

# Динамическая макро модель российской экономики с учетом информационных технологий

Д. М. Галин, И. В. Сумарокова

**Аннотация.** Рассматривается построение и тестирование макро модели экономики России с коэффициентами, динамически изменяющимися во времени. В макро модели, наряду с другими, учитываются показатели, связанные с информационными технологиями (производство средств вычислительной техники). Прогнозирование показателей макро модели выполняется на перспективу до 2020 г.

**Ключевые слова:** динамическая макро модель, динамические модели переменных, оценивание параметров, комбинация уравнений регрессии, модели коэффициентов уравнений, тестирование, прогнозирование на перспективу.

## Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка макроэкономической модели страны, обладающей достаточно высокой точностью 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 в современном мире роли информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в разрабатываемой макроэкономической модели требуется достаточно полный учет экономических показателей по ИКТ.

Далее вместо термина «макроэкономическая модель» применяется сокращение «макро модель», 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 возможно, применяется его сильно сокращенная аббревиатура ОТР (объем товаров и работ).

В ходе исследований, выполненных авторами ранее, было разработано несколько вариантов макро модели российской экономики. Кратко опишем два из них, в которых так или иначе учитываются показатели, связанные с ИКТ. Первый вариант был сформирован в 2013–2014 гг. и представлен в [3].

Эта макро модель состоит из максимодели экономики России в целом и максимодели показателей по ИКТ. При построении макро модели использовалась информация, сформированная на основе отчетности Росстата [7] и Банка России [6] за 2004–2011 гг.

Второй вариант был сформирован в 2014 г. и представлен в [2]. В эту макро модель входит только максимодель экономики России в целом. При ее построении использовалась информация 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 формировалась ввиду ограниченности времени и отсутствия к началу разработки информации 2013 г. по этим показателям. Единственный показатель этого варианта макро модели, связанный с ИКТ, — это ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования, в составе которого, согласно [7], учитывается производство средств вычислительной техники.

В исследованиях, результаты которых кратко описаны выше, 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 и далее именуемой «единица»; слагаемое  $b_1 t$  может отсутствовать.

Настоящее исследование является продолжением исследования, результаты которого представлены в [2]. Его цель — построение макромоделей российской экономики в предположении, что коэффициенты уравнений моделей ее 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, макромоделю или максимодели называется обычной или динамической в зависимости от вида уравнений моделей ее эндогенных переменных.

Настоящее исследование выполнялось в конце 2014 г. и в начале 2015 г. Поэтому по тем же причинам, что указаны выше для исследования, результаты которого представлены в [2], в настоящем исследовании учитывается тот же показатель, связанный с ИКТ, что и в [2]. Предполагается, что обычную и динамическую максимодели собственно показателей по ИКТ (их перечень приведен в [3]) можно построить так же, как в [3], когда информация 2013 г. по ним станет доступной.

## 1. Обозначения, используемые в динамической макромоделе

В настоящем исследовании используется та же информация, что и в исследовании, результаты которого представлены в [2]. Она сформирована на основе отчетности Росстата [7] и Банка России [6] за 2004–2013 гг. Этот период условно разделяется на три периода: предбазовый (2004 г.), базовый (2005–2012 гг.) и прогнозный (2013 г.), 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  $(t-1)$ .

*Экономические показатели, являющиеся эндогенными переменными макромоделей, обозначаются так:*

- ВВП — валовой внутренний продукт;
- ИНОК — инвестиции в основной капитал;
- ОТРТПИ и ОТРППИ — ОTR по добыче топливно-энергетических и прочих (кроме топливно-энергетических) полезных ископаемых;
- ОТРПИЦ — ОTR по производству пищевых продуктов, включая напитки, и табака;
- ОТРТЕК — ОTR по текстильному и швейному производству;
- ОТРКОЖ — ОTR по производству кожи, изделий из кожи и производству обуви;
- ОТРДЕР — ОTR по обработке древесины и производству изделий из дерева;
- ОТРБУМ — ОTR по целлюлозно-бумажному производству, издательской и полиграфической деятельности;
- ОТРКНП и ОTRХИМ — ОTR по производству кокса и нефтепродуктов и по химическому производству;
- ОТРРЕЗ и ОTRПМП — ОTR по производству резиновых и пластмассовых изделий и по производству прочих неметаллических минеральных продуктов;
- ОТРМЕТ — ОTR по металлургическому производству и производству готовых металлических изделий;
- ОТРМАШ и ОTRЭЛО — ОTR по производству машин и оборудования и по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования;
- ОТРТРС и ОTRПОБ — ОTR по производству транспортных средств и оборудования и по прочим обрабатывающим производствам;
- ОТРЭГВ — ОTR по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;
- ПСХ — продукция сельского хозяйства;
- ОРС — объем работ по строительству;
- ОРТ — оборот розничной торговли;
- ООП — оборот общественного питания;
- ОПУ — объем платных услуг населению;
- ООТ и ООТО — оборот оптовой торговли (полный и лишь организацией оптовой торговли);

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

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

НПОФЕД и НПОСУБ — налог на прибыль организаций в тех же бюджетах;

РПРУБО — разность (сальдо) прибылей и убытков организаций;

ДМ — денежная масса;

ДМНАЛ — наличные деньги вне банковской системы;

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

КРФЛ — кредиты, предоставленные физическим лицам;

КЗО и ДЗО — кредиторская и дебиторская задолженность организаций;

ДДН и ДРН — денежные доходы и расходы населения;

ЭКС и ИМ — экспорт и импорт;

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 работаниках;

ГОТ — грузооборот транспорта;

ВЖД — ввод в действие жилых домов;

ОТЭКСИМ и ОТКУРДЕ — отношения экспорта к импорту и курса доллара США к курсу евро;

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

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

ИПП — индекс промышленного производства;

ИПДОБ, ИПОБР и ИПЭГВ — индексы производства по добыче полезных ископаемых, по обрабатывающим производствам и по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;

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

ИЦСП — сводный индекс цен строительной продукции;

ИТГП — индекс тарифов на грузовые перевозки;

ИПЦ — индекс потребительских цен.

*Экономические показатели, являющиеся экзогенными переменными макромоделли обозначаются так:*

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

УЦЗОЛ — учетная цена золота (среднегодовая);

СТРЕФ — ставка рефинансирования Банка России;

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

## 2. Методика формирования динамической макромоделли

Методика формирования динамической макромоделли во многом сходна с методикой, примененной авторами в [1] для построения динамических максимodelей экономики российских регионов. Прежде всего, в базовом периоде были выделены три базовых интервала: 1-й — 2005–2010 гг., 2-й — 2006–2011 гг., 3-й — 2007–2012 гг. Каждому из них соответствует расположенный непосредственно после него прогнозный год. Для каждой точки (года) базового периода и каждого базового интервала была определена целочисленная функция — «степень удаленности точки от границ интервала», равная нулю для точек, не содержащихся в интервале, единице для точек, являющихся его началом и концом, двум для точек, соседних с началом и концом интервала, и т. д., вплоть до точек, наиболее удаленных от его границ. Затем для каждой точки значения этой функции нормировались так, чтобы их сумма по интервалам равнялась единице. Полученную функцию можно условно назвать «весом точки в интервале». Например, веса 2010 г. в 1-м, 2-м и 3-м интервалах оказались равными, соответственно, 1/6, 1/3 и 1/2.

Для построения макромоделли в виде системы одновременных уравнений, связывающих эндогенные и экзогенные переменные, применяется подход, описанный в [5]. В нем предполагается, что уравнения имеют вид (1), среди переменных имеются эндогенные и предопределенные (экзогенные и эндогенные с лаговыми значениями), переменные «единица» и  $t$  рассматриваются как экзогенные. Для оценивания параметров зависимостей одних эндогенных переменных от других и от предопределенных переменных используется двухшаговый метод наименьших квадратов (МНК).

На первом шаге строятся уравнения зависимостей эндогенных переменных от предопределенных так, чтобы вычисленные по ним значения эндогенных оказались достаточно близкими к фактическим. На втором шаге в правой части каждого уравнения фактические значения эндогенных переменных заме-

яются вычисленными и с применением обыкновенного МНК строится уравнение регрессии эндогенной переменной (функции) по вычисленным значениям других и по predetermined переменным, которое распространяется и на прогнозный период.

В настоящем исследовании для каждой эндогенной переменной выполнялись следующие действия. Сначала, с применением на каждом базовом интервале двухшагового МНК, на первом шаге которого predetermined переменными являлись «единица» и  $t$ , строилась система уравнений вида (1) для этих интервалов. Потом, на основе таких систем, формировалась объединенная система уравнений вида (2) для базового периода и вычислялись предварительные значения коэффициентов этих уравнений. Затем для каждого коэффициента строилось уравнение его зависимости от времени в базовом периоде, предполагавшееся верным и для прогнозного периода, а также для периода прогнозирования на перспективу. Вычисленные по этим уравнениям значения коэффициентов уравнений объединенной системы полагались окончательными.

