО}(t)+0,139336\ln\text{ИМ}(t-1)+ \\ & +0,096713t; \\ \ln\text{РПРУБО}(t) = & 30,81614-1,96728\ln\text{НСПФЕД}(t-1)+1,024119\ln\text{ИМ}(t-1)-6,47598\ln\text{ОТЭКСИМ}(t)+ \\ & +0,100729\ln\text{ОТРЭГВ}(t)+0,134173\ln\text{ООТ}(t)+0,139026\ln\text{КУРДОЛ}(t)-0,00977\ln\text{ДЗО}(t)+ \\ & +0,096955\ln\text{ОРС}(t)-0,39373\ln\text{ОПУ}(t)+0,153989t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \ln K3O(t) &= 13,19032 - 0,92465 \ln OTKURDE(t) + 0,00037 \ln ИЦПТ(t) + 0,001746 \ln ИПЭГВ(t) - \\
 &\quad - 0,02215 \ln МЦНЕФЮ(t) + 0,181262t; \\
 \ln Д3O(t) &= 11,63385 - 1,64548 \ln OTKURDE(t) - 0,00468 \ln ИТГП(t) + 0,211338 \ln ОTRЭГВ(t) + 0,14197t; \\
 \ln ЭКС(t) &= 20,13645 - 1,8929 \ln КУРДОЛ(t) - 0,01134 \ln ИЦПТ(t) - 0,54549 \ln КУРЕВР(t) + \\
 &\quad + 0,000425 \ln ИПЭГВ(t) - 0,00431 \ln УЦЗОЛ(t) - 0,00011 \ln МЦГАЗ(t) + 0,153433t; \\
 \ln ИМ(t) &= 19,14814 - 2,39196 \ln КУРДОЛ(t) + 0,408616 \ln ООТО(t) - 0,28599 \ln ОTRЭГВ(t) + \\
 &\quad + 0,002103 \ln ИПОБР(t) - 0,04709 \ln МЦНЕФЮ(t) - 0,13784 \ln УЦЗОЛ(t) - 0,63176 \ln ОРТ(t) - \\
 &\quad - 0,11737 \ln КУРЕВР(t) + 0,005978 \ln ИЩ(t) - 0,08027 \ln МЦГАЗ(t) + 0,557931 \ln ПРД(t) + \\
 &\quad + 0,042158 \ln ОTRДОБ(t) + 0,252278t; \\
 \ln НЗР(t) &= 11,78223 - 0,14148 \ln ОTRДОБ(t) - 0,07104 \ln РПРУБО(t) + 0,173591t; \\
 \ln ДДД(t) &= 29,55343 - 2,92894 \ln ЧЗЭ(t) + 0,069978 \ln РПРУБО(t) + 0,502353 \ln НЗР(t) + \\
 &\quad + 0,541242 \ln OTKURDE(t) + 0,058765t; \\
 \ln ПРД(t) &= 5,339853 + 0,112855 \ln ОРС(t) + 0,278596 \ln НЗР(t) + 0,033623 \ln ВЖД(t) - \\
 &\quad - 0,01512 \ln КУРЕВР(t) - 0,00349 \ln ОТРОБР(t) + 0,000739 \ln ЧБР(t) - 0,00239 \ln ОTRДОБ(t) - \\
 &\quad - 0,00376 \ln КУРДОЛ(t) - 0,00074 \ln МЦГАЗ(t) + 0,047318t; \\
 \ln ЧЗЭ(t) &= 10,87921 - 0,26459 \ln ПРП(t) + 0,027122 \ln ОTRДОБ(t) - 0,11656 \ln ОTRЭГВ(t) + \\
 &\quad + 0,005179 \ln ОТРОБР(t) + 0,031013t; \\
 \ln ЧБР(t) &= 15,1295 - 0,86354 \ln РПРУБО(t-1) + 0,181858t; \\
 \ln ЧБРРЕГ(t) &= 49,47116 - 3,48067 \ln ОТРОБР(t) - 0,66807 \ln OTKURDE(t) + 0,395445t; \\
 \ln ПРП(t) &= 6,693177 - 0,01099 \ln ИПП(t) - 0,05137t; \\
 \ln ВЖД(t) &= 6,103731 + 1,021391 \ln ОTRДОБ(t) - 0,24611 \ln ОTRЭГВ(t) - 0,01302 \ln ИПОБР(t) - \\
 &\quad - 0,67514 \ln ИНОК(t-1) - 0,26346t; \\
 \ln ОТЭКСИМ(t) &= \ln ЭКС(t) - \ln ИМ(t); \\
 ИПП(t) &= -2896,12 + 365,8063 \ln ЧЗЭ(t) - 9,1499 \ln НСПФЕД(t-1) - 9,78044t; \\
 ИПОБР(t) &= -1935,38 + 272,3216 \ln ЧЗЭ(t) - 29,5264 \ln ИНОК(t-1) + 15,74645 \ln НЗР(t) + \\
 &\quad + 10,63433 \ln OTKURDE(t) - 9,24863t; \\
 ИПЭГВ(t) &= 472,7639 - 34,0144 \ln НСПСУБ(t) - 8,75293 \ln РПРУБО(t) - 3,00188 \ln СТРЕФ(t) - \\
 &\quad - 6,02796 \ln ОTRЭГВ(t) + 31,07175 \ln ЧЗЭ(t) - 4,91262 \ln МЦНЕФЮ(t) + 2,922142 \ln ОРС(t) + \\
 &\quad + 4,161955t; \\
 ИЦПТ(t) &= 159,9339 - 5,00903 \ln СТРЕФ(t) - 0,33574 \ln ИПОБР(t) + 6,233849 \ln РПРУБО(t) - 6,5101t; \\
 ИЦСП(t) &= -55,9849 + 15,47195 \ln ИНОК(t) - 1,78535 \ln СТРЕФ(t) + 18,38611 \ln МЦНЕФЮ(t) - \\
 &\quad - 6,4149 \ln НЗР(t) - 4,3214 \ln OTKURDE(t) + 0,019196 \ln ИЦПТ(t) - 4,8629t; \\
 ИТГП(t) &= -4165,56 + 323,4232 \ln ОРТ(t) - 0,47067 \ln ИПП(t) - 11,7412 \ln НЗР(t) - 36,3201t; \\
 ИЩ(t) &= 186,4336 - 3,16407 \ln РПРУБО(t) - 18,7527 \ln ОТЭКСИМ(t) - 6,13628 \ln ОТРОБР(t) + \\
 &\quad + 10,78419 \ln ДДД(t) - 12,6401 \ln КУРЕВР(t) - 0,06471 \ln ИЦПТ(t) - 0,55195t.
 \end{aligned}$$

