

# Прогнозирование развития экономики России с учетом нового классификатора видов экономической деятельности

Д.М. ГАЛИН, И.В. СУМАРОВА

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается модернизация ранее построенной авторами макромоделли России с целью приведения ее в соответствие новому классификатору видов экономической деятельности. Представлены результаты прогнозирования развития экономики России с применением модернизированной макромоделли на период до 2028 г. по двум сценариям.

**Ключевые слова:** прогнозирование развития экономики, макромодель, модели переменных, эндогенные и экзогенные переменные, решение задачи прогнозирования, сценарий, точность прогноза показателя, классификатор видов экономической деятельности, динамика показателя.

**DOI:** 10.14357/20790279220104

## Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка методов прогнозирования развития экономики страны и ее регионов на различные периоды с использованием макроэкономических моделей, в которых достаточно полно учитываются взаимозависимости экономических показателей (далее вместо термина «макроэкономическая модель» употребляется сокращение «макромодель»). Основное направление исследований авторов – разработка макромоделей России и их использование для прогнозирования развития ее экономики на перспективу, а также решение аналогичной задачи для регионов России.

Результаты исследований, близких по тематике к настоящему, представлены, например, в [1–3]. В [1] исследуется модель экономического роста, учитывающая миграционные потоки в составе трудового ресурса экономики, в основе которой лежит производственная функция Кобба-Дугласа, одним из факторов которой является совокупный труд. В [2] динамическая межотраслевая модель используется для выполнения нескольких вариантов прогноза развития экономики России на период 2019-2024 гг. с целью оценки влияния ускоренного обновления основного капитала на параметры экономического роста. В [3] рассматривается модель

оценки потенциального ВВП и разрыва выпуска российской экономики с учетом ее специфики, позволяющая строить сценарные прогнозы данных показателей и получать декомпозицию ненаблюдаемых переменных на вклад наблюдаемых факторов.

В настоящей статье предполагается, что динамика любой переменной описывается ее моделями. Каждая из них состоит из одного уравнения, выражающего зависимость переменной (фактора-функции), которая может быть представлена в натуральной или в логарифмической форме, от факторов-аргументов и времени или только от времени. Для времени используется обычное обозначение  $t$ ; на условной шкале времени значение  $t=0$  соответствует 2000 г.

В уравнении модели зависимости переменной (фактора-функции)  $Z(t)$  от факторов-аргументов  $x_j(t)$  и времени каждый аргумент может быть представлен, как и функция, либо в натуральной, либо в логарифмической форме. Такое уравнение имеет общий вид:

$$F_z(Z(t))=b_1+\sum_{x_j \in X_z} b_{x_j} F_{x_j}(x_j(t))+b_t t. \quad (1)$$

Здесь  $F_z(Z(t))$  – значение  $Z(t)$  в его форме представления, то есть, либо  $F_z(Z(t))=Z(t)$ , либо  $F_z(Z(t))=\ln Z(t)$ ;  $F_{x_j}(x_j(t))$  – аналогичная величина

для  $x_j(t)$ ;  $X_z$  – множество факторов-аргументов уравнения. Обозначение  $b_1$  используется для свободного члена уравнения, так как его можно рассматривать как коэффициент при переменной, тождественно равной единице и далее именуемой «единица»; слагаемое  $b_1 t$  может отсутствовать.

Уравнение модели зависимости переменной (фактора-функции)  $Z(t)$  от времени, а, точнее, от функций времени  $g_j(t)$  из заданного множества  $G$ , имеет общий вид:

$$F_z(Z(t)) = d_1 + \sum_{g_j \in G_z} d_{g_j} g_j(t). \quad (2)$$

Здесь  $F_z(Z(t))$  означает то же, что и в уравнении (1);  $G_z$  – множество используемых функций,  $G_z \subset G$ . Состав постоянно используемого авторами множества  $G$  приведен в [4,5].

Постановка задачи прогнозирования развития экономики некоторого объекта (страны или региона) с применением его макромоделей представлена в [4] и, более развернуто, в [5]. В настоящей статье используются периоды для решения задачи, указанные в описании ее постановки: предбазовый, базовый, прогнозный, расчетный, а также период прогнозирования на перспективу (далее – ППП). Наряду с эндогенными и экзогенными переменными используются предопределенные (экзогенные, включая «единицу» и  $t$ , и эндогенные с лаговыми значениями).

Информация для исследований авторов формируется, в основном, на базе отчетности Росстата [6] и Банка России [7]. В последней по времени серии исследований, продолжавшейся с конца 2016 г. по середину 2020 г., использовалась информация из данных источников за 2004-2015 гг., а периоды для решения задач прогнозирования были таковы: предбазовый – 2004 г., базовый – 2005-2014 гг., прогнозный – 2015 г., расчетный – 2005-2015 гг., ППП – 2015-2025 гг. В процессе этих исследований сначала (в 2016-2017 гг.) была решена задача прогнозирования развития экономики России с применением макромоделей, разработанной авторами на перспективу по двум сценариям, а затем (в 2017-2020 гг.) аналогичная задача была решена для ряда федеральных округов и субъектов федерации (с использованием тех же сценариев и ряда показателей макромоделей страны).

Основные результаты, полученные при прогнозировании развития экономики России и ее регионов: модели зависимостей некоторых показателей от других факторов и времени, среднегодовые темпы прироста и средние значения важнейших показателей в ППП, графики динамики некоторых показателей в базовом периоде и их

прогнозов по различным сценариям – представлены в [4] (по России, Центральному федеральному округу и городу Москве) и в [5] (по России, а также Северо-Западному и Дальневосточному федеральным округам).