Для построения моделей переменных с возможно большим количеством аргументов используется специальная методика, сокращенно обозначаемая КУР (комбинация уравнений регрессии), регулярно применяемая авторами (например, в [1–3]). Согласно ей, уравнение модели зависимости фактора-функции от факторов-аргументов и времени, имеющее вид (1), можно формировать в виде комбинации основного и нескольких дополнительных уравнений регрессии.

По методике КУР можно строить и уравнения моделей зависимостей факторов только от времени, а, точнее, от функций времени  $g_j(t)$  из заданного множества  $G$ , 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,  $G_Z \subset G$ .

Множество  $G$  функций времени, которые допустимо использовать в таких уравнениях, содержит следующие функции:  $t$ ,  $t^2$ ,  $t^3$ ,  $t^4$ ,  $t^{0.5}$ ,  $\ln(t)$ ,  $(t+1)^2$ ,  $(t+1)^3$ ,  $(t+1)^4$ ,  $(t+1)^{0.5}$ ,  $\ln(t+1)$ ,  $1/t$ ,  $1/t^2$ ,  $1/t^3$ ,  $1/t^4$ ,  $1/t^{0.5}$ ,  $1/\ln(t)$ ,  $1/(t+1)$ ,  $1/(t+1)^2$ ,  $1/(t+1)^3$ ,  $1/(t+1)^4$ ,  $1/(t+1)^{0.5}$ ,  $1/\ln(t+1)$ , — а также функции, являющиеся комбинациями тригонометрических со степенными:  $t^\alpha \sin((2\pi/q)t^\beta)$  и  $t^\alpha \cos((2\pi/q)t^\beta)$ , где параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $q$  могут принимать любые из значений  $\alpha = 0; 1; 2; 0,5; -1; -2; -0,5; \beta = 1; 2; 0,5; q = 1; 2; \dots; 12$ . При некоторых комбинациях параметров такие функции тождественно равны нулю или единице, либо совпадают с уже упомянутыми, а потому не используются.

### 3. Процесс формирования динамической макромоделей

В настоящем исследовании использованы следующие результаты из [2]:

- модели зависимостей экзогенных переменных от времени в расчетном периоде и их расчетные значения, используемые при построении моделей эндогенных переменных и при их совместном прогнозировании;
- модели зависимостей эндогенных переменных от времени в базовом периоде и их расчетные значения, используемые на втором шаге двухшагового МНК.

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.

В процессе формирования динамической макромоделей выполнялись четыре этапа формирования динамических моделей эндогенных переменных.

На первом этапе формировались системы обычных моделей эндогенных переменных для базовых интервалов. Уравнение модели для каждого интервала строилось в виде (1) как комбинация основного и дополнительных уравнений регрессии. Любое уравнение в комбинации могло содержать до четырех аргументов (включая  $t$ ). Во всех моделях системы количества дополнительных уравнений и множества аргументов как основных, так и дополнительных уравнений с одинаковыми номерами должны были совпадать. Поэтому фактически формировались системы различных уравнений: основных, первых дополнительных и т. д. — а также системы комбинаций таких уравнений.

Каждая система уравнений строилась за несколько шагов, на любом из которых в нее мог включаться один фактор-аргумент (вместе с ним мог включаться и аргумент  $t$ ). Набор возможных факторов-аргументов для системы моделей переменной был тем же, что и для ее обычной модели в выполненных ранее исследованиях [2]. Факторы, измеряемые в процентах, использовались в натуральной форме, а остальные — в логарифмической. Было желательно наличие в системе моделей аргумента  $t$  и хотя бы одного фактора-аргумента, отличного от стандартных — курсов валют, их отношения и мировых цен, — которые могли входить в систему моделей любой эндогенной переменной.

Каждый шаг формирования любой системы уравнений начинался с построения набора пар вспомогательных систем. Каждая такая пара получалась включением в систему моделей одного фактора-аргумента и содержала по одной системе с аргумен-

том  $t$  и без него. Для каждого уравнения вспомогательных систем вычислялись прогнозное значение фактора-функции, получаемое при включении системы уравнений в систему моделей, и модуль его относительного отклонения от фактического в прогнозном году (ОО), а для каждой вспомогательной системы — среднее квадратическое значение таких ОО ее уравнений, считавшееся оценкой качества прогноза по системе моделей, повышающегося (понижающегося) в  $\gamma$  раз при уменьшении (увеличении) ее величины в  $\gamma$  раз, где  $\gamma > 1$ . Затем выбирался фактор-аргумент, включаемый в формируемую систему.

Если среди вспомогательных систем были статистически значимые, то отбиралось до четырех систем с наибольшими суммами коэффициентов множественной детерминации уравнений, а из их факторов-аргументов выбирался тот, при включении которого в систему моделей достигалось наивысшее качество прогноза по ней. На первых двух шагах построения системы основных уравнений качество прогноза могло быть любым, а на каждом, начиная с третьего, шаге построения этой системы, на каждом шаге построения любой системы дополнительных уравнений и во всем процессе построения такой системы допускалось повышение качества прогноза, его сохранение или понижение, но не более чем вдвое. Если даже для лучшего фактора-аргумента эти условия нарушались, то при наличии уже построенной статистически значимой системы уравнений она полагалась окончательной; иначе окончательной полагалась вся сформированная ранее система моделей.

Если статистически значимых вспомогательных систем не было, то при наличии уже построенной статистически значимой системы уравнений она полагалась окончательной; иначе выбирался фактор-аргумент, вспомогательная система с которым содержала наибольшее число статистически значимых коэффициентов уравнений, а при равенстве таких чисел для нескольких факторов имела наибольшую сумму коэффициентов множественной детерминации уравнений.

При отсутствии в окончательной системе основных уравнений нестандартных факторов-аргументов в нее принудительно включался тот из них, для которого качество прогноза по полученной системе моделей оказывалось наиболее высоким. После этого построение системы уравнений могло продолжаться, но лишь при выполнении допустимых условий для качества прогноза по системе моделей. Любая статистически значимая система уравнений полагалась окончательной, если количество аргументов уравнений достигало максимума (четырёх).

Если после построения некоторой системы дополнительных уравнений оценка качества прогноза по модели, построенной после включения этой сис-

темы, была очень близка к аналогичной оценке для модели, полученной до ее включения, а именно, четыре первые значащие цифры этих оценок совпадали, то сформированная система уравнений включалась в систему моделей, после чего она полагалась окончательной.

После построения системы уравнений выполнялся второй шаг двухшагового МНК для каждого базового интервала и вычислялись расчетные значения функции в нем и прогнозные — в соответствующем прогнозном году. Если сформированная система обычных моделей еще не была окончательной, выполнялся переход к построению очередной системы уравнений. При невозможности построить статистически значимую систему моделей окончательной полагалась система, построенная ранее. Таким образом, были сформированы системы обычных моделей всех эндогенных переменных.

На втором этапе системы обычных моделей эндогенных переменных преобразовывались в объединенные динамические модели этих переменных. Предварительные значения коэффициентов уравнения объединенной модели переменной в любой точке базового периода получались как суммы трех слагаемых — произведений значений соответствующих коэффициентов уравнений ее моделей для интервалов на веса данной точки в интервалах. Окончательные значения коэффициентов предстояло определить на третьем этапе, причем не только в базовом периоде, но и за его пределами.

На третьем этапе формировались модели зависимостей коэффициентов уравнений динамических моделей эндогенных переменных от времени в базовом периоде. В качестве значений моделируемых факторов использовались предварительные значения коэффициентов этих уравнений. Для моделирования использовались функции времени из множества  $G_M$  ( $G_M \subset G$ ), сформированного на основе множества  $G$  путем удаления из него многих функций вида  $t^\alpha \cdot \sin((2\pi/q)t^\beta)$  и  $t^\alpha \cdot \cos((2\pi/q)t^\beta)$ : использовались только те, у которых параметры  $\beta$  и  $q$  принимают значения:  $\beta = 1$ ;  $q = 2; 3$  (параметр  $\alpha$  принимает те же значения, что и для множества  $G$ ).

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. На каждом шаге предпочтение для включения в модель отдавалось функции с максимальным по модулю коэффициентом корреляции с разностью моделируемого фактора и результата его расчета по модели, полученной на предыдущем шаге. Если построенное уравнение не было

статистически значимым, то выбиралась функция со следующим по модулю коэффициентом корреляции. Если же и новое уравнение не было статистически значимым, то на первом шаге построения такой выбор продолжался до получения статистически значимого уравнения, а в противном случае построение прекращалось и окончательным полагалось последнее полученное статистически значимое уравнение.

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). Таким образом, были определены коэффициенты уравнений вида (2) для всех эндогенных переменных.

На четвертом этапе по динамическим моделям эндогенных переменных, с использованием коэффициентов уравнений, определенных на третьем этапе, вычислялись расчетные значения этих переменных в базовом периоде и прогнозные — в прогнозном.

После завершения построения динамических моделей эндогенных переменных 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 динамической модели переменной  $Z(t)$  имеет вид (2), то уравнение ее расширенной динамической модели имеет вид

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

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

Модели остаточных членов динамических моделей эндогенных переменных 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 обычных моделей, подробно описанный в [2]. После подстановки величин  $[r(F_Z(Z(t)))]^p$  в (4) заново вычислялись расчетные и прогнозные значения эндогенных переменных, в результате чего прогнозные значения существенно приближались к фактическим.

