

# Системное моделирование

## Блоки информационных технологий для макромоделей экономики России

Д. М. Галин, И. В. Сумарокова

**Аннотация.** Рассматривается формирование и тестирование моделей информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) с постоянными и переменными коэффициентами с целью включения этих моделей в качестве отдельных блоков, соответственно, в обычную и динамическую макромоделей экономики России, построенные авторами ранее.

Прогнозирование показателей моделей ИКТ выполняется на перспективу до 2020 г.

**Ключевые слова:** *обычная максимодель, динамическая максимодель, модели переменных, комбинация уравнений регрессии, модели коэффициентов уравнений, тестирование, прогнозирование на перспективу.*

### Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка ее макроэкономической модели, имеющей достаточную точность при краткосрочном прогнозировании экономической динамики страны, а также пригодной для ее долгосрочного прогнозирования. Оба типа прогнозирования необходимы для корректного предвидения последствий воздействия государства на хозяйство. Кроме того, ввиду быстрого возрастания роли информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в современном мире, в разрабатываемой макроэкономической модели требуется достаточно полный учет экономических показателей по ИКТ.

Далее вместо термина «макроэкономическая модель» применяется сокращение «макромодель», а ее составные части называются максимоделями. В любой из них участвуют свойственные ей эндогенные и экзогенные переменные; для каждой эндогенной имеется отдельная модель из одного уравнения. Ввиду

частого употребления термина «объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг», вместо него, где это возможно, применяется его сильно сокращенная аббревиатура ОТР (объем товаров и работ).

В ходе выполненных ранее исследований авторы разработали несколько вариантов макромоделей экономики России, в которых так или иначе учитываются показатели, связанные с ИКТ. Первый вариант, представленный в [3], состоит из максимодели экономики России в целом и максимодели показателей по ИКТ и был построен с использованием информации, сформированной на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [4] за 2004–2011 гг.

Второй вариант макромоделей, представленный в [2], включает только максимодель экономики России в целом и был сформирован с использованием информации из тех же источников, что и для первого варианта, но за более продолжительный период (2004–2013 гг.) и по существенно большему кругу эндогенных переменных (70 вместо 50 в первом варианте). Максимодель показателей по ИКТ не фор-

мировалась ввиду отсутствия к началу разработки информации по этим показателям за 2013 г. Однако в этом варианте имеется один связанный с ИКТ показатель — ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования, в составе которого, согласно [5], учитывается производство средств вычислительной техники.

Как в первом, так и во втором варианте коэффициенты уравнений моделей эндогенных переменных максимodelей предполагались постоянными. Таким образом, если  $t$  — время, то уравнение модели эндогенной переменной (фактора-функции)  $Z(t)$ , зависящей от факторов-аргументов  $x_j(t)$  и времени, можно представить в общем виде

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

где  $F_Z(Z(t))$  — значение  $Z(t)$  в его форме представления, т. е. либо  $F_Z(Z(t)) = Z(t)$ , либо  $F_Z(Z(t)) = \ln Z(t)$ ,  $F_{x_j}(x_j(t))$  — аналогичная величина для  $x_j(t)$ ,  $X_Z$  — множество факторов-аргументов уравнения. Обозначение  $b_1$  применяется для свободного члена уравнения, поскольку его можно рассматривать как коэффициент при переменной, тождественно равной единице; слагаемое  $b_t t$  может отсутствовать.

Описание третьего варианта макромодели, представленного в [1], совпадает с описанием второго варианта, но в нем предполагается, что коэффициенты уравнений моделей эндогенных переменных динамически изменяются во времени, а сами эти уравнения представимы 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 модели переменных, описываемые уравнениями вида (1), называются обычными, а описываемые уравнениями вида (2) — динамическими. Аналогично, макромодель или максимodelь называется обычной или динамической в зависимости от вида уравнений моделей ее эндогенных переменных.

Настоящее исследование, выполненное в 2015 г., когда стала доступной информация по показателям по ИКТ за 2013 г., является продолжением исследований, результаты которых представлены в [2] и [1]. Его цель — формирование обычной и динамической максимodelей показателей по ИКТ как составных частей, соответственно, обычной и динамической макромodelей экономики России, каждая из которых, таким образом, становится состоящей из максимodelей экономики России в целом и максимodelей показателей по ИКТ. Информация по более широкому кругу показателей по ИКТ в настоящем исследовании не использовалась, поскольку в отчетности Росстата [5] она либо отсутствует, либо представлена недостаточно полно.

## 1. Обозначения, используемые в максимodelях показателей по ИКТ

В настоящем исследовании используется информация, сформированная на основе отчетности Росстата [5] и Банка России [4] за 2004–2013 гг. Этот период условно разделяется на предбазовый (2004 г.), базовый (2005–2012 гг.) 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 гг.), включающий базовый и прогнозный периоды, и период прогнозирования на перспективу (2013–2020 гг.), в который входит и прогнозный период.

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

Эндогенными переменными максимodelей показателей по ИКТ являются следующие экономические показатели:

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

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

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

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

РОИЧД — расходы на оплату Интернета члена домохозяйства в год;

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

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

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

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

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

АУССЧ — число абонентских устройств сотовой связи на 1000 человек;

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

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

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

Экзогенные переменные максимodelей показателей по ИКТ можно разделить на две группы. В первую группу входят те эндогенные переменные максимodelей экономики России в целом, которые могут быть факторами-аргументами моделей каких-либо экономических показателей по ИКТ. Это — следующие переменные:

ИНОК — инвестиции в основной капитал;

ОТРЕЛО — ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования;

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

РПРУБО — разность (сальдо) прибылей и убытков организаций;

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;

КУРДОЛ и КУРЕВР — курсы доллара США и евро (среднегодовые);

НЗР — среднемесячная номинальная зарплата одного работника;

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

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;

ОТКУРДЕ — отношение курса доллара США к курсу евро;

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

ИПЦ — индекс потребительских цен.

Во вторую группу экзогенных переменных входят показатели, являющиеся экзогенными переменными не только максимodelей показателей по ИКТ, но и максимodelей экономики России в целом, и далее называемые глобально-экзогенными. Это — следующие два показателя:

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

## 2. Методика и процесс формирования максимodelей показателей по ИКТ

Для формирования максимodelей показателей по ИКТ использовалась та же методика, что и для построения макромоделей экономики России, подробно описанная в [2] и [1]. Поэтому далее приводится только краткое описание использованных подходов и особенностей их применения к максимodelям показателей по ИКТ.

Для построения моделей переменных с возможно большим количеством аргументов применялась методика, сокращенно обозначаемая КУР (комбинация уравнений регрессии), согласно которой уравнение модели зависимости фактора-функции от факторов-аргументов и времени, имеющее вид (1), можно формировать в виде комбинации основного и ряда дополнительных уравнений регрессии. По этой же методике можно строить и уравнения моделей зависимостей факторов только от функций времени  $g_j(t)$  из заданного множества  $G$ , описанного в [2] и [1], представимые в общем 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 формирования динамической макромоделей использовались определенные в [1] три базовых интервала (2005–2010 гг., 2006–2011 гг. и 2007–2012 гг.) с расположенными после них прогнозными годами, а также определенные для каждой точки (года) базового периода и каждого базового интервала «веса точек в интервалах». Построение динамической модели любой эндогенной переменной выполнялось практически по той же схеме, что и в [1]. Сначала строилась система уравнений вида (1) для базовых интервалов, после чего формировалась объединенная система уравнений вида (2) для базового периода и вычислялись предварительные значения коэффициентов этих уравнений, а затем для всех коэф-

фициентов строились уравнения их зависимостей от времени, по которым вычислялись их окончательные значения.

Некоторые особенности максимodelей показателей по ИКТ проявляются при формировании системы уравнений, которую представляет собой любая из этих максимodelей. В [2] и [1], ввиду взаимозависимости эндогенных переменных макромodelей экономики России, в ходе такого формирования применялся двухшаговый метод наименьших квадратов (МНК). В максимodelях показателей по ИКТ подобная взаимозависимость отсутствует, так как в качестве факторов-аргументов modelей эндогенных переменных используются только экзогенные переменные. Поэтому указанные модели строились в виде уравнений регрессии с применением только обыкновенного МНК.

Процесс формирования обычной максимodelи показателей по ИКТ был сходен с аналогичным процессом для обычной макромodelи экономики России, подробно описанным в [2], а процесс формирования динамической максимodelи тех же показателей — с аналогичным процессом для динамической макромodelи экономики России, подробно описанным в [1]. Поэтому далее приводится только краткое описание процессов формирования максимodelей показателей по ИКТ.