В 2010 г. динамическая максимодель показателей по ИКТ в городе имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \ln 3OИТ(t) &= -39,7728 + 5,665507 \ln ЧЗЭ(t) + 2,797995 \ln КУРЕВР(t) + 0,247551 \ln МЦГАЗ(t) - \\
 &\quad - 0,65593 \ln Д3O(t) - 0,04062 \ln РПРУБО(t) + 0,11497t; \\
 \ln 3OВТ(t) &= -45,2076 + 6,332482 \ln ЧЗЭ(t) + 0,722839 \ln КУРЕВР(t) - 0,16838 \ln РПРУБО(t); \\
 \ln 3OУС(t) &= 24,18903 + 1,617201 \ln КУРДОЛ(t) - 2,55872 \ln ЧЗЭ(t) + 0,250552 \ln МЦГАЗ(t) + 0,177084t; \\
 \ln ПКР(t) &= 3,365034 + 0,050749 \ln НПОСУБ(t) - 0,03093 \ln РПРУБО(t) + 0,05761t; \\
 \ln ПКРИ(t) &= -23,0377 + 2,327159 \ln ЧЗЭ(t) + 0,834969 \ln КУРЕВР(t) + 0,255687 \ln ИНОК(t); \\
 \ln ПКД(t) &= -79,9865 + 7,963853 \ln ЧЗЭ(t) + 1,697014 \ln ДДД(t) - 0,06143 \ln ПРД(t) - 0,24688t; \\
 \ln АУССЧ(t) &= 11,66345 - 0,72208 \ln ЧЗЭ(t) - 0,42865 \ln OTKURDE(t) + 0,130698 \ln ДДД(t) + 0,085564t.
 \end{aligned}$$