Далее выполнялись операции для получения формул, выражающих эндогенные переменные через predetermined и расчетные значения остаточных членов динамических моделей эндогенных, которые необходимы для тестирования макромоделей путем совместного прогнозирования ее эндогенных переменных и для прогнозирования этих переменных на перспективу. Этот процесс, проходивший с использованием обращения и умножения матриц, был похож на аналогичный процесс для обычных моделей, подробно описанный в [2]. Различие состоит в том, что в [2] элементы матриц постоянны, а в настоящем исследовании они зависят от времени. Поэтому все необходимые операции выполнялись не однократно, как в [2], а отдельно для каждого года периода прогнозирования на перспективу. В частности, формула Фробениуса [4] для обращения блочной матрицы также применялась отдельно для каждого года указанного периода.

После формирования динамической макромоделей она тестировалась посредством совместного прогнозирования эндогенных переменных на прогнозный год с применением формул, выражающих их через predetermined и расчетные значения остаточных членов динамических моделей. При этом вычислялись ОО прогнозных значений эндогенных переменных от фактических в прогнозном году и среднее квадратическое значение таких ОО, которое можно считать оценкой качества макромоделей.

#### 4. Сформированная динамическая макро модель российской экономики

Далее представлена динамическая макро модель российской экономики (с 70 эндогенными переменными) с коэффициентами, соответствующими 2010 г. Ее вид в любом другом году аналогичен представленному (с заменой коэффициентов уравнений). Итак, в 2010 г. динамическая макро модель имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ВВП}(t) = & 2,303154 + 0,668157 \ln \text{ООТ}(t) - 0,01036 \text{СТРЕФ}(t) + 0,118267 \ln \text{ГОТ}(t) + \\ & + 0,000274 \text{ИПЭГВ}(t) + 0,000499 \text{РЕНТР}(t-1) + 0,000652 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) - \\ & - 0,00928 \ln \text{ДМ}(t) + 0,000188 \text{ИПДОБ}(t) + 0,002397 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\ & - 0,000021 \text{ИЦПТ}(t) - 0,00309 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,006 \ln \text{КРОДЛ}(t) + \\ & + 0,023049 \ln \text{ОПУ}(t) - 0,00009 \text{НОРЮЛ}(t) + 0,000266 \text{ИПЦ}(t) + \\ & + 0,007115 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,00509 \ln \text{ОРС}(t) + 0,002908 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) + \\ & + 0,0000273 \ln \text{ОТРТЕК}(t) - 0,000059 \ln \text{НПОСУБ}(t-1) + \\ & + 0,00000164 \text{ИТГП}(t) + 0,000102 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + 0,000213 \ln \text{НЗР}(t) + \\ & + 0,00000101 \text{ИЦСХ}(t) + 0,00000807 \ln \text{ОТРХИМ}(t) - \\ & - 0,00015 \ln \text{ДЗО}(t-1) + 0,0000509 \ln \text{КРОКР}(t-1) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + 0,0000095 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,0000021 \text{ИЦСП}(t) + \\
 & + 0,00000484 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) + 0,00000137 \ln \text{ООП}(t) + 0,047595t; \\
 \ln \text{ИНОК}(t) = & 3,963164 + 2,773192 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,003889 \text{ИЦСХ}(t) - \\
 & - 1,34399 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,0002 \text{ИТГП}(t) + 0,098051 \ln \text{ДМ}(t) + \\
 & + 0,177185 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,023292 \ln \text{КРФЛ}(t) + 0,000323 \text{ИПОБР}(t) + 0,107923t; \\
 \ln \text{ОТРТПИ}(t) = & 6,364176 + 0,422125 \ln \text{ОТРТРС}(t) - 0,57626 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - \\
 & - 0,01231 \text{ИПЦ}(t) - 0,01641 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,000021 \text{ИЦСХ}(t) - \\
 & - 0,08504 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,010282 \ln \text{ОРС}(t) + 0,010368 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 & - 0,0172 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - 0,00619 \ln \text{КРОКР}(t-1) + 0,023509 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\
 & - 0,000022 \text{ИТГП}(t) + 0,021301 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,003645 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\
 & + 0,000072 \text{ИЦПТ}(t) + 0,081577t; \\
 \ln \text{ОТРППИ}(t) = & 4,064408 + 0,023427 \text{ИЦСП}(t) + 1,335553 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\
 & - 0,02214 \text{ИПЦ}(t) + 0,006669 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,17302t; \\
 \ln \text{ОТРПИЩ}(t) = & 5,42579 + 0,31869 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,003236 \text{ИЦСП}(t) - \\
 & - 0,20282 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,11357 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\
 & + 0,024795 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - 0,000028 \text{ИТГП}(t) + 0,08288t; \\
 \ln \text{ОТРТЕК}(t) = & 8,741714 - 0,67024 \ln \text{ИНОК}(t-1) - 0,00294 \text{ИЦСХ}(t) + \\
 & + 0,123891 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + 0,184389t; \\
 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) = & 2,676428 + 0,926864 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) + 0,220133 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\
 & - 0,01681 \text{ИПЦ}(t) + 0,035151 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,017046 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\
 & - 0,00491 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,00551 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,012198 \ln \text{ОТРТПИ}(t) - \\
 & - 0,00326 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,100876t; \\
 \ln \text{ОТРДЕР}(t) = & -39,6253 + 2,163659 \ln \text{ГОТ}(t) + 6,795636 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - 0,41945 \ln \text{ПРР}(t) + \\
 & + 0,03399 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,018007 \ln \text{ОТРТПИ}(t) - 0,000091 \text{ИЦСХ}(t) - \\
 & - 0,00085 \text{ИПЦ}(t) - 0,00956 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - 0,01467 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) + \\
 & + 0,012724 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,01642 \ln \text{НЗР}(t) + 0,002308 \ln \text{КРОКР}(t-1) + \\
 & + 0,00000693 \text{ИТГП}(t) + 0,032431 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\
 & + 0,002303 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) - 0,01632 \ln \text{КЗО}(t) + 0,068556t; \\
 \ln \text{ОТРБУМ}(t) = & 2,299436 + 0,65426 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,388152 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - \\
 & - 0,26486 \ln \text{ГОТ}(t) + 0,022933t; \\
 \ln \text{ОТРКНП}(t) = & 5,728662 + 0,747664 \ln \text{ОТРППИ}(t) - 1,58062 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - \\
 & - 0,39367 \ln \text{ОРС}(t) + 0,147085t; \\
 \ln \text{ОТРХИМ}(t) = & 10,29323 + 1,040467 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 1,11251 \ln \text{ОТРТПИ}(t) - \\
 & - 0,06348 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,023666 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,207637t; \\
 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) = & 1,846152 + 0,5682 \ln \text{ИМ}(t) + 0,002878 \text{ИЦПТ}(t) + 0,081616t; \\
 \ln \text{ОТРПМП}(t) = & 10,21458 - 1,75411 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,344486 \ln \text{ЭКС}(t-1) + \\
 & + 0,013027 \text{ИЦСП}(t) + 0,005187 \text{ИПЦ}(t) - 0,56237 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + \\
 & + 0,009816 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,119373t; \\
 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) = & -9,03251 + 1,974783 \ln \text{ОТРТПИ}(t) + 0,003662 \text{ИТГП}(t) + \\
 & + 0,00249 \text{ИЦПТ}(t) + 0,044925 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,04209 \ln \text{ОРС}(t) + \\
 & + 0,145923 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,01037 \ln \text{ОТРППИ}(t) - 0,00012 \text{ИЦСХ}(t) - \\
 & - 0,01568 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,007928 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) + 0,00000373 \text{ИПЦ}(t) - \\
 & - 0,00149 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00396 \ln \text{ОТРХИМ}(t) - 0,22154t; \\
 \ln \text{ОТРМАШ}(t) = & -23,7601 + 0,563584 \ln \text{ИМ}(t) + 6,953271 \ln \text{ЧЗЭ}(t) - \\
 & - 0,30478 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) + 0,05537t; \\
 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) = & 11,3424 - 1,48125 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,001399 \text{ИЦПТ}(t) - \\
 & - 0,22808 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,232066t; \\
 \ln \text{ОТРТРС}(t) = & -58,9532 + 6,95818 \ln \text{ГОТ}(t) + 1,767355 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\
 & + 0,001634 \text{ИЦПТ}(t) + 0,0000125 \text{ИТГП}(t) - 0,02081 \ln \text{ДЗО}(t) - \\
 & - 0,00044 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,007228 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,00013 \text{ИЦСХ}(t) - \\
 & - 0,00781 \ln \text{ЭКС}(t-1) - 0,00365 \ln \text{НЗР}(t) - 0,00047 \text{ИПЦ}(t) + \\
 & + 0,03955 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,061647t;
 \end{aligned}$$