За время выполнения серии исследований стала доступной информация из [6,7] за 2016-2019 гг., но авторы ее не использовали. Поэтому в конце 2020 г. стало актуальным проведение новой серии исследований; первым в ней является настоящее. Его основные цели – разработка, с учетом новой информации, модернизированной макромоделей России и ее применение для прогнозирования развития экономики страны на перспективу по вновь разработанным сценариям. Дополнительная цель исследования – оценка точности прогнозов показателей экономики России на 2016-2019 гг., полученных в 2017 г. Далее, если не оговорено иное, словосочетания «макромодель России» и «задача прогнозирования развития экономики России с применением ее макромоделей» заменяются сокращениями «макромодель» и «задача прогнозирования».

### 1. Изменения в отчетности Росстата и во множестве переменных макромоделей

Перечень всех эндогенных и экзогенных переменных макромоделей России и ее регионов, разработанных авторами в 2016-2020 гг. для прогнозирования развития их экономики, приведен в [5], где переменные, экзогенные во всех этих макромоделях, называются глобально-экзогенными. Далее термин «объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг» заменяется сильно сокращенной аббревиатурой ОТР (объем товаров и работ) [4,5], выражение вида «информация по показателю за период» означает значения показателя в этом периоде, а обозначения показателей в [5] (например,  $W$  – валовой внутренний продукт, и т.п.) не используются.

В 2017-2018 гг. произошли два изменения в отчетности Росстата [6], важных для настоящего исследования: по некоторым переменным макромоделей прекратилась публикация информации или произошло ее существенное обновление. Кроме того, началась публикация информации по ряду показателей, которые следовало бы включить в макромодель.

Первое изменение произошло в 2017 г.: в [6] при формировании официальной статистической информации вместо старой версии Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД) стала использоваться его

новая версия (ОКВЭД2), в которой полностью изменены разделы, относящиеся к промышленному производству. С этими разделами и с полным ОКВЭД2 можно ознакомиться в [6].

В ОКВЭД к промышленному производству относились три раздела: добыча полезных ископаемых (с двумя подразделами); обрабатывающие производства (с 14 подразделами); производство и распределение электроэнергии, газа и воды. В ОКВЭД2 стало четыре таких раздела: 1) добыча полезных ископаемых (с пятью подразделами); 2) обрабатывающие производства (с 24 подразделами); 3) обеспечение электрической энергией, газом и паром и кондиционирование воздуха; 4) водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов и деятельности по ликвидации загрязнений. В каждый раздел (подраздел) ОКВЭД2 были включены виды деятельности из нескольких разделов (подразделов) ОКВЭД.

Вследствие перехода к использованию ОКВЭД2 в [6] прекратилась публикация информации по ОТР по 17 разделам и подразделам ОКВЭД, а также по индексу производства по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, и заново сформирована информация по ОТР (по 31 разделу и подразделу ОКВЭД2), по индексу промышленного производства, по индексам производства (по четырем разделам ОКВЭД2) и по индексу цен производителей промышленных товаров. Обновленная информация по индексам производства начинается только с 2015 г., а по остальным из этих показателей – с 2016 г.

Поэтому множество эндогенных переменных макромоделей [5] было обновлено: из него были исключены 18 переменных, по которым прекратилась публикация информации в [6]; в него были включены 33 переменные, по которым информации в [6] ранее не было: упомянутые выше ОТР по 31 виду деятельности и индексы производства по двум разделам ОКВЭД2, в которых не выделены подразделы; в нем остались четыре переменные (индекс промышленного производства, индексы производства по добыче полезных ископаемых и по обрабатывающим производствам, индекс цен производителей промышленных товаров), по которым информация, использовавшаяся авторами ранее, начинается с 2004 г., а обновленная – с более поздних лет.

Второе изменение произошло в 2018 г.: в [6] прекратилась, начиная с июля, публикация ежемесячной информации по мировой цене природного газа, имеющейся за все предшествующие годы начиная с 2005 г. Ввиду важности данного показателя авторы решили сформировать недостающую

информацию по нему, не используя [6]. Далее будет показано, как им это удалось.

После обновления множества эндогенных переменных макромоделей их количество, ранее равное 70 [4,5], достигло 85. Авторы довели его до 88, добавив три новые переменные; это – вклады физических лиц, среднемесячный прожиточный минимум на душу населения, индекс производства продукции сельского хозяйства. Количество экзогенных переменных макромоделей осталось равным пяти [4,5].

## 2. Формирование информации, необходимой для решения задачи прогнозирования

Ранее, когда авторы начинали новую серию исследований, изменялись все периоды для решения задачи прогнозирования, кроме предбазового: новым прогнозным периодом становился последний год, за который известна информация к началу исследования, в новый базовый период включались все годы между предбазовым и новым прогнозным, а в новый ППП – все годы старого ППП, начиная с нового прогнозного периода, и несколько последующих лет. Новый расчетный период становился, как всегда [4,5], объединением новых базового и прогнозного. При этом новая информация, необходимая для прогнозирования, формировалась стандартным образом: путем непосредственного заимствования информации из источников или преобразованием последней с применением обычных арифметических действий.

Следствием описанных выше изменений во множестве переменных макромоделей стало наличие в ней 37 показателей, по которым информация из [6] начинается только с 2015 г. или с 2016 г., но может быть использована для формирования информации за более ранние годы посредством экстраполяции. Таким образом, по известным значениям показателей за пять лет или за четыре года предстояло определить их значения за несколько предшествующих лет. Авторы решили, что при наличии информации только за 2016-2019 гг. следует проводить экстраполяцию только на три года, так как ее продолжение на более ранние годы казалось некорректным.

Таким образом, оказалось, что описанные выше изменения периодов для решения задачи прогнозирования, кроме ППП, уже невозможны, так как сформированная информация по ряду показателей может начинаться только с 2013 г. Этот год авторы решили считать началом базового периода. Кроме того, поскольку началом нового ППП стал 2019 г., авторы решили считать его кон-

цом 2028 г. Итак, определились следующие новые периоды для решения задачи прогнозирования: предбазовый – 2012 г., базовый – 2013-2018 гг., прогнозный – 2019 г., расчетный – 2013-2019 гг., ППП – 2019-2028 гг. Большая часть новой информации, необходимой для прогнозирования, формировалась стандартным образом, как указано выше.