5. Результаты динамического моделирования одного показателя по ИКТ в городе

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

$$b_1(t) = -42,211 + 0,002475t^3 + 0,002784t^2 \times \cos((2\pi/3)t) - 12,6161 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 4,492797 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{чзэ}(t) = 5,34327 + 0,0000222(t+1)^4 - 2,11744 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 0,000414t^2 \times \cos((2\pi/3)t) + 0,772564 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{кврввр}(t) = 2,677743 + 0,012232t + 0,174872 \sin((2\pi/3)t)/t^2 - 0,000033t^2 \times \sin((2\pi/3)t) + 0,0000136t^2 \times \cos((2\pi/3)t);$$

$$b_{мцгаз}(t) = -0,15705 + 0,122323(t+1)^{0,5} + 0,0000221t^2 \times \cos((2\pi/3)t);$$

$$b_{дзо}(t) = -0,19399 - 0,00046t^3 - 0,00045t^2 \times \cos((2\pi/3)t) + 2,097959 \cos((2\pi/3)t)/t^2 - 1,02614 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{рпρυβο}(t) = -0,03383 - 0,72734/t^2 - 0,000017t^2 \times \cos(\pi t) + 0,055103 \cos(\pi t)/t^2 + 0,000000166t^4;$$

$$b_t(t) = 0,048592 + 0,0000673t^3 + 0,0000733t^2 \times \cos((2\pi/3)t) - 0,3346 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 0,127615 \sin((2\pi/3)t)/t^2.$$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл.1.

Коэффициенты $b_1(t)$, $b_{чзэ}(t)$ и $b_{кврввр}(t)$ в базовом периоде достаточно стабильны, но в периоде прогнозирования на перспективу это свойство сохраняет только $b_{кврввр}(t)$, так как $b_{чзэ}(t)$ начинает быстро расти, а абсолютная величина $b_1(t)$ – быстро убывать. Коэффициенты $b_{мцгаз}(t)$ и $b_t(t)$ в базовом периоде быстро растут, а в периоде прогнозирования на перспективу $b_{мцгаз}(t)$ стабилизируется, а $b_t(t)$ продолжает быстро расти. Абсолютная величина $b_{дзо}(t)$ в базовом периоде и в периоде прогнозирования на перспективу быстро растет. Абсолютная величина $b_{рпρυβο}(t)$ в базовом периоде быстро убывает, а в периоде прогнозирования на перспективу совершает колебания, в целом продолжая убывать.

6. Прогнозирование показателей на перспективу до 2020 г.

При прогнозировании показателей в городе на перспективу (2013-2020 гг.) для каждого показателя была сформирована упрощенная модель его зависимости от времени в расчетном периоде; по ней были вычислены его средние, а также минимально и максимально допустимые значения в годах ППП. При прогнозировании показателей каждой макро-модели экономики города использовались прогнозные значения глобально-экзогенных показателей из аналогичной максимодели экономики России в целом. Процесс прогнозирования на перспективу показателей каждой максимодели был сходен с аналогичным процессом для обычной максимодели экономики России в целом, описанным в [1]. В каждой обычной максимодели при вычислении

Таблица 1

Коэффициенты уравнения динамической модели полных затрат организаций на ИКТ

Год	$b_1(t)$	$b_{чзэ}(t)$	$b_{кврввр}(t)$	$b_{мцгаз}(t)$	$b_{дзо}(t)$	$b_{рпρυβο}(t)$	$b_t(t)$
2005	-41,8397	5,382511	2,733399	0,142308	-0,25294	-0,06459	0,058355
2006	-41,9266	5,352747	2,751623	0,167385	-0,25215	-0,05291	0,056465
2007	-41,2220	5,459499	2,764702	0,188396	-0,38206	-0,04855	0,075538
2008	-40,9949	5,482050	2,774651	0,209218	-0,42024	-0,04476	0,081573
2009	-40,3367	5,573053	2,788929	0,231560	-0,54304	-0,04100	0,099434
2010	-39,7728	5,665507	2,797995	0,247551	-0,65593	-0,04062	0,114970
2011	-39,0647	5,782670	2,813727	0,265359	-0,78707	-0,03578	0,134157
2012	-37,6203	6,023380	2,826481	0,287173	-1,04681	-0,03754	0,173057
2013	-36,9474	6,172980	2,831603	0,298782	-1,18907	-0,03081	0,191824
2014	-35,6790	6,430710	2,852566	0,314548	-1,42668	-0,03427	0,226275
2015	-33,2863	6,884571	2,864277	0,337210	-1,85373	-0,02503	0,290617
2016	-32,3882	7,154727	2,864879	0,344482	-2,04853	-0,03000	0,315814
2017	-30,4432	7,619699	2,891574	0,358740	-2,41394	-0,01770	0,368672
2018	-26,9115	8,369332	2,902317	0,383295	-3,04280	-0,02408	0,463599
2019	-25,7063	8,832077	2,897644	0,386019	-3,30730	-0,00816	0,497505
2020	-22,9584	9,587117	2,930879	0,399098	-3,82404	-0,01587	0,572198

прогнозных значений эндогенных показателей для всех лет применялась одна формула, а в каждой динамической аналогичные формулы зависели от года, как в [2].