$$\ln \text{ОТРПОБ}(t) = 3,324857 + 0,428541 \ln \text{ИМ}(t) + 0,079409 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,00039 \ln \text{ИЦСХ}(t) + \\ + 0,000624 \ln \text{ИПЦ}(t) - 0,05348 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,000356 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + \\ + 0,005758 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) - 0,01297 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,004606 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + \\ + 0,071108t;$$

$$\ln \text{ОТРЭГВ}(t) = 3,538116 + 0,187657 \ln \text{КРОДЛ}(t-1) + 0,473677 \ln \text{ОТРПИ}(t) - \\ - 0,00625 \ln \text{ИЦСП}(t) - 0,09655 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,0453 \ln \text{ИНОК}(t-1) - \\ - 0,0003 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,018554 \ln \text{ИМ}(t-1) - 0,03012 \ln \text{ПРП}(t) - \\ - 0,00034 \ln \text{ИЦСХ}(t) + 0,041218 \ln \text{ДЗО}(t) - 0,05139 \ln \text{НЗР}(t) + \\ + 0,095674 \ln \text{КЗО}(t) + 0,012964 \ln \text{ГОТ}(t) - 0,01552t;$$

$$\ln \text{ПСХ}(t) = 16,98231 - 3,67699 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,73375 \ln \text{КЗО}(t) + \\ + 0,484189 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,06802 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ - 0,10995 \ln \text{ДЗО}(t) + 0,05709 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,03303 \ln \text{ИНОК}(t-1) + \\ + 0,006149 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,05296 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,001023 \ln \text{ИПЦ}(t) - \\ - 0,02427 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,00844 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,009436 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + \\ + 0,0000283 \ln \text{ИЦСХ}(t) + 0,35811t;$$

$$\ln \text{ОРС}(t) = -6,37521 + 1,019262 \ln \text{НЗР}(t) + 0,583044 \ln \text{ИНОК}(t) + 0,0855 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ - 0,1095t;$$

$$\ln \text{ОРТ}(t) = 5,095902 + 0,45206 \ln \text{ООТО}(t) - 0,41205 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t-1) - \\ - 0,07135 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,0239 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,004965 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\ + 0,020705 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - 0,00627 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,00023 \ln \text{ИПЭГВ}(t) - \\ - 0,00262 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,001333 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + 0,003969 \ln \text{КРФЛ}(t) + \\ + 0,005687 \ln \text{КУРДОЛ}(t) + 0,00384 \ln \text{ОТРТЕК}(t) + \\ + 0,005141 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,001835 \ln \text{ОТРДЕР}(t) - 0,00018 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\ + 0,003014 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,00162 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) + 0,08621t;$$

$$\ln \text{ООП}(t) = -7,82207 + 1,453529 \ln \text{ПРД}(t) - 0,14717 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,031755 \ln \text{ЭКС}(t-1) - \\ - 0,2229 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,161037 \ln \text{ДДД}(t) - 0,01189 \ln \text{ПСХ}(t) + \\ + 0,096681 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + 0,108024 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \\ - 0,15027 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,064415 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) - 0,09281t;$$

$$\ln \text{ОПУ}(t) = 1,550339 - 0,10443 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,64893 \ln \text{НЗР}(t) + \\ + 0,029159 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,021103t;$$

$$\ln \text{ООТ}(t) = 7,267849 + 0,564719 \ln \text{ИМ}(t) - 0,00579 \ln \text{ИПП}(t) + 0,061527t;$$

$$\ln \text{ООТО}(t) = -11,7727 + 1,729773 \ln \text{ОРТ}(t) + 1,050029 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,30772 \ln \text{ИМ}(t) + \\ + 0,083656 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,016781 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - \\ - 0,00748 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) + 0,010816 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 0,04871 \ln \text{ГОТ}(t) - \\ - 0,24661t;$$

$$\ln \text{ДФБ}(t) = -1,16077 + 1,429598 \ln \text{ОТРПИ}(t) + 0,302506 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - \\ - 0,29962 \ln \text{ООТО}(t) - 0,08812t;$$

$$\ln \text{ДБС}(t) = -1,80751 + 0,675896 \ln \text{ОРТ}(t) + 0,445349 \ln \text{ООТО}(t) + \\ + 0,057756 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,07944 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,00015 \ln \text{ИПЦ}(t) + \\ + 0,008921 \ln \text{ОТРБУМ}(t) + 0,0000549 \ln \text{РЕНАКО}(t) + \\ + 0,011171 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,00756 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - 0,02112 \ln \text{ГОТ}(t) - \\ - 0,03138 \ln \text{ДДД}(t) - 0,01214 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,078527 \ln \text{ОТРПИ}(t) - 0,04318t;$$

$$\ln \text{НСПФЕД}(t) = 1,161397 + 1,089607 \ln \text{ОТРТРС}(t) - 0,00134 \ln \text{ИЦСХ}(t) - 0,0015 \ln \text{ИТГП}(t) - \\ - 0,07686t;$$

$$\ln \text{НСПСУБ}(t) = -4,14322 + 1,249899 \ln \text{ВВП}(t) - 0,54987 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,06292t;$$

$$\ln \text{НПОФЕД}(t) = -34,6738 + 1,691244 \ln \text{ОТРПИ}(t) + 3,615788 \ln \text{ГОТ}(t) + \\ + 0,150333 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,057973 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + \\ + 0,027725 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,02115 \ln \text{ОТРПИ}(t) + 0,002019 \ln \text{РЕНАКО}(t) + \\ + 0,029245 \ln \text{ЭКС}(t-1) + 0,00171 \ln \text{ИПЭГВ}(t) - 0,03963 \ln \text{ОПУ}(t) + \\ + 0,023059 \ln \text{ОТРТРС}(t) - 0,0008 \ln \text{ИЦСП}(t) + 0,018357 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - \\ - 0,000041 \ln \text{ИТГП}(t) + 0,013285 \ln \text{ОТРТЕК}(t) + 0,0017 \ln \text{ИМ}(t-1) + \\ + 0,001618 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,24096t;$$

$$\ln \text{НПОСУБ}(t) = -1,96899 + 0,977109 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) + 0,294438 \ln \text{ЭКС}(t) - 0,03387t;$$



$$\ln \text{ПРУБО}(t) = 8,131074 + 0,016925 \text{ИЦПТ}(t) + 0,398121 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ - 1,22986 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 0,073179 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) + \\ + 0,121506 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - 0,12967 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,00039 \text{ИТГП}(t) + 0,101204t;$$

$$\ln \text{ДМ}(t) = 8,755987 - 1,80937 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,003232 \text{ИПОБР}(t) + 0,162243t;$$

$$\ln \text{ДМНАЛ}(t) = 4,954825 + 0,545734 \ln \text{КРОКР}(t) - 0,38019 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,120655t;$$

$$\ln \text{КРОКР}(t) = 19,86805 - 2,5586 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,00284 \text{ИТГП}(t) - 0,74821 \ln \text{ДЗО}(t) + \\ + 0,319418 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,032391 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,185183t;$$

$$\ln \text{КРОДЛ}(t) = 6,336701 - 0,57098 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - 0,00638 \text{ИЦПТ}(t) + \\ + 0,490396 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00774 \text{НОРЮЛ}(t) + 0,017056 \ln \text{НПОФЕД}(t) + \\ + 0,001693 \text{СТКРОДЛ}(t) + 0,014007 \ln \text{НСПСУБ}(t) + 0,190571t;$$

$$\ln \text{КРФЛ}(t) = 19,99569 + 1,066983 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 2,76761 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\ - 2,20607 \ln \text{ПРД}(t) + 0,428994t;$$

$$\ln \text{КЗО}(t) = 2,316097 + 0,227071 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,011626 \text{ИЦСП}(t) + \\ + 0,801041 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00011 \text{ИТГП}(t) + 0,010565 \ln \text{ОТРППИ}(t) + \\ + 0,0000015 \text{ИЦСХ}(t) - 0,00011 \ln \text{КРОКР}(t-1) - 0,00414 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + \\ + 0,112849t;$$

$$\ln \text{ДЗО}(t) = 8,260597 - 1,3472 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + 0,001587 \text{ИЦПТ}(t) + 0,000849 \text{ИТГП}(t) - \\ - 0,01659 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - 0,06821 \ln \text{ПСХ}(t) + 0,009749 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) + \\ + 0,002896 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,02259 \ln \text{КРОДЛ}(t) + 0,0000344 \text{ИЦСХ}(t) + \\ + 0,015329 \ln \text{ОТРППИ}(t) + 0,002793 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - \\ - 0,00187 \ln \text{ОТРПМП}(t) - 0,03046 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,185268t;$$

$$\ln \text{ДДН}(t) = 2,181323 + 1,3893 \ln \text{ОПУ}(t) - 0,07715 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,3422 \ln \text{ОРТ}(t) + \\ + 0,000162 \text{ИПОБР}(t) - 0,02708 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + \\ + 0,007715 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,003628 \ln \text{ЧЗЭ}(t) + 0,002245 \ln \text{НЗР}(t) - \\ - 0,00283 \ln \text{ОРС}(t) - 0,0003 \ln \text{ВЖД}(t) + 0,025162t;$$