Нестандартным образом формировалась часть информации по тем показателям, по которым в [6] информация сформирована заново ввиду перехода к использованию ОКВЭД2 (по 32 показателям – за 2013-2015 гг., по пяти – за 2013-2014 гг.). Для каждого из них строилась упрощенная модель [4,5] его зависимости от времени, по которой путем экстраполяции вычислялись его недостающие значения. Процесс построения был сходен с описанным в [5] процессом построения такой модели для прогнозирования на перспективу. Различие состояло в следующем:

- 1) вместо расчетного периода и ППП использовались, соответственно, период, за который имелась информация, и период, за который она отсутствовала;
- 2) ввиду того, что длина периода, заменявшего расчетный, не превышала пяти лет, в использовавшееся для моделирования множество  $G_p$  ( $G_p \subset G$ ) входили все степенные и логарифмические функции, а также функции вида  $t^a \times \sin(\pi t)$  и  $t^a \times \cos(\pi t)$ ;
- 3) при построении моделей в уравнениях вида (2) опробовались обе формы представления факторов-функций (натуральная и логарифмическая).

Также нестандартным образом формировалась часть информации по мировой цене природного газа (за 2018-2019 гг.). Прежде всего, предстояло определить источник информации, который можно использовать вместо [6]. При его поиске выяснилось, что почти на всех обследованных сайтах информация по какой-либо цене природного газа имеется только за некоторые годы или месяцы. Единственным пригодным для применения оказался сайт «Богатый Хомячок» [8], на котором имеется архив цен на товары (энергоносители, цветные металлы, продовольствие) на биржах и фьючерсных рынках. В частности, на нем имеется архив цен природного газа на Нью-Йоркской товарной бирже начиная с 2005 г. Этот архив авторы решили использовать для вычисления значений мировой цены природного газа в 2018-2019 гг.

Были построены модели зависимости мировой цены природного газа от его цены на Нью-Йоркской товарной бирже и времени в периодах, начинающихся с 2012–2015 г. и заканчивающихся 2017 г. В уравнениях этих моделей, имеющих вид (1), обе

цены были представлены в логарифмической форме, а аргумент  $t$  мог как присутствовать, так и отсутствовать. Статистически значимыми оказались только уравнения моделей данной зависимости в периодах 2012-2017 гг. и 2013-2017 гг., содержащие аргумент  $t$ . Вычисленные значения мировой цены природного газа в 2013-2019 гг. в обеих этих моделях оказались убывающими. Среднегодовой темп убывания был минимальным в модели зависимости в 2013-2017 гг. Она была признана лучшей, а вычисленные по ней значения мировой цены природного газа в 2018-2019 гг. были приняты в качестве окончательных.

### 3. Методика и процесс решения задачи прогнозирования

Подробные описания методики и процесса решения задачи прогнозирования представлены в [4], а также в [5], где они приведены в обобщенном виде, без привязки к конкретному объекту (стране или региону) и к конкретным значениям используемых параметров. Поэтому в настоящей статье такие описания даются в сильно сокращенном виде, но указаны параметры, значения которых в настоящем исследовании изменились по сравнению с [4,5].

Для решения задачи прогнозирования применяется методика, неоднократно используемая авторами; ее основные средства – двухшаговый метод наименьших квадратов (МНК) и комбинация уравнений регрессии.

Двухшаговый МНК применяется, согласно подходу, описанному в [9], при формировании макромодели в виде системы одновременных уравнений для оценивания параметров зависимостей одних эндогенных переменных от других и от предопределенных переменных.

Комбинация уравнений регрессии – это разработанная авторами специальная методика, которая применяется для формирования уравнений видов (1) и (2) посредством комбинации основного и нескольких дополнительных уравнений регрессии.

В процессе решения задачи прогнозирования можно выделить шесть этапов, которые выполняются последовательно.

На 1-м этапе формируются модели зависимостей экзогенных переменных от времени в расчетном периоде.

На 2-м этапе формируются модели зависимостей эндогенных переменных от времени в базовом периоде.

На 3-м этапе формируются модели зависимостей эндогенных переменных от других факторов и

времени в базовом периоде и строится макромоделю как система уравнений этих моделей. Ввиду того, что в настоящем исследовании длина базового периода составляет шесть лет (а не десять, как в [4,5]), минимально желательное количество факторов-аргументов модели равно двум, а не трем.

На 4-м этапе макромоделю преобразуется в систему формул, выражающих эндогенные переменные через predetermined и используемые при прогнозировании на перспективу.

На 5-м этапе формируются упрощенные модели зависимостей всех переменных от времени в расчетном периоде и определяются сценарии прогнозирования на перспективу, каждый из которых характеризуется значениями некоторых экзогенных переменных в годах ППП (далее такие переменные называются фиксированными [4,5]), вычисленными по их упрощенным моделям. Ввиду того, что в настоящем исследовании длина расчетного периода составляет семь лет (а не одиннадцать, как в [4,5]), максимальное значение параметра  $q$  в функциях вида  $t^{\alpha} \times \sin((2\pi/q)t^{\beta})$  и  $t^{\alpha} \times \cos((2\pi/q)t^{\beta})$ , входящих в используемое для моделирования множество  $G_p$  ( $G_p \subset G$ ), равно трем, а не пяти. Построение упрощенных моделей экзогенных переменных и определение сценариев прогнозирования на перспективу можно выполнять и на 1-м этапе [5].

На 6-м этапе все переменные, кроме фиксированных экзогенных, прогнозируются на перспективу по определенным сценариям.