Ниже представлены некоторые результаты одного варианта прогнозирования на перспективу показателей обычной и динамической макромоделей экономики города Москвы. Результаты соответствующего варианта для аналогичных макромоделей экономики России, включая прогнозы глобально-экзогенных показателей, представлены в [1–3].

Сначала рассмотрим результаты для макромоделей экономики города в целом. В 2014–2020 гг. среди показателей обычной максимодели наибольшие среднегодовые темпы прироста могут иметь инвестиции в основной капитал (11,0%) и экспорт (8,8%), а аналогичные темпы убывания – ввод в действие жилых домов (-5,6%). В динамической максимодели такими свойствами обладают те же показатели (соответственно, 11,1%, 8,2% и -7,6%). В обычной максимодели следует отметить среднегодовые темпы прироста доходов бюджета субъекта федерации (1,3%) и численности занятых в экономике (3,6%), а также среднее значение индекса промышленного производства в 2013–2020 гг. (94,0%). В динамической максимодели указанные величины составляют, соответственно, 1,4%, 3,3% и 94,2%.

График динамики показателя ИНОК в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели представлен на рис. 1.

График динамики показателя ДБС в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя обычной максимодели представлен на рис. 2. Аналогичный график для показателя ИПП представлен на рис. 3.

Графики динамики показателя ПРД в базовом периоде и его прогнозов на перспективу как показателя обычной и динамической максимоделей представлены на рис. 4 и 5.

В обычной максимодели среднегодовые темпы прироста ПРД составляют 6,0%, а в динамической – 4,8%. Поэтому прогноз показателя ПРД обычной максимодели превышает (с 2016 г.) прогноз этого показателя динамической максимодели.

Теперь рассмотрим результаты для макромоделей показателей по ИКТ в городе. В 2014–2020 гг. быстрее других показателей обычной максимодели могут возрастать полные затраты организаций на ИКТ (9,2% в среднем в год) и их затраты на приобретение вычислительной техники (7,6% в среднем в год). Из показателей динамической мак-

симодели подобными свойствами обладают, соответственно, полные затраты организаций на ИКТ (8,4%) и их затраты на оплату услуг связи (7,9%).

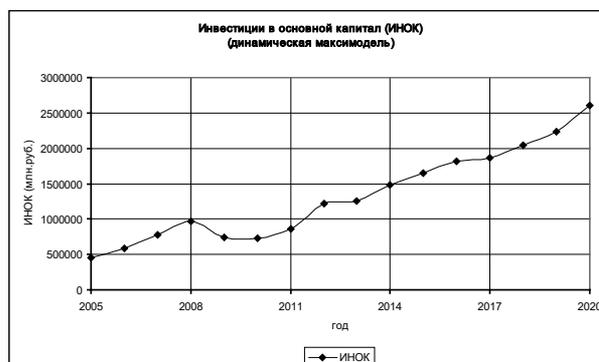


Рис. 1. Динамика инвестиций в основной капитал в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

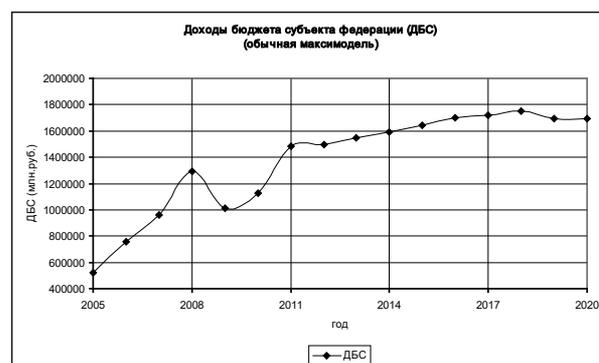


Рис. 2. Динамика доходов бюджета субъекта федерации в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели



Рис. 3. Динамика индекса промышленного производства в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