В настоящем исследовании использованы следующие результаты из [2] и [1]:

1) расчетные значения глобально-экзогенных показателей, вычисленные по modelям их зависимостей от времени в расчетном периоде и используемые при построении modelей эндогенных переменных и при их прогнозировании;

2) прогнозы экзогенных переменных первой группы на прогнозный год, полученные при тестировании обычной и динамической макромodelей экономики России и используемые при прогнозировании эндогенных переменных.

Формирование любой максимodelи начиналось с построения modelей ее эндогенных переменных. Во всех этих modelях факторы, измеряемые в процентах, использовались в натуральной форме, а остальные — в логарифмической. В модели каждой эндогенной переменной было желательным присутствие аргумента  $t$  и хотя бы одного фактора-аргумента, отличного от стандартных — курсов валют, их отношений и мировых цен. В процессе построения любое уравнение регрессии считалось статистически значимым, если все его коэффициенты были статистически значимы.

Уравнение обычной модели эндогенной переменной строилось по методике КУР 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.

Каждый шаг формирования любого уравнения начинался с построения набора вспомогательных уравнений, любое из которых получалось путем включения в модель одного фактора-аргумента. Для каждого из этих уравнений 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  $\gamma$  раз при уменьшении (увеличении) ОО в  $\gamma$  раз, где  $\gamma > 1$ .

Фактор-аргумент для включения в модель выбирался путем анализа вспомогательных уравнений; при этом учитывались их статистическая значимость и коэффициенты множественной детерминации, а также качество прогноза по модели и темп его изменения (для статистически значимых уравнений) или число статистически значимых коэффициентов (при отсутствии статистически значимых уравнений).

Построенное статистически значимое уравнение полагалось окончательным, если на очередном шаге его формирования либо не было статистически значимых вспомогательных уравнений, либо они были, но для любого из них качество прогноза по модели снижалось быстрее, чем было допустимо. Модель полагалась окончательной, если очередное статистически значимое уравнение не удавалось сформировать.

Динамическая модель эндогенной переменной строилась в четыре этапа. На первом этапе формировалась система ее обычных modelей для базовых интервалов. Уравнение каждой из них строилось в виде (1) как комбинация уравнений регрессии. Фактически формировались системы различных уравнений (основных, первых дополнительных и т. д.) и системы комбинаций таких уравнений. Система уравнений считалась статистически значимой, если все эти уравнения были статистически значимы. Каждая система уравнений строилась за несколько шагов, на любом из которых в модель включался один фактор-аргумент (вместе с ним мог включаться и аргумент  $t$ ), и должна была быть статистически значимой, начиная с некоторого шага построения.

Каждый шаг формирования любой системы уравнений начинался с построения набора вспомогательных систем, любая из которых получалась путем включения в модель одного фактора-аргумента. Для каждого уравнения вспомогательных систем вычислялись прогнозное значение фактора-функции и модуль его относительного отклонения от фактического в прогнозном году (ОО), а для каждой вспомогательной системы — среднее квадратиче-

ское значение таких ОО ее уравнений, считавшееся оценкой качества прогноза по модели, повышающегося (понижающегося) в  $\gamma$  раз при уменьшении (увеличении) ее величины в  $\gamma$  раз, где  $\gamma > 1$ .

Фактор-аргумент для включения в модель выбирался путем анализа вспомогательных систем; при этом учитывались их статистическая значимость и суммы коэффициентов множественной детерминации, а также качество прогноза по модели и темп его изменения (для статистически значимых систем) или число статистически значимых коэффициентов уравнений (при отсутствии статистически значимых систем).

Построенная статистически значимая система уравнений полагалась окончательной, если на очередном шаге ее формирования либо не было статистически значимых вспомогательных систем, либо они были, но для любой из них качество прогноза по модели снижалось быстрее, чем было допустимо. Модель полагалась окончательной, если очередную статистически значимую систему не удавалось сформировать.

На втором этапе система обычных моделей эндогенной переменной преобразовывалась в объединенную динамическую модель этой переменной. Предварительные значения коэффициентов уравнения объединенной модели в любой точке базового периода получались как суммы произведений значений соответствующих коэффициентов уравнений ее моделей для интервалов на веса данной точки в интервалах.

На третьем этапе формировались модели зависимостей коэффициентов уравнения динамической модели эндогенной переменной от времени в базовом периоде. В качестве значений моделируемых факторов использовались предварительные значения коэффициентов этого уравнения. Для моделирования использовались функции времени из множества  $G_M$  ( $G_M \subset G$ ), сформированного путем удаления из множества  $G$  некоторых функций; состав множества  $G_M$  приведен в [1].

Уравнение модели каждого коэффициента формировалось как одно основное уравнение вида (3), содержало до четырех функций времени, строилось за несколько шагов, на любом из которых в модель могла включаться одна функция времени, и должно было быть статистически значимым, начиная с первого шага построения. Функция времени для включения в модель выбиралась с учетом ее коэффициента корреляции с разностью моделируемого фактора и результата его расчета по модели, полученной на предыдущем шаге.

Сформированная модель зависимости коэффициента уравнения динамической модели от времени в базовом периоде распространялась и за его пределы.

По ней вычислялись окончательные значения этого коэффициента в базовом периоде и в периоде прогнозирования на перспективу (включая прогнозный период).

На четвертом этапе по динамической модели эндогенной переменной с использованием коэффициентов уравнения, определенных на третьем этапе, вычислялись расчетные значения переменной в базовом периоде и прогнозные — в прогнозном.

После завершения построения моделей эндогенных переменных любой максимодели формировались модели остаточных членов этих моделей. Остаточный член модели переменной — это некоторый фактор, отражающий влияние на переменную всех факторов, не вошедших в уравнение вида (1) или (2), и обозначаемый как  $r(F_Z(Z(t)))$ .

Если уравнение обычной модели переменной  $Z(t)$  имеет вид (1), то уравнение ее расширенной обычной модели имеет вид

$$F_Z(Z(t)) = b_1 + \sum_{x_j \in X_Z} b_{x_j} F_{x_j}(x_j(t)) + b_2 t + [r(F_Z(Z(t)))]^p. \quad (4)$$

Если уравнение динамической модели переменной  $Z(t)$  имеет вид (2), то уравнение ее расширенной динамической модели имеет вид

$$F_Z(Z(t)) = b_1(t) + \sum_{x_j \in X_Z} b_{x_j}(t) F_{x_j}(x_j(t)) + b_2(t)t + [r(F_Z(Z(t)))]^p. \quad (5)$$

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

Модели остаточных членов моделей эндогенных переменных любой максимодели формировались в виде уравнений их зависимостей от времени в расчетном периоде, имевших вид (3). Этот процесс проходил точно так же, как и аналогичный процесс для эндогенных переменных обычной максимодели экономики России в целом, подробно описанный в [2]. После подстановки величин  $[r(F_Z(Z(t)))]^p$  в (4) и (5) заново вычислялись расчетные и прогнозные значения эндогенных переменных.

После построения любой максимодели выполнялось ее тестирование путем прогнозирования эндогенных переменных на прогнозный год с применением формул (4) и (5), соответственно, для обычной и динамической максимодели (с учетом различных форм представления эндогенных переменных). При этом вычислялись ОО прогнозных значений эндогенных переменных от фактических в прогнозном году и среднее квадратическое значение таких ОО, которое можно считать оценкой качества максимодели.

### 3. Сформированные максимодели показателей по ИКТ

В каждой максимодели имеется 28 эндогенных переменных.