Используя описанную методику, авторы полностью провели процесс решения задачи прогнозирования: была построена макромоделю России, множество переменных которой соответствует ОКВЭД2. С ее применением было выполнено прогнозирование развития экономики России на перспективу по двум сценариям.

Далее представлены основные результаты, полученные при решении задачи прогнозирования.

#### 4. Модели некоторых показателей экономики России

В качестве примеров моделей зависимостей эндогенных переменных макромоделю от других факторов и времени рассмотрим модели объема платных услуг населению, денежной массы и денежных расходов населения. Здесь и далее обозначения переменных аналогичны использовавшимся в [4]. Оценка качества прогноза по модели равна модулю относительного отклонения прогнозного значения фактора-функции от фактического в прогнозном году [4,5].

Модель объема платных услуг населению имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ОПУ}(t) = & 6,262594 + \\ & + 0,601968 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - 0,33775 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + \\ & + 0,011884 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ & + 0,000547 \text{ИПЦ}(t) + 0,05904t. \end{aligned}$$

Здесь ОПУ – объем платных услуг населению; ОТРЭЛО – ОTR по производству электрического оборудования; ОТРМАШ – ОTR по производству машин и оборудования, не включенных в другие группировки; МЦГАЗ – мировая цена природного газа; ИПЦ – индекс потребительских цен.

Уравнение модели получено посредством комбинации основного уравнения

$$\begin{aligned} \ln \text{ОПУ}(t) = & 6,435937 + 0,601968 \ln \text{ОТРЭЛО}(t) - \\ & - 0,33775 \ln \text{ОТРМАШ}(t) + 0,055836t \end{aligned}$$

и дополнительного уравнения

$$\begin{aligned} \ln(\text{ОПУ}(t)/\text{ОПУ}(t)^r) = & -0,17334 + \\ & + 0,011884 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + 0,000547 \text{ИПЦ}(t) + 0,003204t, \end{aligned}$$

где  $\text{ОПУ}(t)^r$  – расчетные значения  $\text{ОПУ}(t)$ , вычисленные с применением основного уравнения.

Оценка качества прогноза по модели составляет 0,011246%.

Модель денежной массы имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ДМ}(t) = & 2,29267 - 0,00409 \text{ИПВОД}(t) + \\ & + 0,97225 \ln \text{ДМНАЛ}(t) - 0,0819 \ln \text{ЭКС}(t) + 0,02751t, \end{aligned}$$

где ДМ – денежная масса; ИПВОД – индекс производства по водоснабжению, водоотведению, организации сбора и утилизации отходов и деятельности по ликвидации загрязнений; ДМНАЛ – наличные деньги вне банковской системы; ЭКС – экспорт.

Уравнение модели является основным; дополнительные отсутствуют.

Оценка качества прогноза по модели составляет 0,184923%.

Модель денежных расходов населения имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln \text{ДРН}(t) = & -0,50224 + 1,23773 \ln \text{ДДН}(t) - \\ & - 0,30557 \ln \text{ОТРПМП}(t) + 0,00798 \ln \text{ВЖД}(t) - \\ & - 0,00276 \ln \text{ОТРПТС}(t) + \\ & + 0,000195 \ln \text{МЦГАЗ}(t) + \\ & + 0,000063 \ln \text{ПСХ}(t) + 0,000015 \ln \text{ОРТ}(t) + \\ & + 0,00000445 \ln \text{ОТРКОЖ}(t) - \\ & - 0,000000052 \text{ИПДОБ}(t) + 0,003989t, \end{aligned}$$

где ДРН – денежные расходы населения; ДДН – денежные доходы населения; ОТПМП – ОТП по производству прочей неметаллической минеральной продукции; ВЖД – ввод в действие жилых домов; ОТПТС – ОТП по производству прочих транспортных средств и оборудования; МЦГАЗ – мировая цена природного газа; ПСХ – продукция сельского хозяйства; ОРТ – оборот розничной торговли; ОТПКОЖ – ОТП по производству кожи и изделий из кожи; ИПДОБ – индекс производства по добыче полезных ископаемых.

Уравнение модели получено посредством комбинации основного уравнения

$$\ln ДРН(t) = -0,51474 + 1,237731 \ln ДДН(t) - 0,30557 \ln ОТПМП(t) + 0,00798 \ln ВЖД(t) + 0,003612t$$

и двух дополнительных уравнений

$$\begin{aligned} \ln(ДРН(t)/ДРН(t)^r) &= 0,012652 - 0,00276 \ln ОТПТС(t) + 0,000195 \ln МЦГАЗ(t) + 0,0000631 \ln ПСХ(t) + 0,000378t; \\ \ln(ДРН(t)/ДРН(t)^{rd1}) &= -0,00015 + 0,000015 \ln ОРТ(t) + 0,00000445 \ln ОТПКОЖ(t) - 0,000000052 \ln ИПДОБ(t) - 0,00000094t, \end{aligned}$$

где ДРН(t)<sup>r</sup> – расчетные значения ДРН(t), вычисленные с применением основного уравнения, ДРН(t)<sup>rd1</sup> – расчетные значения ДРН(t), вычисленные с применением основного и первого дополнительного уравнений.

Оценка качества прогноза по модели составляет 0,397626%.

### 5. Основные результаты прогнозирования развития экономики России на перспективу до 2028 г.

Сценарии прогнозирования развития экономики России на перспективу были разработаны в 2022 г.; далее они условно обозначены как 1-й и 2-й сценарии. Фиксированными экзогенными переменными были, как и в [4,5], мировые цены нефти Юралс, природного газа и учетная цена золота.