$$\ln \text{ДРН}(t) = 2,289131 + 0,795434 \ln \text{ДДД}(t) - 0,00347 \text{ИПДОБ}(t) + 0,002552 \text{ИПЭГВ}(t) + \\ + 0,000622 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,000665 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,00204 \ln \text{ООП}(t) + \\ + 0,000452 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,000062 \text{ИПЦ}(t) + 0,002527 \ln \text{ОТРПИЦ}(t) + \\ + 0,032543t;$$

$$\ln \text{ЭКС}(t) = - 8,45845 + 2,883077 \ln \text{ОТРПОБ}(t) + 0,888688 \ln \text{ОТРППИ}(t) - \\ - 1,44074 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) + 0,215397 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,025571 \ln \text{ПСХ}(t) - \\ - 0,04497 \ln \text{ОРС}(t) + 0,000813 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,00428 \ln \text{УЦЗОЛ}(t) + \\ + 0,003251 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - 0,00245 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + \\ + 0,001367 \ln \text{ОТРПМП}(t) + 0,0000921 \text{ИЦПТ}(t) - 0,00278 \ln \text{ОТРТЕК}(t) - \\ - 0,01419 \ln \text{ОТРДЕР}(t) + 0,00866 \ln \text{ОТРТРС}(t) - 0,23701t;$$

$$\ln \text{ИМ}(t) = - 8,4662 + 1,684225 \ln \text{ОТРПОБ}(t) + 0,291222 \ln \text{ОТРМЕТ}(t) + \\ + 0,264078 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,001241 \text{ИПЦ}(t) - 0,00784 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ + 0,0000818 \text{ИПЭГВ}(t) - 0,01119 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - 0,00961 \ln \text{ПСХ}(t) + \\ + 0,022669 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - 0,00109 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ - 0,00352 \ln \text{УЦЗОЛ}(t) - 0,18808t;$$

$$\ln \text{КУРДОЛ}(t) = 5,539602 - 0,37166 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,002447 \ln \text{КРОДЛ}(t) - \\ - 0,08652 \ln \text{ДМНАЛ}(t) + 0,079456t;$$

$$\ln \text{КУРЕВР}(t) = 4,940832 - 0,19225 \ln \text{ЭКС}(t) - 0,00526 \text{ИПП}(t) + 0,048289t;$$

$$\ln \text{НЗР}(t) = 6,09673 + 0,362651 \ln \text{ООП}(t) - 0,42046 \ln \text{ОТРТЕК}(t) + \\ + 0,277538 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,000541 \text{ИПДОБ}(t) - \\ - 0,17927 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,11089 \ln \text{ОПУ}(t) + 0,053348t;$$

$$\ln \text{ДДД}(t) = - 3,95441 + 1,394659 \ln \text{ДДН}(t) - 0,00223 \text{ИПДОБ}(t) + 0,03477 \ln \text{ОТРХИМ}(t) - \\ - 0,03639 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,017394 \ln \text{ООП}(t) - 0,05538t;$$

$$\ln \text{ПРД}(t) = 4,042951 + 0,462472 \ln \text{ОРС}(t) + 0,169924 \ln \text{КУРЕВР}(t) + \\ + 0,11364 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,04727 \ln \text{ДДД}(t) + 0,012103 \ln \text{ПСХ}(t) + \\ + 0,000356 \text{ИПЦ}(t) + 0,001056 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,00006 \text{ИПОБР}(t) - \\ - 0,03089 \ln \text{ВЖД}(t) + 0,033685 \ln \text{ООТ}(t) - 0,02565 \ln \text{ДРН}(t) - \\ - 0,03991 \ln \text{ГОТ}(t) + 0,069675t;$$

$$\begin{aligned} \ln \text{ЧЗЭ}(t) &= 3,611874 + 0,153743 \ln \text{ОТРПОБ}(t) - 0,04377 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,00421t; \\ \ln \text{ЧБР}(t) &= 9,015817 - 1,10538 \ln \text{ПРР}(t) - 0,80666 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 0,00184 \text{ИЦПТ}(t) - \\ &\quad - 0,00733 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,03564 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + \\ &\quad + 0,031734 \ln \text{ОТРПМП}(t) - 0,000036 \text{ИЦСХ}(t) - 0,000072 \text{ИТГП}(t) + \\ &\quad + 0,000611 \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) + 0,007499 \ln \text{ОТРППИ}(t) + \\ &\quad + 0,006094 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + 0,045448t; \\ \ln \text{ЧБРРЕГ}(t) &= 19,64521 - 2,29658 \ln \text{ПРР}(t) + 0,844118 \ln \text{ОТРПМП}(t) - \\ &\quad - 0,21731 \ln \text{РПРУБО}(t-1) + 0,028097t; \\ \ln \text{ПРР}(t) &= 1,932359 + 1,399139 \ln \text{ОТРДЕР}(t) - 0,01624 \text{ИПДОБ}(t) - \\ &\quad - 0,17537 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - 0,00267 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,002963 \text{ИПЭГВ}(t) - \\ &\quad - 0,00142 \text{ИЦСП}(t) + 0,037218 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + 0,0000347 \text{ИЦСХ}(t) - 0,06105t; \\ \ln \text{ГОТ}(t) &= 8,471723 + 0,143405 \ln \text{ОТРТРС}(t) - 0,25467 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,00023 \text{ИЦПТ}(t) - \\ &\quad - 0,000002 \text{ИТГП}(t) - 0,01347 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,00626 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - \\ &\quad - 0,00153 \ln \text{ИНОК}(t-1) - 0,02945 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,026636 \ln \text{ОПУ}(t) - \\ &\quad - 0,0082 \ln \text{ОРТ}(t) - 0,00408 \ln \text{ОТРППИ}(t) + 0,0000559 \text{ИПЦ}(t) + \\ &\quad + 0,004954 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) + 0,001677 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,00821t; \\ \ln \text{ВЖД}(t) &= 6,375949 - 0,76728 \ln \text{КУРДОЛ}(t) - 0,72355 \ln \text{ОТРППИ}(t) + \\ &\quad + 0,559879 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,0004 \text{ИТГП}(t) + 0,049316 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + \\ &\quad + 0,022065 \ln \text{ОТРТРС}(t) + 0,080398t; \\ \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) &= \ln \text{ЭКС}(t) - \ln \text{ИМ}(t); \\ \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) &= \ln \text{КУРДОЛ}(t) - \ln \text{КУРЕВР}(t); \\ \text{РЕНТР}(t) &= -66,2424 + 10,20527 \ln \text{ООТ}(t) - 2,00942 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ &\quad + 0,745618 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + 0,000393 \text{ИТГП}(t) + 0,027845 \ln \text{ОПУ}(t) + \\ &\quad + 0,071152 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,07046 \ln \text{ВЖД}(t) + 0,000283 \text{ИЦСХ}(t) - \\ &\quad - 0,03189 \ln \text{КЗО}(t) + 0,042185 \ln \text{ОТРППИ}(t) - 0,00057 \text{ИЦСП}(t) - \\ &\quad - 0,02051 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,0000261 \text{ИЦПТ}(t) + 0,004176 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - 2,01195t; \\ \text{РЕНАКО}(t) &= -60,5341 + 9,791608 \ln \text{РПРУБО}(t) - 20,6009 \ln \text{ОРС}(t) + 29,93021 \ln \text{ООП}(t) - \\ &\quad - 2,03902 \ln \text{ОТРТЕК}(t) + 1,427036 \ln \text{ОТРДЕР}(t) - 1,31447 \ln \text{ОТРБУМ}(t) - \\ &\quad - 0,99134 \ln \text{ПСХ}(t) + 1,155836 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,00468 \text{ИЦСХ}(t) - \\ &\quad - 0,95196 \ln \text{ОТРППИ}(t) + 0,013477 \text{ИЦСП}(t) - 0,01827 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - \\ &\quad - 0,00118 \text{ИЦПТ}(t) - 0,02915 \ln \text{ОТРПОБ}(t) - 2,37804t; \\ \text{СТКРОКР}(t) &= -102,726 + 24,06621 \ln \text{КУРЕВР}(t) + 4,807347 \ln \text{КРОКР}(t-1) - 1,48419t; \\ \text{СТКРОДЛ}(t) &= 81,42263 - 6,43324 \ln \text{РПРУБО}(t) - 4,01717 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - \\ &\quad - 0,03354 \ln \text{КЗО}(t) + 0,28162 \text{СТРЕФ}(t) + 1,095877 \ln \text{ДМ}(t) - \\ &\quad - 0,27001 \ln \text{МЦГАЗ}(t) - 0,87499 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 1,65002 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) + \\ &\quad + 0,843476t; \\ \text{ИПП}(t) &= 244,8636 - 52,7448 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 25,82535 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) + \\ &\quad + 15,26614 \ln \text{НЗР}(t) - 2,66604 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 1,809501 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) - \\ &\quad - 1,20456 \ln \text{ПСХ}(t) - 0,00675 \text{ИЦПТ}(t) - 0,49371 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - \\ &\quad - 0,13049 \ln \text{НСПФЕД}(t-1) + 0,141173 \ln \text{ДЗО}(t) + 1,481973t; \\ \text{ИПДОБ}(t) &= 234,0004 - 32,0004 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 24,9739 \ln \text{ООП}(t) - \\ &\quad - 7,45542 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + 0,513458 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,24274 \ln \text{ИНОК}(t) + \\ &\quad + 0,364635 \ln \text{КЗО}(t) + 0,046038 \ln \text{РПРУБО}(t) + 1,620304t; \\ \text{ИПОБР}(t) &= 453,1916 - 73,1728 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) + 48,21745 \ln \text{ОТРРЕЗ}(t) - \\ &\quad - 16,4214 \ln \text{ОТРТЕК}(t) + 0,00841 \text{ИТГП}(t) - 0,04956 \text{РЕНАКО}(t) - \\ &\quad - 0,07205 \text{ИПЦ}(t) + 0,560919 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 1,28948 \ln \text{ОТРТПИ}(t) + \\ &\quad + 1,983337 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,030897 \text{СТРЕФ}(t) + 2,166243 \ln \text{НЗР}(t) - \\ &\quad - 0,97849 \ln \text{КРОДЛ}(t) - 0,11935 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,67092 \ln \text{ОТРДЕР}(t) - \\ &\quad - 1,22437 \ln \text{КУРЕВР}(t) - 0,30626 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) + 4,216924t; \\ \text{ИПЭГВ}(t) &= 318,7054 - 23,5151 \ln \text{НСПСУБ}(t-1) - 0,12047 \text{ИЦПТ}(t) + \\ &\quad + 3,782459 \ln \text{ИНОК}(t-1) - 15,5487 \ln \text{КЗО}(t) + 9,348549 \ln \text{НЗР}(t) + \\ &\quad + 0,010204 \text{ИЦСП}(t) - 1,08463 \ln \text{ОТРКНП}(t) - 0,9039 \ln \text{РПРУБО}(t) - \\ &\quad - 11,6231 \ln \text{ОТЭКСИМ}(t) + 0,005904 \text{ИТГП}(t) + 4,223514t; \end{aligned}$$