Обычная максимодель представляет собой следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОИТ}(t) = & 13,30258 - 2,21329\ln\text{ДЗО}(t) + 2,160865\ln\text{КЗО}(t) + 0,136766\ln\text{КРОКР}(t) - \\ & - 0,24328\ln\text{НПОСУБ}(t) - 0,5758\ln\text{КУРДОЛ}(t) + \\ & + 0,008996\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,00504\ln\text{КРОДЛ}(t) + 0,001221\text{РЕНТР}(t) - \\ & - 0,00865\ln\text{НПОФЕД}(t) - 0,00816\ln\text{ИНОК}(t) + 0,221077\ln\text{ЧЗЭ}(t) + \\ & + 0,010229\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,212545t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОИТТРС}(t) = & - 0,14963 - 0,13669\text{РЕНТР}(t) + 0,129539\ln\text{НПОФЕД}(t) + \\ & + 0,260334\ln\text{КРОДЛ}(t-1) + 1,345962\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + \\ & + 0,327302\ln\text{ИНОК}(t) - 0,15916\ln\text{КРОКР}(t-1) + 2,291893\ln\text{КЗО}(t) - \\ & - 1,22049\ln\text{ДЗО}(t) - 0,34999\ln\text{ОТРЭЛО}(t) + 0,456713\ln\text{ГОТ}(t) + \\ & + 0,023905\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,2792\ln\text{ЧЗЭ}(t) - 0,01478\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - \\ & - 0,1924t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОИТФИН}(t) = & 6,719837 + 0,03209\text{РЕНАКО}(t) + 0,286532\ln\text{КРОКР}(t-1) - \\ & - 0,35068\ln\text{ИНОК}(t) + 0,306674\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ & + 0,52276\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,203662t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОВТ}(t) = & 19,04853 - 0,32958\ln\text{КРОДЛ}(t-1) + 0,810519\ln\text{НПОФЕД}(t) - \\ & - 2,23523\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,98866\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + \\ & + 0,570943\ln\text{НПОСУБ}(t) + 0,093176\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - \\ & - 0,01076\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,03676\ln\text{КРОКР}(t-1) + 0,004185\ln\text{ППРУБО}(t) - \\ & - 0,00516\ln\text{ДЗО}(t) + 0,645507t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОВТТРС}(t) = & 69,92998 - 0,93282\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,661388\ln\text{КРОКР}(t) - \\ & - 0,49657\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,02092\text{РЕНАКО}(t) - 0,3449\ln\text{КУРЕВР}(t) - \\ & - 0,64037\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 2,574414\ln\text{ИНОК}(t) - 1,804\ln\text{ДЗО}(t) - \\ & - 14,256\ln\text{ЧЗЭ}(t) + 0,114306\ln\text{НПОФЕД}(t) - 0,05407\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - \\ & - 0,07182\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,04008\ln\text{КЗО}(t) - 0,01409\ln\text{КРОДЛ}(t) + \\ & + 0,223644t; \end{aligned}$$

$$\ln\text{ЗОВТФИН}(t) = - 38,3021 + 2,877429\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + 11,31767\ln\text{ЧЗЭ}(t) + 0,108651t;$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОУС}(t) = & 15,56092 - 3,15919\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 1,495601\ln\text{КРОКР}(t-1) + \\ & + 0,552778\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,19067\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,05813\ln\text{НПОФЕД}(t) - \\ & - 0,21844\ln\text{КЗО}(t) + 0,04227\ln\text{КРОДЛ}(t) + 0,002223\text{РЕНАКО}(t) - \\ & - 0,11977\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,00766\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,088735\ln\text{ЧЗЭ}(t) + \\ & + 0,530583t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОУСТРС}(t) = & 38,36009 - 11,4062\ln\text{ЧЗЭ}(t) + 3,93171\ln\text{КЗО}(t) + \\ & + 1,762295\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,63832\ln\text{ДЗО}(t) + 0,168657\ln\text{КРОКР}(t) - \\ & - 0,01226\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,012923\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,03714\ln\text{ГОТ}(t) - \\ & - 0,00517\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,007152\ln\text{ИНОК}(t) - 0,21437t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ЗОУСФИН}(t) = & 75,59133 + 0,921217\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 1,187139\ln\text{КРОКР}(t) - \\ & - 18,5282\ln\text{ЧЗЭ}(t) - 0,39735\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,5287\ln\text{КУРДОЛ}(t) - \\ & - 0,07271\ln\text{КРОДЛ}(t-1) + 0,140315\ln\text{ДЗО}(t) - 0,0455\ln\text{НПОСУБ}(t) - \\ & - 0,01896\ln\text{ППРУБО}(t) + 0,008605\ln\text{НПОФЕД}(t) + 0,072617t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ПЮЛСС}(t) = & - 2,65478 + 0,740662\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,945496\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - \\ & - 0,28381t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln\text{РОИЧД}(t) = & - 37,0918 + 2,750494\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,02714\ln\text{ППР}(t) + \\ & + 7,144504\ln\text{ПРД}(t) - 0,05563\text{ИПЦ}(t) - 0,65191\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - \\ & - 0,0012\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,001158\ln\text{КРФЛ}(t) + 0,005705\ln\text{ЧЗЭ}(t) - \\ & - 0,00059\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - 0,55529t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКР}(t) = & -7,29171 + 0,063016 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,559946 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,70899 \ln \text{КЗО}(t) - \\ & - 0,12639 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 2,78277 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,00285 \ln \text{РПРУБО}(t) + \\ & + 0,005826 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,012326 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00495 \ln \text{ДЗО}(t) + \\ & + 0,019248 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,00429 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\ & - 0,00512 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,010322 \ln \text{НПОСУБ}(t) + \\ & + 0,021908 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,080212t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{ПКРФИН}(t) = 2,465664 + 0,40071 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,14208 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 0,03361t;$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКРВПО}(t) = & -1,2971 + 0,068489 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,516037 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ & - 0,01259 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,092487 \ln \text{НПОФЕД}(t) + 0,327102 \ln \text{КЗО}(t) - \\ & - 0,00015 \ln \text{РПРУБО}(t) - 0,00028 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ & + 0,0000953 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - 0,00017 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,000664 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - \\ & - 0,00593 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,00354t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКРИ}(t) = & 1,124189 + 0,35318 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,055809 \ln \text{РПРУБО}(t) + \\ & + 0,132018 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,09494 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ & - 0,25447 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,23361 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,43912 \ln \text{КЗО}(t) - \\ & - 0,05525 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,005852 \ln \text{КРОКР}(t-1) - \\ & - 0,01285 \ln \text{НПОСУБ}(t) + 0,158805t; \\ & - 3,19494 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,107117 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ & + 0,174338 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,01355 \ln \text{РПРУБО}(t) + \\ & + 0,02486 \ln \text{НПОСУБ}(t) - 0,05214 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,211699 \ln \text{КЗО}(t) - \\ & - 0,14772 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,356869t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{ПКРИВПО}(t) = 3,641684 + 0,353131 \ln \text{КРОКР}(t-1) - 0,27033 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,42536 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,143747t;$$

$$\ln \text{ПКД}(t) = -3,92655 + 0,434853 \ln \text{ДРН}(t) + 0,74513 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,0083 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,062536 \ln \text{КРФЛ}(t) + 0,077751t;$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКД4Ч}(t) = & 8,67277 + 0,16752 \ln \text{НЗР}(t) + 0,079862 \ln \text{ЧБР}(t) + \\ & + 0,074049 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,00614 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,024118 \ln \text{КРФЛ}(t-1) - \\ & - 0,0979 \ln \text{ППР}(t) - 0,16017 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,07108 \ln \text{ПРД}(t) - \\ & - 0,01924 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,134833 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 1,40192 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\ & + 0,010987 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,124064t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКД5Ч}(t) = & 4,244291 + 0,22689 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,126469 \ln \text{ЧБР}(t) + \\ & + 0,190887 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,42246 \ln \text{ПРД}(t) - 0,00898 \ln \text{ИПЦ}(t) - \\ & - 0,29439 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,210264 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,06775 \ln \text{ППР}(t) + \\ & + 0,000184 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,01231 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,000751 \ln \text{КРФЛ}(t) - \\ & - 0,00045 \ln \text{ДДН}(t) + 0,162897t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{ПКД1Р}(t) = 3,569381 + 0,180917 \ln \text{КРФЛ}(t-1) - 0,01904 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,152303 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,078503t;$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ПКД2Д}(t) = & -8,98429 + 0,052074 \ln \text{КРФЛ}(t-1) + 0,008812 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\ & + 0,080733 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,11168 \ln \text{НЗР}(t) + 0,293592 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ & + 0,080932 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,10357 \ln \text{ДРН}(t) + 1,881882 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\ & + 0,23676 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,07922 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,278219 \ln \text{ППР}(t) + \\ & + 0,195094 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,154676t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \text{АУССЧ}(t) = & 3,473953 + 0,967303 \ln \text{ДРН}(t) + 0,197742 \ln \text{ЧБР}(t) - 0,01575 \ln \text{ИПЦ}(t) - \\ & - 0,82955 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,063181 \ln \text{КРФЛ}(t-1) - 0,27373 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ & - 0,07473 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00356 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,00677 \ln \text{ДДН}(t) + \\ & + 0,003307 \ln \text{ППР}(t) - 0,00086 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,05496t; \end{aligned}$$

$$\ln \text{МТД}(t) = -12,6551 - 0,8507 \ln \text{ДРН}(t) + 2,754663 \ln \text{ДДН}(t) - 0,16756t;$$

$$\ln \text{МТД4Ч}(t) = -9,37737 - 1,6572 \ln \text{ДРН}(t) + 3,204535 \ln \text{ДДН}(t) + 0,052646 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,12436t;$$

$$\ln \text{MTД5Ч}(t) = -20,2952 + 2,619074 \ln \text{ДДН}(t) - 0,20066 \ln \text{КРФЛ}(t-1) - \\ - 0,08101 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,09118 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,35961 \ln \text{ДРН}(t) + \\ + 0,02919 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,000679 \ln \text{ИПЦ}(t) - 0,24909t;$$

$$\ln \text{MTД1P}(t) = -11,5609 - 1,35277 \ln \text{ДРН}(t) + 3,048672 \ln \text{ДДН}(t) + 0,093107 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ + 0,189006 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,15705t;$$

$$\ln \text{MTД2Д}(t) = -12,1406 + 1,858678 \ln \text{ДДН}(t) + 0,138549 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,00818 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\ + 0,095578 \ln \text{КРФЛ}(t) - 0,07556 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,19972t.$$

ОО прогнозных значений от фактических изменяется от 0,000930 % для затрат организаций финансовой деятельности на приобретение вычислительной техники до 0,930905 % для расходов на оплату Интернета члена домохозяйства в год, а в среднем по всем показателям составляет 0,220490 %.