Функции времени в уравнениях моделей их динамики в ППП представлены в табл.1. Модель динамики мировой цены нефти Юралс во 2-м сценарии была построена с использованием вместо расчетного периода только его части начиная с 2016 г. Для построения моделей динамики мировой цены природного газа в обоих сценариях вместо расчетного использовался период 2019-2021 гг. Значения мировой цены природного газа в 2020-2021 гг. были вычислены с использованием информации из [8] по той же модели, что и значения в 2018-2019 гг. Такой необычный подход был применен для учета роста указанного показателя в 2021 г. после убывания в 2018-2020 гг.

Графики динамики мировой цены нефти Юралс в базовом периоде и ее прогнозов на перспективу по двум сценариям показаны на рис.1.

Далее представлены среднегодовые темпы прироста и средние значения в ППП важнейших показателей экономики России, количество которых равно 44 – половине от количества эндогенных переменных макромоделей (аналогично [4,5], где было 35 важнейших показателей). Ввиду желания авторов ограничить, по возможности, размер таблиц среднегодовые темпы прироста представлены в двух таблицах, в одной из которых содержится указанная информация только по показателям ОТП по видам промышленного производства.

Прогнозы любого показателя, вообще говоря, зависят от сценария, но многие показатели имеют в обоих сценариях один и тот же тип динамики в ППП (например, монотонный рост и т.п.). Далее динамика таких показателей описывается без указания сценариев.

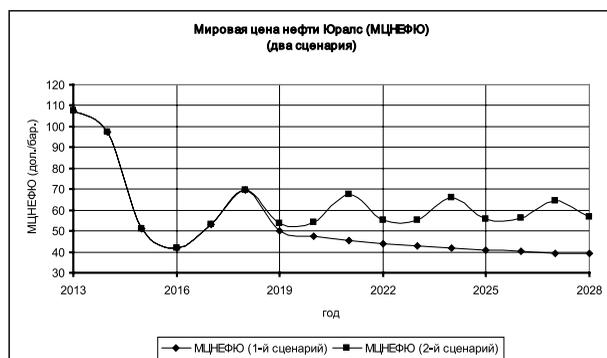
Среднегодовые темпы прироста в ППП важнейших показателей экономики России, измеряемых не в процентах (кроме ОТП по видам промышленного производства), представлены в табл. 2.

В динамике большинства (17) у этих показателей имеется много общего. Они растут либо монотонно, либо почти монотонно, но с убыванием в одном или в двух годах ППП (нарушений монотонности нет только у пяти показателей в 1-м сценарии и у шести во 2-м). Самый быстрый

Табл. 1

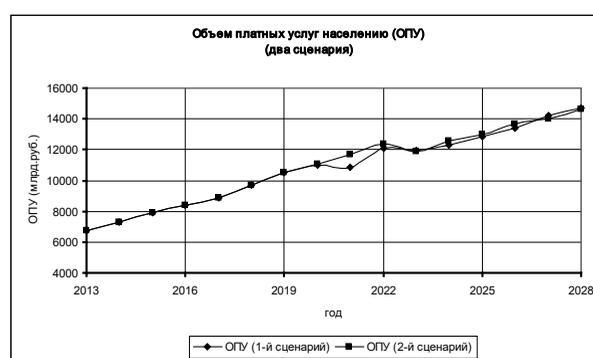
Функции времени в уравнениях моделей динамики фиксированных экзогенных переменных в ППП

Показатель	Функция времени в уравнении модели динамики показателя	
	1-й сценарий	2-й сценарий
Мировая цена нефти Юралс	$36,00892 + 1862505/t^4$	$59,03893 + 3862,905 \cos((2\pi/3)t)/t^2$
Мировая цена природного газа	$95,97354 - 0,04229t^2 \times \cos(\pi t)$	$95,84604 - 6849,58 \cos(\pi t)/t^2$
Учетная цена золота	$3495,646 - 4633330/t^3$	$5955,509 - 58339,5/t$



**Рис. 1.** Динамика мировой цены нефти Юралс в базовом периоде и ее прогнозы на перспективу по двум сценариям

рост чаще всего происходит в 2022 г., а убывание – в 2023 г. Тенденция к замедлению темпов прироста в ППП имеется у краткосрочных кредитов, предоставленных организациям (начиная с 2025 г.), и у курса евро (в 1-м сценарии – начиная с 2025 г., а во 2-м – начиная с 2026 г.) и, кроме того, во 2-м сценарии (начиная с 2026 г.) у продукции сельского хозяйства и у разности (сальдо) прибылей и убытков организаций. Тенденция к ускорению темпов прироста в ППП имеется в 1-м сценарии у грузооборота транспорта (начиная с 2026 г.).



**Рис. 2.** Динамика объема платных услуг населению в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

Графики динамики объема платных услуг населению в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис. 2.

Динамика семи показателей имеет особенности. Динамика экспорта, импорта и общей численности безработных сходна с описанной выше, но с той разницей, что эти показатели убывают с ростом в одном или в двух годах ППП (такого роста нет только у экспорта во 2-м сценарии). В 1-м сценарии тенденция к замедлению темпов убыва-

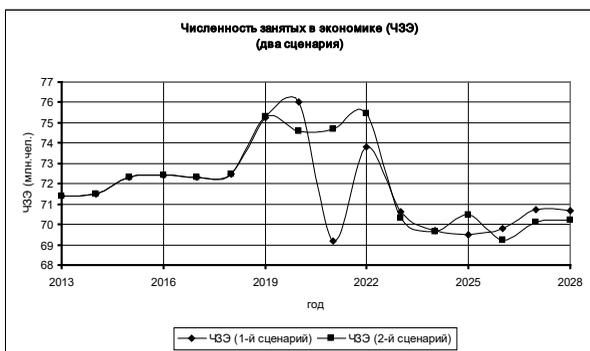
**Табл. 2**

Среднегодовые темпы прироста в ППП важнейших показателей экономики России (кроме ОТП по видам промышленного производства) (%)