$$\text{ИЦПТ}(t) = 786,3108 - 77,0121\ln\text{ОТРХИМ}(t) - 7,04152\text{СТРЕФ}(t) - 1,09185\text{ИПЭГВ}(t) + 5,737484t;$$

$$\text{ИЦСХ}(t) = 522,3434 - 9,72476\text{СТРЕФ}(t) - 284,252\ln\text{ОТЭКСИМ}(t) - 25,7538\ln\text{МЦНЕФЮ}(t) - 7,48212t;$$

$$\text{ИЦСП}(t) = -100,035 + 43,71838\ln\text{ОТРДЕР}(t) + 0,109977\text{ИТГП}(t) + 0,051165\text{ИЦПТ}(t) - 5,16031t;$$

$$\begin{aligned} \text{ИТГП}(t) = & 125,0544 + 159,5754\ln\text{ОТРКНП}(t) + 0,472651\text{ИЦСХ}(t) - \\ & - 111,102\ln\text{ОТРКОЖ}(t) + 199,3247\ln\text{ОТКУРДЕ}(t) + \\ & + 22,1278\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 201,998\ln\text{ОТРТПИ}(t) + 140,452\ln\text{ОТРПОБ}(t) - \\ & - 2,28023\text{СТРЕФ}(t) - 0,99532\text{РЕНАКО}(t) - 2,04337\ln\text{ОТРПИЩ}(t) - \\ & - 8,82364\ln\text{ООТО}(t) - 0,0436\text{ИЦПТ}(t) + 2,278233\ln\text{ОТРППИ}(t) + \\ & + 1,316407\ln\text{ОТРПМП}(t) - 1,58699\ln\text{НЗР}(t) - 1,80265\ln\text{ОТРМЕТ}(t) - \\ & - 15,6307t; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ИПЦ}(t) = & 78,93828 + 25,39196\ln\text{ОТРМАШ}(t) - 1,39599\text{РЕНАКО}(t) - \\ & - 13,2076\ln\text{МЦГАЗ}(t) - 1,47869\ln\text{ОТРКНП}(t) - 1,01184\ln\text{ПСХ}(t) + \\ & + 0,925725\ln\text{КРФЛ}(t) - 1,3329\ln\text{ДМ}(t) - 3,20148t. \end{aligned}$$

ОО прогнозных значений от фактических изменяется от 0,001251 % для объема платных услуг населению до 0,491443 % для налога на прибыль организаций в федеральном бюджете, а в среднем по всем показателям составляет 0,132876 %.

### 5. Результаты динамического моделирования отдельных показателей

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

Сначала более подробно рассмотрим показатель ОТРЭЛО, связанный с ИКТ. Система его обычных моделей для базовых интервалов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Система обычных моделей ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования

Интервал (годы)	Модель для интервала
2005–2010	$\ln\text{ОТРЭЛО}(t) = 11,51593 - 1,4854\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,001317\text{ИЦПТ}(t) - 0,25282\ln\text{ОТРКНП}(t) + 0,237635t$
2006–2011	$\ln\text{ОТРЭЛО}(t) = 10,18458 - 1,37019\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,001856\text{ИЦПТ}(t) - 0,08288\ln\text{ОТРКНП}(t) + 0,188113t$
2007–2012	$\ln\text{ОТРЭЛО}(t) = 12,13339 - 1,56105\ln\text{КУРДОЛ}(t) + 0,001199\text{ИЦПТ}(t) - 0,32633\ln\text{ОТРКНП}(t) + 0,262415t$

Модели коэффициентов уравнения динамической модели ОТРЭЛО имеют вид:

$$\begin{aligned} b_1(t) = & 10,8877 + 0,0000479t^4 + 305,8241/t^4 + \\ & + 0,001814t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 7,18532\cos((2\pi/3)t)/t^2; \\ b_{\text{КУРДОЛ}}(t) = & -1,43354 - 0,000005t^4 - 23,7339/t^4 - \\ & - 0,00017t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) + 0,691932\cos((2\pi/3)t)/t^2; \\ b_{\text{ИЦПТ}}(t) = & 0,001591 - 0,000000015t^4 - 0,13166/t^4 - \\ & - 0,00000047t^2 \cdot \cos(\pi t) + 0,001783\cos(\pi t)/t^2; \\ b_{\text{ОТРКНП}}(t) = & -0,17203 - 0,0000059t^4 - 39,6872/t^4 - \\ & - 0,00023t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) + 0,900401\cos((2\pi/3)t)/t^2; \\ b_2(t) = & 0,214471 + 0,00000185t^4 + 11,15314/t^4 + \\ & + 0,0000685t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 0,273\cos((2\pi/3)t)/t^2. \end{aligned}$$

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты уравнения динамической модели ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования

Год	$b_1(t)$	$b_{\text{КУРДОЛ}}(t)$	$b_{\text{ИЦПТ}}(t)$	$b_{\text{ОТРКНП}}(t)$	$b_2(t)$
2005	11,52799	-1,48637	0,001311	-0,25437	0,238078
2006	11,05144	-1,44528	0,001503	-0,19351	0,220363
2007	11,15894	-1,45841	0,001487	-0,20632	0,224675
2008	11,15661	-1,45993	0,001496	-0,20561	0,224728
2009	11,30670	-1,47544	0,001488	-0,22417	0,230516
2010	11,34240	-1,48125	0,001399	-0,22808	0,232066
2011	11,52967	-1,50149	0,001404	-0,25102	0,239361
2012	12,10670	-1,55882	0,001219	-0,32290	0,261429
2013	12,13412	-1,56593	0,001227	-0,32527	0,262835
2014	12,57589	-1,61278	0,000930	-0,37960	0,279971
2015	13,69415	-1,72422	0,000927	-0,51884	0,322764
2016	13,81258	-1,74363	0,000495	-0,53177	0,327917
2017	14,64130	-1,83119	0,000466	-0,63376	0,360036
2018	16,48303	-2,01554	-0,00013	-0,86288	0,430580
2019	16,81332	-2,06049	-0,00020	-0,90114	0,444201
2020	18,19779	-2,20656	-0,00099	-1,07158	0,497842

В базовом периоде все коэффициенты достаточно стабильны. Относительно быстро (в 1,3 раза) возрастает в этом периоде абсолютная величина  $b_{\text{ОТРКНП}}(t)$ . В периоде прогнозирования на перспективу  $b_{\text{ИЦПТ}}(t)$  быстро убывает, причем даже меняет знак, а абсолютные величины остальных коэффициентов быстро возрастают, причем быстрее всех (в 3,3 раза) растет абсолютная величина  $b_{\text{ОТРКНП}}(t)$ .

Из трех факторов-аргументов динамической модели ОТРЭЛО: КУРДОЛ, ИЦПТ, ОТРКНП — только показатель ИЦПТ, возрастая, воздействует на ОТРЭЛО положительно в базовом периоде и в большей части периода прогнозирования на перспективу (например, в 2010 г. его увеличение на 1% привело бы к росту ОТРЭЛО на 0,0014%), но его влияние в периоде прогнозирования на перспективу быстро ослабевает и в конце этого периода он воздействует на ОТРЭЛО уже отрицательно. Рост двух других показателей влияет на ОТРЭЛО всегда отрицательно (например, в 2010 г. рост КУРДОЛ на 1% вызвал бы снижение ОТРЭЛО на 1,481%, а такой же рост ОТРКНП — на 0,228%), причем такое воздействие усиливается в периоде прогнозирования на перспективу.