Динамическая максимодель представлена с коэффициентами соответствующими 2010 г. В любом другом году она имеет аналогичный вид (с заменой коэффициентов уравнений). Итак, в 2010 г. динамическая максимодель имеет вид:

$$\ln \text{ЗОИТ}(t) = 12,16235 + 0,048958 \ln \text{НПОФЕД}(t) - 0,01305 \ln \text{РЕНАКО}(t) + \\ + 0,40416 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,10815 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,008936 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + \\ + 0,1921t;$$

$$\ln \text{ЗОИТТРС}(t) = 33,86511 - 0,65921 \ln \text{РЕНТР}(t) - 4,96035 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + \\ + 0,283906 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,13307 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,335734 \ln \text{КЗО}(t) - \\ - 0,03529 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,31278t;$$

$$\ln \text{ЗОИТФИН}(t) = 4,167289 + 0,830306 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 1,948393 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t);$$

$$\ln \text{ЗОВТ}(t) = 13,96055 + 0,450622 \ln \text{НПОФЕД}(t) - 1,08398 \ln \text{ИНОК}(t) - 0,42603 \ln \text{ДЗО}(t) + \\ + 0,225278 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,156937 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,915625 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\ + 0,02748 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,332148t;$$

$$\ln \text{ЗОВТТРС}(t) = 62,59815 - 6,93033 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 9,24282 \ln \text{ГОТ}(t) + \\ + 1,516109 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,77231 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 1,58767 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + \\ + 11,39025 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,296091t;$$

$$\ln \text{ЗОВТФИН}(t) = 18,65708 - 0,65553 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - 0,78597 \ln \text{ДЗО}(t) + \\ + 0,084472 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,431176t;$$

$$\ln \text{ЗОУС}(t) = 7,546092 - 0,09659 \ln \text{РЕНТР}(t) + 0,292077 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ + 0,360446 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,430097 \ln \text{КРОКР}(t-1) - \\ - 0,52865 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 1,0089 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 2,158861 \ln \text{КЗО}(t) - \\ - 1,59744 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,06057 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,005597t;$$

$$\ln \text{ЗОУСТРС}(t) = 33,18309 - 1,23427 \ln \text{КРОКР}(t) - 4,08414 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ - 0,86574 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,104751 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,448764t;$$

$$\ln \text{ЗОУСФИН}(t) = 10,94697 + 0,476199 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,25817 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - \\ - 0,42098 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,10421 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,31369 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ + 0,017306 \ln \text{РЕНТР}(t) + 0,034785 \ln \text{КРОКР}(t-1) + \\ + 0,193429 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,51485 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,236405t;$$

$$\ln \text{ПЮЛСС}(t) = 7,050925 - 1,09773 \ln \text{КЗО}(t) + 0,534609 \ln \text{КРОКР}(t-1);$$

$$\ln \text{РОИЧД}(t) = -10,0765 + 3,507759 \ln \text{ДРН}(t) - 0,7159 \ln \text{ОТРЭЛО}(t-1) - \\ - 0,44949 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,04031 \ln \text{ИПЦ}(t) + 0,316239 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ + 0,134483 \ln \text{ЧБР}(t) + 0,809818 \ln \text{НЗР}(t) - 0,24183 \ln \text{КРФЛ}(t-1) + \\ + 0,161578 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 2,23099 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,55023 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ - 0,90092 \ln \text{ПРР}(t) + 0,487347 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,06736t;$$

$$\ln \text{ПКР}(t) = 5,997739 + 0,397345 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,73233 \ln \text{КЗО}(t) + 0,106857t;$$

$$\begin{aligned} \ln\text{ПКРФИН}(t) &= -2,42194 + 0,209541\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,12982\ln\text{НПОСУБ}(t) + \\ &+ 0,698893\ln\text{ДЗО}(t) - 0,7529\ln\text{КЗО}(t) - 0,01376\text{РЕНТР}(t) + \\ &+ 1,179636\ln\text{ЧЗЭ}(t) + 0,448854\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,310345\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - \\ &- 0,10516\ln\text{КРОДЛ}(t) - 0,01508t; \\ \ln\text{ПКРВПО}(t) &= 3,011764 + 0,07566\ln\text{КРОКР}(t-1) + 0,047523\ln\text{НПОСУБ}(t) - \\ &- 0,00305\ln\text{НПОФЕД}(t) + 0,055905t; \\ \ln\text{ПКРИ}(t) &= -6,43211 + 0,959254\ln\text{КЗО}(t) + 0,732758\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + \\ &+ 0,022576\ln\text{МЦГАЗ}(t); \\ \ln\text{ПКРИФИН}(t) &= -11,3942 + 0,168909\ln\text{КРОКР}(t-1) + 1,696796\ln\text{КЗО}(t) + \\ &+ 1,279509\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,23405t; \\ \ln\text{ПКРИВПО}(t) &= 1,464759 + 0,09961\ln\text{КРОКР}(t-1) + 0,113745\ln\text{ИНОК}(t) + \\ &+ 0,019937\ln\text{ПРУБО}(t) - 0,00418\ln\text{ДЗО}(t) - 0,01035\ln\text{КЗО}(t) + \\ &+ 0,001817\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,00081\ln\text{КУРЕВР}(t) + 0,001941\ln\text{ОТРЭЛО}(t) - \\ &- 0,00044\ln\text{КРОДЛ}(t-1) + 0,080447t; \\ \ln\text{ПКД}(t) &= 2,109241 + 0,085829\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,145989t; \\ \ln\text{ПКД4Ч}(t) &= -0,92463 - 0,05851\ln\text{ПРД}(t) + 0,055024\ln\text{МЦГАЗ}(t) + 0,42922\ln\text{ДДН}(t) + \\ &+ 0,040024\ln\text{КУРЕВР}(t) - 0,00952\ln\text{ЧБРРЕГ}(t) - 0,00064\ln\text{ИПЦ}(t) + \\ &+ 0,003653\ln\text{КРФЛ}(t) + 0,110255t; \\ \ln\text{ПКД5Ч}(t) &= -3,8395 - 0,13908\ln\text{ЧБРРЕГ}(t) - 0,96368\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,0175\ln\text{ИПЦ}(t) - \\ &- 0,05584\ln\text{КРФЛ}(t-1) + 0,025362\ln\text{ПРР}(t) + 0,403542\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + \\ &+ 3,375074\ln\text{ДДН}(t) - 2,67346\ln\text{ДРН}(t) + 0,052185t; \\ \ln\text{ПКД1Р}(t) &= 2,127451 + 0,253978\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) - 0,08085\ln\text{КРФЛ}(t-1) + 0,124315t; \\ \ln\text{ПКД2Д}(t) &= 1,144955 + 0,278324\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,135066t; \\ \ln\text{АУССЧ}(t) &= 1,139321 + 0,193513\ln\text{КРФЛ}(t-1) + 0,397594\ln\text{ЧБРРЕГ}(t) + \\ &+ 0,285657\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,040172t; \\ \ln\text{МТД}(t) &= -11,0232 + 1,861524\ln\text{ДДН}(t) - 0,00942\ln\text{ИПЦ}(t) - 0,03063\ln\text{ЧБР}(t) - 0,17891t; \\ \ln\text{МТД4Ч}(t) &= -7,01383 + 2,160489\ln\text{ДДН}(t) - 0,78126\ln\text{ДРН}(t) - 0,08611\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ &- 0,0039\ln\text{ИПЦ}(t) + 0,019922\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,11105t; \\ \ln\text{МТД5Ч}(t) &= -19,1462 + 2,836572\ln\text{ДДН}(t) - 0,22941\ln\text{КРФЛ}(t-1) - \\ &- 0,03997\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 0,02815\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,2279t; \\ \ln\text{МТД1Р}(t) &= -8,97371 + 1,53931\ln\text{ДДН}(t) - 0,13241t; \\ \ln\text{МТД2Д}(t) &= -9,20129 + 3,253832\ln\text{ДДН}(t) - 1,78737\ln\text{ДРН}(t) + \\ &+ 0,133217\ln\text{ОТРЭЛО}(t-1) + 0,005262\ln\text{ЧБР}(t) - 0,12728t. \end{aligned}$$

ОО прогнозных значений от фактических изменяется от 0,000279 % для числа персональных компьютеров в домохозяйствах с двумя детьми на 100 домохозяйств до 0,446790 % для затрат организаций транспорта и связи на приобретение вычислительной техники, а в среднем по всем показателям составляет 0,147754 %.