Показатель	Среднегод. темп прироста	
	1-й сценарий	2-й сценарий
Валовой внутренний продукт	7,3	7,1
Инвестиции в основной капитал	6,9	7,0
Производство сельского хозяйства	2,0	2,0
Объем работ по строительству	5,8	5,8
Оборот розничной торговли	3,1	3,1
Объем платных услуг населению	3,8	3,7
Доходы федерального бюджета	6,1	6,0
Доходы бюджетов субъектов федерации	8,1	8,3
Разность (сальдо) прибылей и убытков организаций	7,6	7,7
Денежная масса	8,3	8,1
Краткосрочные кредиты, предоставленные организациям	1,4	1,4
Долгосрочные кредиты, предоставленные организациям	1,5	1,5
Денежные доходы населения	1,4	1,4
Денежные расходы населения	0,52	0,51
Экспорт	-2,2	-1,9
Импорт	-1,0	-1,0
Курс доллара США	0,97	0,95
Курс евро	0,67	0,65
Среднемесячная номинальная зарплата одного работника	6,2	6,1
Численность занятых в экономике	-0,69	-0,77
Общая численность безработных	-5,5	-5,2
Потребность работодателей в работниках	0,47	0,50
Грузооборот транспорта	4,6	4,5
Ввод в действие жилых домов	0,97	0,97

ния в ППП имеется у экспорта (начиная с 2026 г.). Потребность работодателей в работниках и ввод в действие жилых домов совершают колебания, которые в 1-м сценарии не имеют определенного периода, а во 2-м имеют период три года. Денежные расходы населения в 1-м сценарии сначала совершают колебания, а начиная с 2025 г. монотонно растут, но во 2-м имеют такую же динамику, как описанная выше (убывают только в одном году ППП). Численность занятых в экономике совершает колебания без определенного периода.

Графики динамики численности занятых в экономике в базовом периоде и ее прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис. 3.



**Рис. 3.** Динамика численности занятых в экономике в базовом периоде и ее прогнозы на перспективу по двум сценариям

Среднегодовые темпы прироста в ППП ОТП по важнейшим видам промышленного производства в России представлены в табл.3.

В динамике большинства (12) этих показателей имеется много общего. Они растут либо монотонно, либо почти монотонно, но с убыванием в одном или в двух годах ППП (это происходит у четырех показателей в 1-м сценарии и у трех – во 2-м). Самый быстрый рост чаще всего происходит в 2020 г., а убывание – в 2023 г. В 1-м сценарии тенденция к замедлению темпов прироста в ППП имеется у ОТП по производству кокса и нефтепродуктов (начиная с 2025 г.) и у ОТП по производству автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов (начиная с 2026 г.), а к их ускорению – у ОТП по производству компьютеров, электронных и оптических изделий (начиная с 2026 г.).

Графики динамики ОТП по производству автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис.4.

Динамика двух показателей имеет особенности. ОТП по производству пищевых продуктов

и ОТП по производству машин и оборудования, не включенных в другие группировки, в 1-м сценарии сначала монотонно растут, а затем совершают колебания с периодом два года (начиная, соответственно, с 2023 г. и с 2022 г.), но во 2-м имеют такую же динамику, как описанная выше (монотонно растут).

Средние значения в ППП важнейших показателей экономики России, измеряемых в процентах, представлены в табл. 4.

Индексы производства совершают колебания без определенного периода. Индексы цен производителей совершают колебания с периодом два года; амплитуда колебаний индекса цен производителей промышленных товаров растет. Индекс потребительских цен почти монотонно убывает (растет в одном году в 1-м сценарии и в двух во 2-м).

Графики динамики индекса производства по обрабатывающим производствам в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис. 5.

Сценарий, предпочтительный для развития экономики России, можно определить согласно критерию, подробно описанному в [4,5] и основанному на результатах, представленных в табл. 2-4. Применяя его, можно сделать вывод, что для развития экономики России предпочтителен 1-й сценарий, являющийся лучшим для 18 важнейших показателей из 44. Наиболее заметно его превосходство для валового внутреннего продукта, общей численности безработных, ОТП по производству прочей неметаллической минеральной продукции, индекса цен производителей сельскохозяйственной продукции, индекса производства по обрабатывающим производствам. Для 14 показателей (например, для ОТП по производству химических веществ и химических продуктов, доходов бюджетов субъектов федерации, денежной массы) лучшим является 2-й сценарий, а для 12 показателей оба сценария равноценны.

После определения 1-го сценария как предпочтительного для развития экономики России было выполнено сравнение динамики эндогенных показателей в базовом периоде и в ППП (при прогнозировании по этому сценарию).

Изменения среднегодовых темпов прироста в ППП (при прогнозировании по 1-му сценарию) некоторых показателей экономики России, измеряемых не в процентах, по сравнению с их величинами в базовом периоде представлены в табл.5. У первых пяти показателей наблюдается наибольшее ускорение этих темпов (их разность в ППП и в базовом периоде больше 2%), а у последних

Табл. 3

Среднегодовые темпы прироста в ППП ОТР по важнейшим видам промышленного производства в России (%)

Вид промышленного производства	Среднегод. темп прироста	
	1-й сценарий	2-й сценарий
Добыча угля	6,2	6,1
Добыча сырой нефти и природного газа	6,3	6,8
Добыча металлических руд	7,0	7,1
Производство пищевых продуктов	5,9	5,9
Производство кокса и нефтепродуктов	6,2	6,2
Производство химических веществ и химических продуктов	5,3	5,6
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	7,9	7,7
Металлургическое производство	6,5	6,5
Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	6,8	6,8
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	7,9	7,8
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	3,1	3,2
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	5,9	5,8
Производство прочих транспортных средств и оборудования	5,4	5,5
Обеспечение электрической энергией, газом и паром и кондиционирование воздуха	2,1	2,0



**Рис. 4.** Динамика ОТР по производству автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

восьми – наибольшее замедление (данная разность меньше -10%). Можно также отметить, что наибольшее замедление среднегодового темпа убывания в ППП наблюдается у импорта (в базовом периоде и в ППП этот темп равен, соответственно, -6,1% и -1,0%).