Сам показатель ОТРЭЛО входит в динамические модели пяти факторов-функций: ЭКС, ВЖД, ООП, ДЗО, НПОФЕД. Коэффициенты  $b_{\text{ОТРЭЛО}}(t)$  уравнений этих моделей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты уравнений динамических моделей факторов-функций при логарифме ОТР по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования

Год	Факторы-функции				
	ЭКС	ВЖД	ООП	ДЗО	НПОФЕД
2005	-1,04768	0,511301	-0,01125	0,003007	-0,00014
2006	-1,29241	0,606279	-0,00730	0,012971	0,003337
2007	-1,37020	0,588970	-0,05381	0,001537	0,002696
2008	-1,39953	0,591266	-0,06837	-0,00201	0,002777
2009	-1,43069	0,564087	-0,11199	-0,01558	0,001778
2010	-1,44074	0,559879	-0,15027	-0,03046	0,001618
2011	-1,49478	0,526918	-0,19708	-0,04467	0,000405
2012	-1,38241	0,419992	-0,29167	-0,08469	-0,00352
2013	-1,52352	0,419579	-0,33823	-0,10206	-0,00355
2014	-1,46504	0,340871	-0,42241	-0,15914	-0,00644
2015	-1,42040	0,133992	-0,57872	-0,20262	-0,01404
2016	-1,46995	0,120195	-0,64143	-0,27998	-0,01456
2017	-1,57775	-0,027810	-0,77063	-0,33441	-0,02001
2018	-1,27974	-0,367650	-1,00118	-0,46612	-0,03248
2019	-1,60734	-0,415930	-1,08569	-0,53438	-0,03428
2020	-1,47648	-0,663420	-1,26829	-0,69789	-0,04339

Рост ОТРЭЛО влияет на ЭКС и ООП всегда отрицательно (например, в 2010 г. такой рост на 1% привел бы к снижению ЭКС на 1,441%, а ООП — на 0,150%), на ВЖД — в основном (кроме конца периода прогнозирования на перспективу) положительно (например, в 2010 г. рост ОТРЭЛО на 1% вызвал бы рост ВЖД на 0,560%), а на ДЗО и НПОФЕД — в основном (кроме части базового периода) отрицательно.

Теперь несколько более кратко рассмотрим показатель ДДД. Система его обычных моделей для базовых интервалов представлена в табл. 4.

Таблица 4

Система обычных моделей среднемесячных денежных доходов на душу населения

Интервал (годы)	Модель для интервала
2005–2010	$\ln \text{ДДД}(t) = -1,0135 + 1,204861 \ln \text{ДДН}(t) - 0,00338 \text{ИПДОБ}(t) + 0,062865 \ln \text{ОТРХИМ}(t) - 0,22943 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,022803 \ln \text{ООП}(t) - 0,00393t$
2006–2011	$\ln \text{ДДД}(t) = -5,56808 + 1,476299 \ln \text{ДДН}(t) - 0,0017 \text{ИПДОБ}(t) + 0,027055 \ln \text{ОТРХИМ}(t) + 0,12671 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) - 0,01212 \ln \text{ООП}(t) - 0,08822t$
2007–2012	$\ln \text{ДДД}(t) = -3,96699 + 1,416758 \ln \text{ДДН}(t) - 0,00212 \text{ИПДОБ}(t) + 0,030046 \ln \text{ОТРХИМ}(t) - 0,07179 \ln \text{ОТРЭГВ}(t) + 0,037246 \ln \text{ООП}(t) - 0,05613t$

Модели коэффициентов уравнения динамической модели ДДД имеют вид:

$$\begin{aligned}
 b_1(t) &= -4,60487 + 746,4465/(t+1)^3 + 0,001871t^2 \cdot \cos(\pi t) - 5,94937 \cos(\pi t)/t^2 + 0,000759t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t); \\
 b_{\text{ДДН}}(t) &= 1,447074 - 5,75818/t^2 - 0,00013t^2 \cdot \cos(\pi t) + 0,427321 \cos(\pi t)/t^2 + 0,00000144t^4; \\
 b_{\text{ИПДОБ}}(t) &= -0,00189 - 0,03537/t^2 - 0,00000085t^2 \cdot \cos(\pi t) + 0,002749 \cos(\pi t)/t^2 + 0,00000000711t^4; \\
 b_{\text{ОТРХИМ}}(t) &= -0,02538 + 0,138871/\ln(t) + 0,0000161t^2 \cdot \cos(\pi t) - 0,05718 \cos(\pi t)/t^2 - 0,000000012t^4; \\
 b_{\text{ОТРЭГВ}}(t) &= -0,02195 - 125,151/t^4 - 0,00024t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 0,000097t^2 \cdot \cos(\pi t) + 0,809233 \cos((2\pi/3)t)/t^2; \\
 b_{\text{ООП}}(t) &= 0,006127 + 0,00000119t^4 + 8,237765/t^4 + 0,0000465t^2 \cdot \cos((2\pi/3)t) - 0,18294 \cos((2\pi/3)t)/t^2; \\
 b_t(t) &= -0,06565 + 7,507696/t^3 + 0,0000374t^2 \cdot \cos(\pi t) - 0,09755 \cos(\pi t)/t^2.
 \end{aligned}$$

Таблица 5

Коэффициенты уравнения динамической модели среднемесячных денежных доходов на душу населения

Год	$b_1(t)$	$b_{ддн}(t)$	$b_{индлб}(t)$	$b_{отрхим}(t)$	$b_{отрэгв}(t)$	$b_{ооп}(t)$	$b_A(t)$
2005	-0,96737	1,203917	-0,00339	0,062711	-0,23301	0,023125	-0,00262
2006	-2,49925	1,296009	-0,00282	0,050960	-0,10801	0,010613	-0,03226
2007	-3,13579	1,330883	-0,00261	0,046071	-0,07182	0,013131	-0,04360
2008	-3,57845	1,361044	-0,00243	0,041048	-0,05747	0,012934	-0,05012
2009	-3,87505	1,391033	-0,00225	0,036432	-0,04231	0,016672	-0,05717
2010	-3,95441	1,394659	-0,00223	0,034770	-0,03639	0,017394	-0,05538
2011	-4,39596	1,433263	-0,00200	0,029294	-0,00788	0,021988	-0,06372
2012	-3,92784	1,420437	-0,00209	0,029941	-0,07024	0,036539	-0,05660
2013	-4,67786	1,474228	-0,00177	0,022943	0,007533	0,036885	-0,06797
2014	-4,12176	1,448641	-0,00195	0,025499	-0,02311	0,047791	-0,05609
2015	-4,64640	1,522552	-0,00151	0,016446	-0,05213	0,075966	-0,07140
2016	-4,09440	1,485872	-0,00177	0,020747	-0,02001	0,078349	-0,05463
2017	-5,10649	1,584483	-0,00118	0,009144	0,037158	0,098836	-0,07458
2018	-3,66258	1,537710	-0,00152	0,015117	-0,12836	0,145174	-0,05256
2019	-5,30727	1,665633	-0,00076	0,000475	0,053424	0,152546	-0,07777
2020	-3,94262	1,609599	-0,00118	0,008084	-0,01525	0,186788	-0,05001

Коэффициенты уравнения динамической модели представлены в табл. 5.

Коэффициент  $b_{ддн}(t)$  в базовом периоде и в периоде прогнозирования на перспективу достаточно стабилен. Абсолютные величины  $b_1(t)$ ,  $b_{ооп}(t)$  и  $b_A(t)$  в базовом периоде быстро возрастают, причем быстрее всех (в 22 раза) растет абсолютная величина  $b_A(t)$ , а в периоде прогнозирования на перспективу  $b_1(t)$  и  $b_A(t)$  начинают стабилизироваться, а  $b_{ооп}(t)$  продолжает ускоренно расти. Абсолютные величины трех других коэффициентов в базовом периоде быстро убывают, причем наиболее быстро (в 3,3 раза) убывает абсолютная величина  $b_{отрэгв}(t)$ , а в периоде прогнозирования на перспективу  $b_{отрэгв}(t)$  совершает колебания, иногда меняя знак, а абсолютные величины  $b_{индлб}(t)$  и  $b_{отрхим}(t)$  продолжают убывать, причем  $b_{отрхим}(t)$  — ускоренно.

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

В настоящем исследовании использованы некоторые результаты из [2]: упрощенные модели зависимостей показателей от времени в расчетном периоде и, кроме того, средние, а также минимально и максимально допустимые значения показателей в годах периода прогнозирования на перспективу.

Процесс прогнозирования показателей на перспективу был похож на аналогичный процесс для

обычной макромоделли, подробно описанный в [2]. Различие состоит в том, что при вычислении прогнозных значений эндогенных показателей по формулам, выражающим их через predetermined переменные, для каждого показателя в [2] применялась одна формула для всех лет, а в настоящем исследовании аналогичные формулы, полученные при формировании динамической макромоделли, зависят от года.