#### 4. Результаты динамического моделирования отдельных показателей

В представленных далее результатах динамического моделирования отдельных показателей все коэффициенты уравнений показаны за период 2005–2020 гг.,

а коэффициенты, соответствующие аргументам вида  $X(t-1)$ , обозначены как  $b_{X(t-1)}(t)$ .

Система обычных моделей ЗОУСТРС для базовых интервалов представлена в табл. 1.

Модели коэффициентов уравнения динамической модели ЗОУСТРС имеют вид:

$$b_1(t) = 35,59534 - 2579,51/(t+1)^3 - 0,00664t^2 \cdot \cos(\pi t) + 18,99283 \cos(\pi t)/t^2;$$

$$b_{\text{КРОКР}}(t) = -1,25008 + 194,0942/t^4 + 0,000927t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 3,43145 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 0,000256t^2 \cdot \cos(\pi t);$$

$$b_{\text{КУРДОЛ}}(t) = -5,0374 + 105,934/(t+1)^2 + 0,000898t^2 \cdot \sin((2\pi/3)t);$$

$$b_{\text{МЦНЕФЮ}}(t) = 1,37873 - 0,67878(t + 1)^{0,5} - 0,00014t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t);$$

$$b_{\text{ОТРЭЛО}(-1)}(t) = -0,36851 + 0,151337t^{0,5} + 0,404651 \sin((2\pi/3)t)/t^2 - 0,000088t^2 \cdot \sin((2\pi/3)t) + 0,0000238t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t);$$

$$b_i(t) = 0,718507 - 0,65314/\ln(t + 1) - 0,00005t^2 \cdot \cos(\pi t) + 0,182561 \cos(\pi t)/t^2 + 0,000000578t^4.$$

Таблица 1

Система обычных моделей затрат организаций транспорта и связи на оплату услуг связи

Интервал (годы)	Модель для интервала
2005–2010	$\ln \text{ЗОУСТРС}(t) = 23,26169 - 0,88403 \ln \text{КРОКР}(t) - 2,09135 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,27383 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,04205 \ln \text{ОТРЭЛО}(t - 1) + 0,347267t$
2006–2011	$\ln \text{ЗОУСТРС}(t) = 38,65185 - 1,66994 \ln \text{КРОКР}(t) - 4,71463 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,73322 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,091494 \ln \text{ОТРЭЛО}(t - 1) + 0,466719t$
2007–2012	$\ln \text{ЗОУСТРС}(t) = 33,58457 - 1,06578 \ln \text{КРОКР}(t) - 4,38514 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 1,10019 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,161195 \ln \text{ОТРЭЛО}(t - 1) + 0,470232t$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 2.

Коэффициенты  $b_{\text{КРОКР}}(t)$  и  $b_i(t)$  в базовом периоде и в периоде прогнозирования на перспективу достаточно стабильны. Абсолютные величины других коэффициентов в базовом периоде быстро возрастают, а в периоде прогнозирования на перспективу  $b_1(t)$  и  $b_{\text{КУРДОЛ}}(t)$  начинают стабилизироваться, а абсолютные величины  $b_{\text{МЦНЕФЮ}}(t)$  и  $b_{\text{ОТРЭЛО}(-1)}(t)$  продолжают расти, хотя и медленнее, чем в базовом периоде.

Система обычных моделей ПКРИФИН для базовых интервалов представлена в табл. 3.

Модели коэффициентов уравнения динамической модели ПКРИФИН имеют вид:

$$b_1(t) = -9,49029 - 0,00013(t + 1)^4;$$

$$b_{\text{КРОКР}(-1)}(t) = 0,229657 - 0,0000041(t + 1)^4;$$

$$b_{\text{КЗО}}(t) = 1,406395 + 0,0000198(t + 1)^4;$$

$$b_{\text{ОТКУРДЕ}}(t) = 1,337582 - 0,0000056t^4 + 0,567278 \cos(\pi t)/t^2 - 0,00011t^2 \cdot \cos(\pi t) - 0,000054t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t);$$

$$b_i(t) = -0,18421 - 0,00005t^3 - 0,000053t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) + 0,242751 \cos((2\pi/3)t)/t^2 - 0,10092 \sin((2\pi/3)t)/t^2.$$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 4.

Таблица 2

Коэффициенты уравнения динамической модели затрат организаций транспорта и связи на оплату услуг связи

Год	$b_1(t)$	$b_{\text{КРОКР}}(t)$	$b_{\text{КУРДОЛ}}(t)$	$b_{\text{МЦНЕФЮ}}(t)$	$b_{\text{ОТРЭЛО}(-1)}(t)$	$b_i(t)$
2005	23,05947	-0,88890	-2,11423	-0,28223	-0,04252	0,348285
2006	28,36338	-1,15303	-2,87548	-0,42202	0,003047	0,386891
2007	30,49505	-1,16951	-3,34407	-0,53782	0,034724	0,404512
2008	31,92862	-1,18917	-3,77935	-0,65326	0,058177	0,423290
2009	33,31930	-1,20849	-3,97806	-0,77873	0,087432	0,440419
2010	33,18309	-1,23427	-4,08414	-0,86574	0,104751	0,448764
2011	34,74921	-1,30976	-4,39585	-0,96442	0,138304	0,468636
2012	33,59675	-1,09411	-4,41057	-1,08815	0,159169	0,469966
2013	35,66530	-1,35480	-4,36549	-1,14956	0,164322	0,494852
2014	33,62621	-1,27696	-4,71901	-1,23687	0,208558	0,490723
2015	36,37549	-1,11046	-4,62359	-1,36687	0,222978	0,522581
2016	33,44427	-1,29355	-4,47175	-1,40258	0,215644	0,513857
2017	37,00669	-1,44988	-4,93520	-1,48148	0,272842	0,554561
2018	33,12605	-0,87532	-4,74395	-1,62391	0,281280	0,541838
2019	37,61785	-1,50373	-4,49181	-1,63238	0,260306	0,593272
2020	32,70770	-1,32760	-5,10827	-1,70470	0,333138	0,577059

**Таблица 3**

Система обычных моделей числа персональных компьютеров с доступом к Интернету в организациях финансовой деятельности на 100 работников

Интервал (годы)	Модель для интервала
2005–2010	$\ln \text{ПКРИФИН}(t) = -9,66584 + 0,224817 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 1,429906 \ln \text{КЗО}(t) + 1,312426 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,19001t$
2006–2011	$\ln \text{ПКРИФИН}(t) = -9,34566 + 0,232543 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 1,391754 \ln \text{КЗО}(t) + 1,393874 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,18933t$
2007–2012	$\ln \text{ПКРИФИН}(t) = -13,2976 + 0,108631 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 1,985167 \ln \text{КЗО}(t) + 1,201574 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,2772t$

Коэффициент  $b_{\text{КРОКР}(-1)}(t)$  в базовом периоде быстро убывает, а в периоде прогнозирования на перспективу убывает еще быстрее, причем даже со сменной знака. Другие коэффициенты в базовом периоде достаточно стабильны, причем относительно быстро (в 1,45 раз) возрастает абсолютная величина  $b_i(t)$ , а в периоде прогнозирования на перспективу  $b_{\text{ОТКУРДЕ}}(t)$

быстро убывает, а абсолютные величины  $b_1(t)$ ,  $b_{\text{КЗО}}(t)$  и  $b_i(t)$  быстро возрастают, причем быстрее всех (в 2,7 раза) растет  $b_{\text{КЗО}}(t)$ .