Изменения средних значений в ППП (при прогнозировании по 1-му сценарию) некоторых



**Рис. 5.** Динамика индекса производства по обрабатывающим производствам в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

показателей экономики России, измеряемых в процентах, по сравнению с их величинами в базовом периоде представлены в табл.6. У первых двух показателей наблюдается наибольшее увеличение этих значений (их разность в ППП и в базовом периоде больше 7%), а у последнего – наибольшее уменьшение (данная разность меньше -11%).

Табл. 4

Средние значения в ППП важнейших показателей экономики России (%)

Показатель	Среднее значение	
	1-й сценарий	2-й сценарий
Индекс промышленного производства	106,7	105,5
Индекс производства по добыче полезных ископаемых	104,3	103,9
Индекс производства по обрабатывающим производствам	108,2	106,8
Индекс цен производителей промышленных товаров	108,2	107,9
Индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции	103,8	105,4
Индекс потребительских цен	95,8	96,8

**Табл. 5**

Изменения среднегодовых темпов прироста в ППП (при прогнозировании по 1-му сценарию) некоторых показателей экономики России по сравнению с их величинами в базовом периоде (%)

Показатель	Среднегод. темп прироста		Разн. среднегод. темп. прироста
	Базовый период	ППП	
ОТР по производству компьютеров, электронных и оптических изделий	4,9	7,9	3,0
Наличные деньги вне банковской системы	6,0	8,6	2,6
Грузооборот транспорта	2,1	4,6	2,5
ОТР по производству пищевых продуктов	3,6	5,9	2,3
ОТР по производству напитков	3,2	5,3	2,1
ОТР по производству машин и оборудования, не включенных в другие группировки	13,3	3,1	-10,2
ОТР по добыче угля	16,7	6,2	-10,5
Налоги, сборы и иные обязательные платежи в федеральном бюджете	17,3	6,8	-10,5
ОТР по добыче сырой нефти и природного газа	17,1	6,3	-10,8
Курс евро	11,8	0,67	-11,1
ОТР по производству кокса и нефтепродуктов	17,6	6,2	-11,4
Курс доллара США	14,5	0,97	-13,5
Налог на прибыль организаций в федеральном бюджете	23,1	6,1	-17,0

**Табл. 6**

Изменения средних значений в ППП (при прогнозировании по 1-му сценарию) некоторых показателей экономики России по сравнению с их величинами в базовом периоде (%)

Показатель	Среднее значение		Разность средних значений
	Базовый период	ППП	
Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг	8,9	17,0	8,1
Индекс производства по обрабатывающим производствам	101,0	108,2	7,2
Индекс потребительских цен	107,2	95,8	-11,4

### 6. Оценка точности прогнозов показателей на 2016-2019 гг.

Рассмотрим основные результаты, связанные с дополнительной целью настоящего исследования – оценкой точности прогнозов показателей на 2016-2019 гг., полученных с использованием старой макромоделей [4,5], путем их сравнения с фактической информацией за эти годы. Поскольку публикация в [6] такой информации по 18 эндогенным переменным старой макромоделей прекратилась, а еще по четырем информация существенно обновлена и, вероятно, стала несопоставимой с использовавшейся в [4,5], оценку точности прогнозов удалось выполнить только для 48 эндогенных переменных старой макромоделей, а также для всех (пяти) экзогенных переменных, общих для старой и новой макромоделей. Хотя в [4,5] для прогнозирования использовались два сценария, но, ввиду близости прогнозов большинства эндогенных переменных по этим сценариям, для оценки точности применялся только тот сценарий, который в [4,5] условно обозначен как 2-й. Он был разработан в 2017 г. и оказался предпочтительным

для развития экономики России, но не имеет ничего общего с тем, который является 2-м в настоящем исследовании. Точность прогноза любого показателя в периоде оценивалась, как и в [4], по среднему квадратическому отклонению (СКО) его прогнозных значений от фактических (для краткости – просто СКО).

Прогнозы экзогенных переменных следует рассматривать с учетом того, что в качестве прогнозов трех из них (фиксированных) использовались значения, вычисленные по моделям их динамики в ППП, а две другие прогнозировались на перспективу вместе с эндогенными переменными. В итоге у пяти экзогенных показателей СКО распределились так: у одного показателя СКО равно 6,4%, у трех лежит в интервале от 10 до 20%, а у одного равно 147,7%. Такое огромное СКО имеет мировая цена природного газа. Ее фактические значения (особенно в 2017 г.) значительно меньше прогнозных, определенных с использованием ее динамики в 2005-2015 гг., по которой было практически нереально спрогнозировать быстрое падение данного показателя в 2016-2019 гг. Прогнозы

остальных четырех показателей можно считать вполне удовлетворительными; например, у ставки рефинансирования Банка России СКО равно 14,2%, а у мировой цены нефти Юралс – 17,8%.

У 48 эндогенных показателей СКО распределились так: у семи показателей СКО не превышает 5%, у 15 лежит в интервале от 5 до 10%, у 13 – от 10 до 20%, а еще у 13 превышает 20%. Поскольку у 22 показателей СКО меньше 10%, а у 35 меньше 20%, можно считать такой результат вполне удовлетворительным. Однако он выглядит хуже аналогичного результата [4], полученного при оценке точности прогнозов на 2014-2015 гг., где у 40 из 70 показателей СКО меньше 10%. С другой стороны, таких крупных СКО, как в [4] у импорта (76,2%) и экспорта (56,8%), в настоящем исследовании нет. Максимальное СКО имеет налог на прибыль организаций в федеральном бюджете (46,9%); его фактические значения значительно больше прогнозных, причем такое превышение с каждым годом растет. Здесь имеет место явление, обратное описанному выше для мировой цены природного газа: по динамике показателя в 2005-2015 гг. было практически нереально спрогнозировать его быстрый рост в 2016-2019 гг. Далее даны (в порядке возрастания СКО) оценки точности прогнозов 26 важнейших показателей, представленных в табл. 2 и 4.