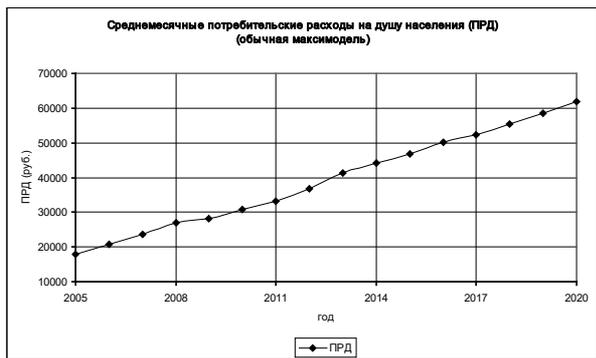


Рис.4. Динамика среднемесячных потребительских расходов на душу населения в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

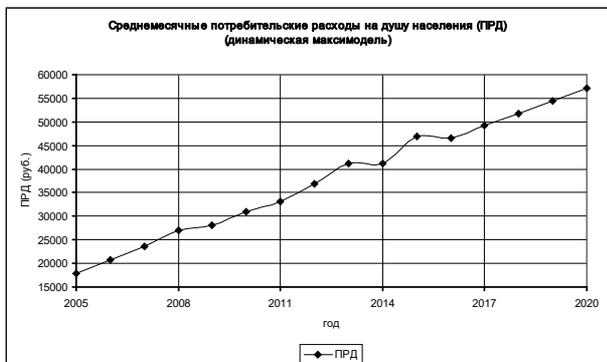


Рис.5. Динамика среднемесячных потребительских расходов на душу населения в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

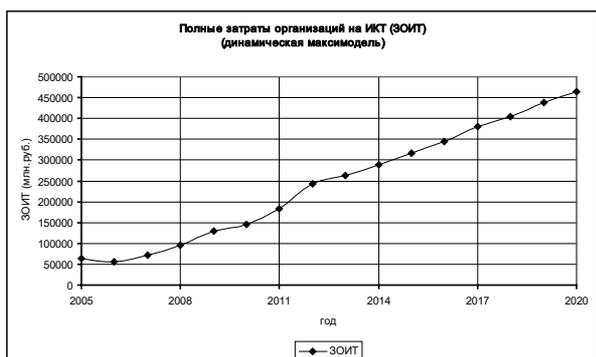


Рис.6. Динамика полных затрат организаций на ИКТ в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

График динамики показателя ЗОИТ в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели представлен на рис.6.

Графики динамики показателя АУССЧ в базовом периоде и его прогнозов на перспективу как показателя обычной и динамической максимодели представлены на рис. 7 и 8.

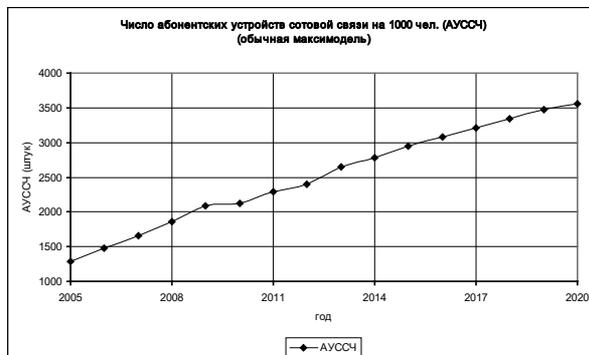


Рис.7. Динамика числа абонентских устройств сотовой связи на 1000 человек в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

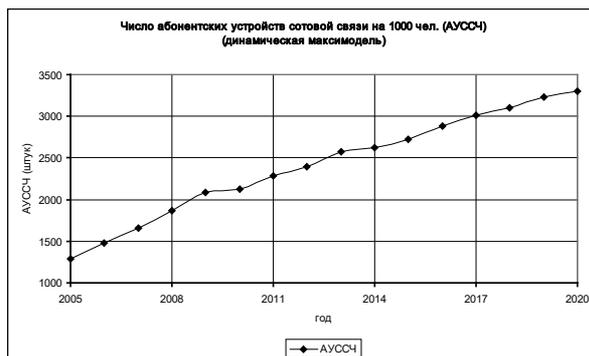


Рис.8. Динамика числа абонентских устройств сотовой связи на 1000 человек в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

В обычной максимодели среднегодовые темпы прироста АУССЧ составляют 4,3%, а в динамической – 3,6%. Поэтому прогноз показателя АУССЧ обычной максимодели превышает (с 2014 г.) прогноз этого показателя динамической максимодели.