Система обычных моделей МТД2Д для базовых интервалов представлена в табл. 5.

Модели коэффициентов уравнения динамической модели МТД2Д имеют вид:

$$b_1(t) = -11,9897 + 0,002834t^3 + 0,003237t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 14,6191 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 5,023592 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{\text{ДДН}}(t) = 4,322708 - 0,00081(t+1)^3 - 0,00099t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) + 4,446105 \cos((2\pi/3)t)/t^2 - 1,97999 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{\text{ДРН}}(t) = -2,57242 + 0,000592(t+1)^3 + 0,000632t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 2,93963 \cos((2\pi/3)t)/t^2 + 1,648611 \sin((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_{\text{ОТЭЛО}(-1)}(t) = 0,200821 - 0,000051(t+1)^3;$$

$$b_{\text{ЧБР}}(t) = -0,00435 + 0,004179 \ln(t) + 0,002771 \cos((2\pi/3)t)/t^2;$$

$$b_i(t) = -0,16178 + 0,00000236(t+1)^4.$$

**Таблица 4**

Коэффициенты уравнения динамической модели числа персональных компьютеров с доступом к Интернету в организациях финансовой деятельности на 100 работников

Год	$b_1(t)$	$b_{\text{КРОКР}(-1)}(t)$	$b_{\text{КЗО}}(t)$	$b_{\text{ОТКУРДЕ}}(t)$	$b_i(t)$
2005	-9,65882	0,224280	1,432101	1,314765	-0,19121
2006	-9,80251	0,219695	1,454018	1,340328	-0,19025
2007	-10,0229	0,212662	1,487638	1,319209	-0,20446
2008	-10,3435	0,202434	1,536531	1,318479	-0,20886
2009	-10,7907	0,188165	1,604743	1,298400	-0,22221
2010	-11,3942	0,168909	1,696796	1,279509	-0,23405
2011	-12,1868	0,143619	1,817690	1,267598	-0,24837
2012	-13,2043	0,111151	1,972897	1,202868	-0,27718
2013	-14,4859	0,070261	2,168369	1,197853	-0,29170
2014	-16,0735	0,019603	2,410533	1,110753	-0,31749
2015	-18,0125	-0,04227	2,706290	1,065248	-0,36504
2016	-20,3513	-0,11689	3,063019	0,954215	-0,38468
2017	-23,1413	-0,20591	3,488575	0,909291	-0,42428
2018	-26,4371	-0,31107	3,991289	0,702595	-0,49439
2019	-30,2966	-0,43422	4,579966	0,658727	-0,52090
2020	-34,7805	-0,57729	5,263891	0,415769	-0,57688

Таблица 5

Система обычных моделей числа мобильных телефонов в домохозяйствах с двумя детьми на 100 домохозяйств

Интервал (годы)	Модель для интервала
2005–2010	$\ln MTD2D(t) = -11,6138 + 4,163046 \ln DДН(t) - 2,47145 \ln ДРН(t) + 0,192383 \ln ОТРЭЛО(t-1) + 0,002262 \ln ЧБР(t) - 0,15932t$
2006–2011	$\ln MTD2D(t) = -11,8127 + 4,093107 \ln DДН(t) - 2,36977 \ln ДРН(t) + 0,17761 \ln ОТРЭЛО(t-1) + 0,005226 \ln ЧБР(t) - 0,16277t$
2007–2012	$\ln MTD2D(t) = -6,71804 + 2,429058 \ln DДН(t) - 1,20321 \ln ДРН(t) + 0,087291 \ln ОТРЭЛО(t-1) + 0,006048 \ln ЧБР(t) - 0,09323t$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 6.

Коэффициент  $b_{ЧБР}(t)$  в базовом периоде быстро возрастает, а в периоде прогнозирования на перспективу начинает стабилизироваться. Абсолютные величины других коэффициентов в базовом периоде быстро убывают, а в периоде прогнозирования на перспективу такой процесс продолжается, причем со сменой знаков всех этих коэффициентов; после смены знаков продолжается быстрый рост  $b_1(t)$ ,  $b_{ДРН}(t)$  и  $b_1(t)$ , а также быстрое убывание  $b_{ДДН}(t)$  и  $b_{ОТРЭЛО(-1)}(t)$ .

## 5. Прогнозирование показателей на перспективу до 2020 г.

При прогнозировании показателей по ИКТ на перспективу (2013–2020 гг.) для каждого показателя была построена упрощенная модель его зависимости от времени в расчетном периоде, по которой были вычислены его средние, а также минимально и максимально допустимые значения в годах периода прогнозирования. Уравнение такой модели имело вид (3) и содержало одну функцию времени. Эти функции выбирались из множества  $G_p$  ( $G_p \subset G$ ), сформированного путем удаления из множества  $G$  некоторых функций; состав множества  $G_p$  приведен в [2]. Функция времени для включения в модель выбиралась с учетом ее коэффициента корреляции с моделируемым показателем. Минимально и максимально допустимые значения показателя в годах периода прогнозирования вычислялись умножением средних значений на некоторые коэффициенты.

Прогнозирование на перспективу показателей по ИКТ любой максимодели по каждому варианту выполнялось последовательно, по годам, но только после прогнозирования показателей аналогичной максимодели экономики России в целом по соответствующему варианту. При прогнозировании на каждый год сначала вычислялись прогнозные значения показателей по ИКТ по формулам (1) и (2), соответственно, для обычной и динамической максимодели (с учетом различных форм представления показателей), в которых использовались значения гло-

Таблица 6

Коэффициенты уравнения динамической модели числа мобильных телефонов в домохозяйствах с двумя детьми на 100 домохозяйств

Год	$b_1(t)$	$b_{ДДН}(t)$	$b_{ДРН}(t)$	$b_{ОТРЭЛО(-1)}(t)$	$b_{ЧБР}(t)$	$b_1(t)$
2005	-11,5576	4,139627	-2,45082	0,189850	0,002324	-0,15873
2006	-11,6672	4,132723	-2,42833	0,183400	0,003218	-0,15613
2007	-10,8591	3,851516	-2,22578	0,174816	0,003757	-0,15213
2008	-10,5962	3,755449	-2,16057	0,163794	0,004322	-0,14632
2009	-9,84226	3,487251	-1,96570	0,150029	0,00487	-0,13822
2010	-9,20129	3,253832	-1,78737	0,133217	0,005262	-0,12728
2011	-8,38948	2,977587	-1,58769	0,113053	0,005663	-0,11292
2012	-6,72856	2,430963	-1,20160	0,089232	0,006057	-0,09448
2013	-5,96870	2,158671	-0,98480	0,061448	0,006364	-0,07126
2014	-4,51629	1,681255	-0,63684	0,029399	0,006675	-0,04249
2015	-1,76282	0,800855	-0,01921	-0,00722	0,006982	-0,00736
2016	-0,75186	0,451479	0,265494	-0,04872	0,007234	0,035018
2017	1,474504	-0,26349	0,787756	-0,09540	0,007488	0,085573
2018	5,539735	-1,54219	1,682526	-0,14756	0,007741	0,145293
2019	6,894302	-1,99433	2,055905	-0,20551	0,007954	0,215226
2020	10,03946	-2,98752	2,781918	-0,26956	0,008169	0,296474

Таблица 7

Результаты прогнозирования на перспективу показателей по ИКТ обычной максимодели

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2013 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.
ЗОИТ	млн руб.	1013151	1231465	1463548	1804962
ЗОИТТРС	млн руб.	249030,8	313374,8	377922,3	472721,1
ЗОИТФИН	млн руб.	139830,9	170737,8	201960,8	250337,4
ЗОВТ	млн руб.	237408,0	286074,3	336468,9	407291,1
ЗОВТТРС	млн руб.	58062,79	72457,42	88340,72	114768,3
ЗОВТФИН	млн руб.	40791,34	53124,46	66669,14	90157,62
ЗОУС	млн руб.	297328,2	396373,4	469869,9	575948,1
ЗОУСТРС	млн руб.	94584,50	118304,4	141419,2	178772,2
ЗОУСФИН	млн руб.	33781,00	41761,20	48888,85	65690,25
ПЮЛСС	руб.	1,498162	1,219126	1,011520	0,746873
РОИЧД	руб.	1387,526	1740,390	1953,177	2482,285
ПКР	штук	45,36947	50,32449	54,31061	60,12427
ПКРФИН	штук	118,0047	115,7394	115,8026	115,8034
ПКРВПО	штук	111,8536	122,6323	135,2478	152,4775
ПКРИ	штук	26,57291	31,41869	36,41401	43,87198
ПКРИФИН	штук	58,05641	62,64412	66,79531	70,57367
ПКРИВПО	штук	93,76054	116,5612	140,8658	180,2843
ПКД	штук	97,02497	115,3250	134,8865	164,0198
ПКД4Ч	штук	140,1213	166,7436	191,5763	231,9241
ПКД5Ч	штук	132,2500	158,4399	182,5462	221,1194
ПКД1Р	штук	131,0656	154,5190	178,2669	217,4335
ПКД2Д	штук	130,6507	157,9923	185,0684	224,0654
АУССЧ	штук	2014,822	2151,506	2091,473	2198,166
МТД	штук	260,3626	259,3037	252,0918	255,6962
МТД4Ч	штук	366,9824	375,0228	373,5701	384,1490
МТД5Ч	штук	402,6838	409,4425	419,5365	444,9334
МТД1Р	штук	322,2021	322,4415	316,2212	321,5337
МТД2Д	штук	335,5484	336,1945	329,5374	339,6277