Далее представлены результаты одного варианта прогнозирования показателей на перспективу. В нем (для сопоставимости с результатами из [2]) прогнозы фиксированных экзогенных показателей (МЦНЕФЮ, МЦГАЗ, УЦЗОЛ) — те же, что в [2], так как вычислялись по одинаковым упрощенным моделям их зависимостей от времени.

Результаты прогнозирования экзогенных показателей динамической макромоделли на четыре года периода прогнозирования на перспективу представлены в табл. 6.

Результаты прогнозирования эндогенных показателей динамической макромоделли на те же четыре года представлены в табл. 7.

В 2014–2020 гг. быстрее других эндогенных показателей динамической макромоделли могут возрастать ОТР по производству кокса и нефтепродуктов (9,891 % в год) и кредиты, предоставленные физическим лицам (8,812 % в год), а быстрее всего убывать — налог на прибыль организаций в федеральном бюджете (–12,050 % в год).

Таблица 6

Результаты прогнозирования на перспективу экзогенных показателей динамической макромоделли

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2013 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.
МЦНЕФЮ	дол./бар.	111,8822	126,5789	141,2756	163,3206
МЦГАЗ	дол./т. куб. м	398,3970	405,9459	410,9909	415,9127
УЦЗОЛ	руб./г	1612,966	1871,520	2113,340	2450,783
СТРЕФ	%	7,767618	6,695098	6,711422	5,263484
НОРЮЛ	%	4,433906	5,329719	5,164562	6,203544

Таблица 7

Результаты прогнозирования на перспективу эндогенных показателей динамической макромоделли

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2013 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.
ВВП	млрд руб.	64077,93	75090,78	92008,56	109291,1
ИНОК	млрд руб.	12752,93	14387,21	17358,50	20232,67
ОТРТПИ	млрд руб.	8051,062	9507,429	10964,21	13149,43
ОТРППИ	млрд руб.	1022,563	1201,827	1381,091	1764,545
ОТРПИЩ	млрд руб.	4083,310	4768,585	5415,670	6412,518
ОТРТЕК	млрд руб.	244,4540	274,3269	284,8314	348,9527
ОТРКОЖ	млрд руб.	53,91797	58,87423	65,54008	73,47763
ОТРДЕР	млрд руб.	315,5635	358,1401	426,0643	464,4451
ОТРБУМ	млрд руб.	706,4503	849,6070	934,8549	1050,173
ОТРКНП	млрд руб.	5391,404	6646,789	7902,202	10433,68
ОТРХИМ	млрд руб.	2029,156	2384,161	2736,889	3227,490
ОТРРЕЗ	млрд руб.	622,3638	728,0594	833,9286	992,2926
ОТРПМП	млрд руб.	1077,415	1169,204	1337,600	1348,883
ОТРМЕТ	млрд руб.	3806,068	4092,381	4637,773	4661,020
ОТРАМШ	млрд руб.	1203,316	1353,911	1588,350	1691,037
ОТРЭЛО	млрд руб.	1404,623	1616,499	1981,080	2360,340
ОТРТРС	млрд руб.	2656,634	3165,576	3674,518	4437,932
ОТРПОБ	млрд руб.	1128,380	1313,947	1592,802	1879,144
ОТРЭГВ	млрд руб.	4295,089	4987,275	5695,918	6758,884
ПСХ	млрд руб.	3501,795	3931,039	4595,072	5264,054
ОРС	млрд руб.	5729,123	6337,481	7283,707	8152,813
ОРТ	млрд руб.	24273,32	26642,60	30597,33	36587,29
ООП	млрд руб.	1083,169	1348,721	1554,025	1839,397
ОПУ	млрд руб.	6319,289	7244,923	8816,123	10461,63
ООТ	млрд руб.	43288,94	48906,41	57560,68	65648,07
ООТО	млрд руб.	36866,06	39209,57	43505,98	49501,38
ДФБ	млрд руб.	12232,29	13573,24	16071,79	18158,82
ДБС	млрд руб.	8648,934	8853,123	9534,458	10419,14
НСПФЕД	млрд руб.	4784,060	5322,819	5828,833	6537,748
НСПСУБ	млрд руб.	5776,036	6477,678	7558,894	8608,368
НПОФЕД	млрд руб.	306,3898	254,4842	217,9452	124,7201
НПОСУБ	млрд руб.	1767,596	1840,964	2029,924	1967,787
РПРУБО	млрд руб.	7160,487	7977,514	8744,882	9819,950
ДМ	млрд руб.	28947,87	34814,22	44269,16	50283,61

Обозначение показателя	Единица измерения	Прогнозы			
		2013 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.
ДМНАЛ	млрд руб.	6748,463	7933,925	9751,979	11616,16
КРОКР	млрд руб.	5611,860	6062,852	6952,520	7482,380
КРОДЛ	млрд руб.	16091,91	17710,95	20640,62	24382,41
КРФЛ	млрд руб.	8668,563	10608,77	12753,28	15656,34
КЗО	млрд руб.	25543,02	32633,53	35686,93	43306,49
ДЗО	млрд руб.	25151,95	30008,41	34865,37	42150,81
ДДН	млрд руб.	42162,15	48401,32	59878,95	71826,65
ДРН	млрд руб.	41941,77	52447,72	59766,80	72574,74
ЭКС	млрд дол.	515,3110	569,4405	662,8806	733,6892
ИМ	млрд дол.	333,1164	372,3265	435,1246	498,4584
КУРДОЛ	руб.	33,48146	36,09042	37,47787	44,47738
КУРЕВР	руб.	44,11304	44,99670	42,67515	47,01915
НЗР	руб.	28415,64	33505,47	41178,73	49256,23
ДДД	руб.	24436,74	28329,04	34784,33	41588,05
ПРД	руб.	17700,27	22448,37	26368,41	31137,88
ЧЗЭ	млн чел.	68,23324	69,07207	73,98375	68,20122
ЧБР	млн чел.	4,675352	4,160243	3,950347	3,893894
ЧБРРЕГ	тыс. чел.	1309,647	1158,604	975,0515	865,1150
ПРР	тыс. чел.	1567,611	1815,450	2268,281	2590,138
ГОТ	млрд ткм	4896,524	5077,317	5315,321	5677,378
ВЖД	млн кв. м	63,76044	64,33467	64,69259	65,01192
ОТЭКСИМ	отнош.	1,546940	1,529412	1,523427	1,471917
ОТКУРДЕ	отнош.	0,758992	0,802068	0,878213	0,945942
РЕНТР	%	8,793045	7,996201	7,677152	6,539164
РЕНАКО	%	5,510251	4,963384	4,887059	3,944618
СТКРОКР	%	10,25410	9,821719	8,660554	8,237029
СТКРОДЛ	%	11,78406	11,44084	11,11609	10,65861
ИПП	% к пред.	101,7432	95,88470	107,9458	99,99336
ИПДОБ	% к пред.	99,33078	96,29013	106,3649	105,3028
ИПОБР	% к пред.	100,5217	96,50460	109,6895	108,5687
ИПЭГВ	% к пред.	101,4189	102,4961	100,3145	106,2561
ИЦПТ	% к пред.	105,8691	107,8747	105,5458	105,4593
ИЦСХ	% к пред.	104,8662	101,3475	98,29311	123,8070
ИЦСП	% к пред.	101,2436	105,3096	103,9322	93,67443
ИТПП	% к пред.	101,5588	107,8668	108,7016	120,5012
ИЩ	% к пред.	103,5562	109,7761	107,0789	97,77159

## Заключение

В результате исследования построена динамическая макромоделль российской экономики. Выявлено, что на рост производства электрооборудования, электронного и оптического оборудования (основы аппаратных средств ИКТ) сильнее всего влияют рост курса доллара США (отрицательно) и рост индекса цен производителей промышленных това-

ров (положительно), а сам рост этого производства существенно важен для роста ввода в действие жилых домов, но отрицательно воздействует на рост экспорта. Макромоделль успешно протестирована применительно к краткосрочному прогнозированию экономической динамики России. Также выполнено прогнозирование показателей макромоделли на перспективу с применением специально разработанной методики.

## Литература

1. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Динамическое моделирование экономики российских регионов. // Труды ИСА РАН. 2013. Т. 63. Вып. 4.
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.
3. Галин Д. М., Сумарокова И. В. Макромодель экономики России, включающая блок информационных технологий. // Труды ИСА РАН. 2014. Т. 64. Вып. 3.
4. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. М.: Наука, 1966.
5. Джонстон Дж. Эконометрические методы. М.: Статистика, 1980.
6. [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)
7. [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

**Галин Дмитрий Михайлович.** С. н. с. ИСА РАН. К. э. н. Окончил в 1973 г. МГУ. Количество печатных работ: 23. 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 РАН. Окончила в 1984 г. Медицинское училище № 1 г. Москвы и в 1998 г. компьютерные курсы. Количество печатных работ: 5. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: [zavelsky@isa.ru](mailto:zavelsky@isa.ru)