Результаты прогнозирования на перспективу остальных показателей по ИКТ, кроме ЗОИТ и АУССЧ (прогнозы на 2015 и 2020 годы), представлены в табл.2.

Заключение

В результате исследования сформированы обычная и динамическая макромодели экономики города Москвы. Каждая из них включает макси-

Таблица 2

Прогнозы на перспективу показателей по ИКТ в городе

Показатель	Прогнозы по максимodelям			
	Обычная		Динамическая	
	2015 г.	2020 г.	2015 г.	2020 г.
Затраты организаций на приобретение вычислительной техники (млн.руб.)	65512,52	91247,52	64769,09	85018,87
Затраты организаций на оплату услуг связи (млн.руб.)	65818,46	91795,23	66507,66	93907,94
Общее число персональных компьютеров в организациях на 100 работников (штук)	84,54017	114,3597	83,01242	113,8442
Число персональных компьютеров с доступом к Интернету в организациях на 100 работников (штук)	63,97926	82,89567	63,81147	78,06583
Число персональных компьютеров в домохозяйствах на 100 домохозяйств (штук)	141,0097	165,7198	131,0344	166,0048

модель экономики города в целом и максимodelь показателей по ИКТ в городе. Макромодели тестированы применительно к краткосрочному прогнозированию экономики города с учетом показателей по ИКТ. Также построены прогнозы показателей макромodelей на перспективу с использованием методики, уже применявшейся ранее к аналогичным макромodelям. Эти прогнозы показывают, что в перспективе наиболее быстро растущими показателями экономики города могут стать объемы инвестиций в основной капитал и экспорта, а также полные затраты организаций на ИКТ.

Литература

1. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Макромodelь российской экономики с учетом взаимного влияния различных видов экономической деятельности и информационных технологий // Труды ИСА РАН. 2014. Т. 64. Вып. 4. С.39-52.
2. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Динамическая макромodelь российской экономики с учетом информационных технологий. // Труды ИСА РАН. 2015. Т. 65. Вып. 3. С.27-42.
3. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Блоки информационных технологий для макромodelей экономики России. // Труды ИСА РАН. 2015. Т. 65. Вып. 4. С.3-19.
4. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Макромodelи экономики Центрального федерального округа, включающие блоки информационных технологий // Труды ИСА РАН. 2016. Т. 66. Вып. 3. С.55-70.
5. www.gks.ru
6. www.cbr.ru
7. 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. К.э.н. Окончил в 1973 г. МГУ им. М.В.Ломоносова. Количество печатных работ: 28. 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: 8. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: zavelsky@isa.ru.

Macromodels of economy of Moscow city, including blocks of information technologies

D. M. Galin, I. V. Sumarokova

Abstract. Constructing macromodels of economy of Moscow city with constant and variable coefficients is considered. Each macromodel consists of the block of economy of city as a whole and the block of indicators of information and communication technologies. Forecasting of macromodels indicators is executed for prospect until 2020 year.

Keywords: *ordinary and dynamic macromodels, maximodel of economy of city as a whole, maximodel of indicators of information and communication technologies, models of variables, combination of regression equations, forecasting for prospect.*

References

1. Galin 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.
2. Galin 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.
3. Galin D.M., Sumarokova I.V. Bloki informatsionnykh tekhnologiy dlya makromodeley 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.
4. Galin D.M., Sumarokova I.V. Makromodeli ekonomiki Tsentralnogo federalnogo okruga, vklyuchayushchie bloki informatsionnykh tekhnologiy [Macromodels of economy of Central federal district, including blocks of information technologies]. // Trudy ISA RAN [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2016, v.66(3):55-70.
5. www.gks.ru
6. www.cbr.ru
7. Johnston J. Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd, 1972. 448 p.

D.M. Galin. Senior research assistant of FRC CSC RAS, Moscow, Vavilova street, house 44, building 2. Kandidat of economic sciences. Number of printed works – 28. Area of scientific interests – mathematical and instrumental methods of economics, modeling economic dynamics.

I.V. Sumarokova. Technician of the 1st category of FRC CSC RAS, Moscow, Vavilova street, house 44, building 2. Number of printed works – 8. Area of scientific interests – mathematical and instrumental methods of economics.