бально-экзогенных показателей, заданные в варианте, и результаты прогнозирования показателей экономики России в целом. Затем вычислялись предварительные и окончательные прогнозные значения показателей по ИКТ. Этот расчет проходил точно так же, как и аналогичный расчет для показателей обычной максимодели экономики России в целом, подробно описанный в [2].

Далее представлены результаты одного варианта прогнозирования на перспективу показателей по ИКТ обычной и динамической максимодели. Результаты соответствующего варианта для показателей аналогичных максимодели экономики России в

целом, включая прогнозы глобально – экзогенных показателей, представлены в [2] и [1].

Результаты прогнозирования показателей по ИКТ обычной максимодели на четыре года периода прогнозирования на перспективу представлены в табл. 7.

В 2014–2020 гг. быстрее других показателей по ИКТ обычной максимодели могут возрастать затраты организаций финансовой деятельности (11,997 % в год) и транспорта и связи (10,224 % в год) на приобретение вычислительной техники.

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

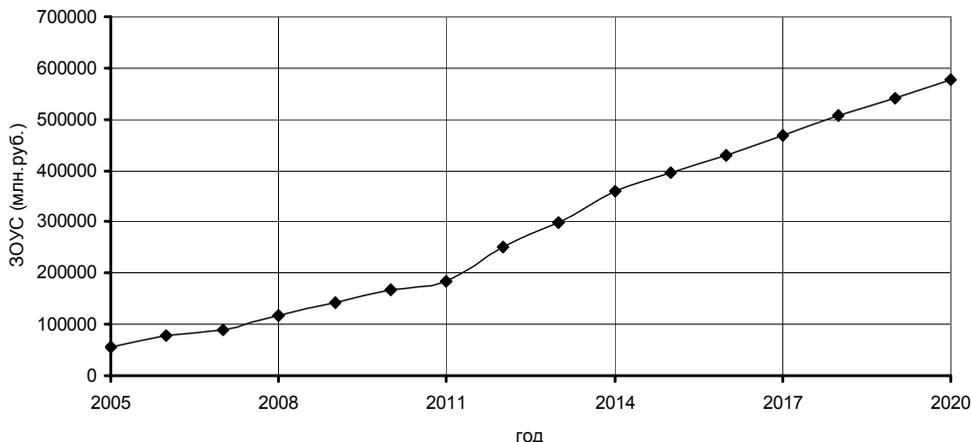


Рис. 1. Динамика затрат всех организаций на оплату услуг связи (ЗОУС) в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

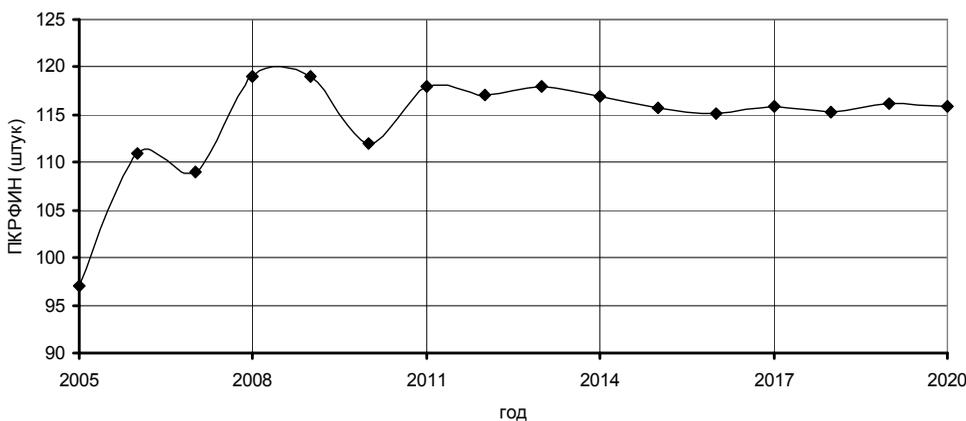


Рис. 2. Динамика числа персональных компьютеров в организациях финансовой деятельности на 100 работников (ПКРФИН) в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

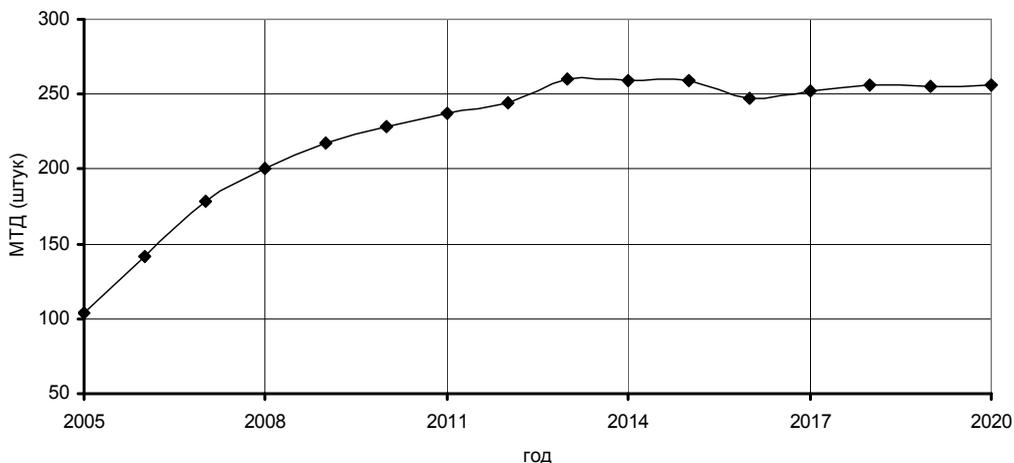


Рис. 3. Динамика числа мобильных телефонов во всех домохозяйствах на 100 домохозяйств (МТД) в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя обычной максимодели

График динамики показателя ПКРФИН в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя обычной максимодели представлен на рис. 2.

График динамики показателя МТД в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя обычной максимодели представлен на рис. 3.

Таблица 8

Результаты прогнозирования на перспективу показателей по ИКТ динамической максимодели

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2013 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.
ЗОИТ	млн руб.	1011175	1239474	1468465	1797884
ЗОИТТРС	млн руб.	246529,5	309327,8	381258,1	479804,4
ЗОИТФИН	млн руб.	130625,6	171978,1	202022,3	248653,8
ЗОВТ	млн руб.	219179,7	265701,7	340452,6	408691,6
ЗОВТТРС	млн руб.	61329,85	78308,19	96722,60	121353,1
ЗОВТФИН	млн руб.	38586,77	52444,55	62213,06	89096,12
ЗОУС	млн руб.	300005,6	398537,4	438535,4	542766,2
ЗОУСТРС	млн руб.	95148,93	127709,4	140536,9	179099,7
ЗОУСФИН	млн руб.	36793,79	44458,29	52990,76	65898,62
ПЮЛСС	руб.	1,594617	1,215251	1,002136	0,750750
РОИЧД	руб.	1294,282	1630,708	1960,594	2614,867
ПКР	штук	45,37217	50,22313	53,75529	60,36990
ПКРФИН	штук	121,7637	122,3267	123,7443	122,7779
ПКРВПО	штук	110,4435	126,1048	135,2083	153,5376
ПКРИ	штук	25,08310	31,37297	36,81601	44,21564
ПКРИФИН	штук	54,76196	58,62650	66,10787	70,49667
ПКРИВПО	штук	96,29355	117,9314	142,1567	182,2418
ПКД	штук	97,54365	117,9102	136,8460	165,3059
ПКД4Ч	штук	131,0125	164,1393	193,9277	232,8929
ПКД5Ч	штук	122,9240	147,3291	171,6840	208,2543
ПКД1Р	штук	122,6949	142,9328	178,0017	216,1788
ПКД2Д	штук	129,5563	155,3337	181,7089	223,1304
АУССЧ	штук	1984,230	2162,126	2231,613	2423,363
МТД	штук	236,1915	265,0755	271,0496	279,9587
МТД4Ч	штук	363,7337	356,1107	368,5031	387,3699
МТД5Ч	штук	390,5074	413,2558	455,2494	477,2681
МТД1Р	штук	321,4002	335,7923	341,9509	319,5553
МТД2Д	штук	337,9306	345,6297	352,4055	363,2642

Результаты прогнозирования показателей по ИКТ динамической максимодели на четыре года периода прогнозирования на перспективу представлены в табл. 8.

В 2014–2020 гг. быстрее других показателей по ИКТ динамической максимодели могут возрастать затраты организаций финансовой деятельности на приобретение вычислительной техники (12,698 % в год) и расходы на оплату Интернета члена домохозяйства в год (10,569 % в год).

График динамики показателя ЗОУС в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели представлен на рис. 4.

График динамики показателя ПКРФИН в базовом периоде и его прогноза на перспективу как показателя динамической максимодели представлен на рис. 5.

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

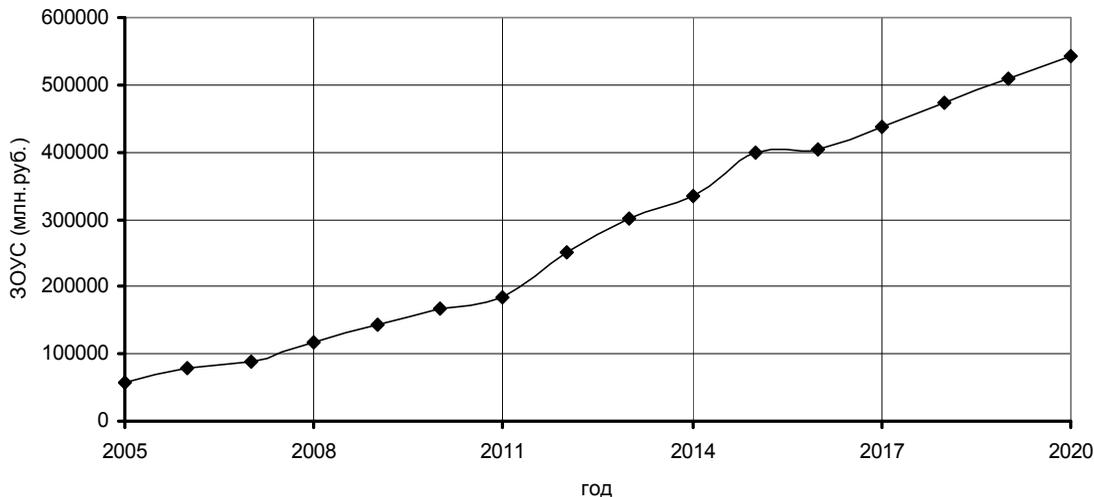


Рис. 4. Динамика затрат всех организаций на оплату услуг связи (ЗОУС) в базовом периоде и их прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

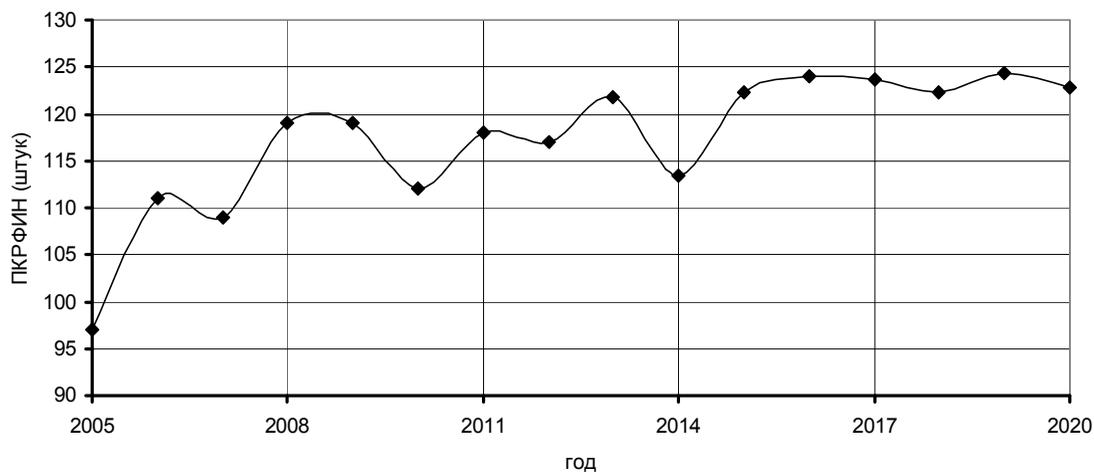


Рис. 5. Динамика числа персональных компьютеров в организациях финансовой деятельности на 100 работников (ПКРФИН) в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

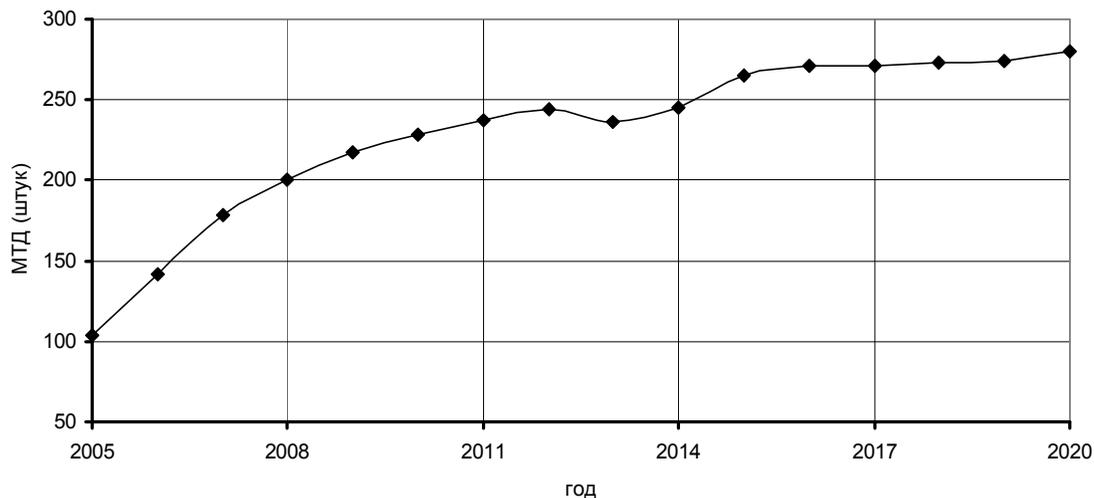


Рис. 6. Динамика числа мобильных телефонов во всех домохозяйствах на 100 домохозяйств (МТД) в базовом периоде и его прогноз на перспективу как показателя динамической максимодели

На графиках показано, что прогноз на перспективу показателя ЗОУС обычной максимодели превосходит (с 2016 г.) прогноз этого показателя динамической максимодели, а для показателей ПКРФИН и МТД наблюдается обратное явление (с 2015 г.).

### Заключение

В результате исследования сформированы обычная и динамическая максимодели показателей по ИКТ, которые можно считать составными частями, соответственно, обычной и динамической макромоделей экономики России. Максимодели успешно тестируются применительно к краткосрочному прогнозированию показателей по ИКТ. Также выполнено прогнозирование этих показателей на перспективу с применением специально разработанной методики.

### Литература

1. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Динамическая макро-модель российской экономики с учетом информационных технологий // Труды ИСА РАН. 2015. Т. 65, вып. 3. С. 27–42
2. 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
3. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Макромодель экономики России, включающая блок информационных технологий // Труды ИСА РАН. 2014. Т. 64, вып. 3. С. 52–69.
4. <http://www.cbr.ru>
5. <http://www.gks.ru>

**Галин Дмитрий Михайлович.** С. н. с. ИСА ФИЦ ИУ РАН. К. э. н. Окончил в 1973 г. МГУ имени М. В. Ломоносова. Количество печатных работ: 24. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, моделирование экономической динамики. E-mail: [zavelsky@isa.ru](mailto:zavelsky@isa.ru)

**Сумарокова Ирина Владимировна.** Техник 1-й категории ИСА ФИЦ ИУ РАН. Окончила Медицинское училище № 1 г. Москвы в 1984 г. и компьютерные курсы в 1998 г. Количество печатных работ: 6. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: [zavelsky@isa.ru](mailto:zavelsky@isa.ru)