Очень точными (имеющими малые СКО) оказались прогнозы индекса потребительских цен (1,8%), объема платных услуг населению (2,8%), среднемесячной номинальной заработной платы одного работника (2,9%), численности занятых в экономике (4,3%) и валового внутреннего продукта (4,9%). Несколько менее точны прогнозы общей численности безработных (5,1%), инвестиций в основной капитал (5,3%), грузооборота транспорта (5,3%), индекса цен производителей сельскохозяйственной продукции (6,7%), денежной массы (7,1%), курса евро (8,7%), продукции сельского хозяйства (9,5%) и оборота розничной торговли (9,5%).

Среди показателей со средними по точности прогнозами – краткосрочные кредиты, предоставленные организациям (10,2%), денежные доходы населения (11,5%), курс доллара США (12,3%), доходы бюджетов субъектов федерации (12,8%) и федерального бюджета (13,2%), долгосрочные кредиты, предоставленные организациям (13,7%), денежные расходы населения (14,6%) и потребность работодателей в работниках (18,8%).

К числу показателей с наименее точными прогнозами относятся объем работ по строительству (20,8%), ввод в действие жилых домов (21,6%), импорт (26,5%), экспорт (36,5%) и разность (сальдо)

прибылей и убытков организаций (37,4%). Фактические значения первого и последнего из этих показателей превышают прогнозные, а у трех других наблюдается обратное явление (по причинам, аналогичным указанным выше для показателей с максимальными СКО).

## Заключение

В результате исследования сформирована модернизированная макро модель России с учетом нового классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД2) и с использованием информации, доступной в начале выполнения исследования (конец 2020 г.). С применением макро модели выполнено прогнозирование развития экономики России на 2019-2028 гг. по двум сценариям. Определен сценарий, предпочтительный для развития российской экономики. При сравнении полученных ранее прогнозов показателей экономики России на 2016-2019 гг. с фактической информацией выявлена вполне удовлетворительная точность этих прогнозов.

В исследовании не отражено влияние на экономику страны пандемии коронавируса, начавшейся в 2020 г. Во-первых, пока не известно, информация по каким показателям, связанным с коронавирусом (например, по заболеваемости населения), будет доступна в [6] (или в других источниках). Во-вторых, включение таких показателей в макро модель влечет за собой построение уравнений регрессии с их участием, для чего необходимо накопить информацию по ним как минимум за четыре года. Поэтому разработка макро модели, достаточно полно учитывающей влияние коронавируса, в настоящее время нереальна.

## Литература

1. *Дмитриев М.Г., Петров А.П., Прончева О.Г.* Моделирование экономического роста с учетом миграционных потоков // Труды ИСА РАН. 2019. Т. 69. Вып. 2. С. 17-27.
2. *Баранов А.О., Квактун М.И.* Прогнозирование ускоренного обновления основного капитала в России с использованием динамической межотраслевой модели // Проблемы прогнозирования. 2020. №2. С. 48-59.
3. *Орлова Е.А., Белоусов Д.Р., Галимов Д.И.* О модели потенциального ВВП и разрыва выпуска для российской экономики // Проблемы прогнозирования. 2020. №2. С. 60-71.
4. *Галин Д.М., Сумарокова И.В.* Применение макроэкономических моделей России и ее ре-

- гионов для прогнозирования их экономической динамики // Труды ИСА РАН. 2019. Т. 69. Вып.1. С. 37-49.
5. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Прогнозирование развития экономики России и ее регионов с использованием макроэкономических моделей. // Аудит и финансовый анализ. 2019. №3. С.25-37.
  6. rosstat.gov.ru
  7. www.cbr.ru
  8. bhom.ru
  9. Джонстон Дж. Эконометрические методы / Пер с англ. М.: Статистика. 1980. 448 с.

**Галин Дмитрий Михайлович.** Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия. Старший научный сотрудник. Кандидат экономических наук. Количество печатных работ: 40. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, моделирование экономической динамики. E-mail: zavelsky@isa.ru (ответственный за переписку).

**Сумарокова Ирина Владимировна.** Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия. Техник 1-й категории. Количество печатных работ: 18. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: zavelsky@isa.ru.

### Forecasting development of economy of Russia with taking the new classification of kinds of economic activities into account

D.M. Galin, I.V. Sumarokova

Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Abstract.** The modernization of macromodel of Russia, constructed by authors earlier, with the object of setting it in correspondence to the new classification of kinds of economic activities is considered in the article. Results of forecasting development of economy of Russia with using modernized macromodel for the period until 2028 year by two scenarios are presented.

**Keywords:** forecasting development of economy, macromodel, models of variables, endogenous and exogenous variables, solving problem of forecasting, scenario, accuracy of forecast of indicator, classification of kinds of economic activities, dynamics of an indicator.

**DOI:** 10.14357/20790279220104

#### References

1. Dmitriev M.G., Petrov A.P., Proncheva O.G. Modelirovanie ekonomicheskogo rosta s uchyotom migratsionnykh potokov [Modeling economic growth with migration flows]. // Trudy ISA RAN [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2019, 69(2):17-27.
2. Baranov A.O., Kvaktun M.I. Prognozirovanie uskorennoy obnovleniya osnovnogo kapitala v Rossii s ispolzovaniem dinamicheskoy mezhotraslevoy modeli [Forecasting accelerated renovation of fixed capital assets in Russia using a dynamic input-output model]. // Problemy prognozirovaniya [Problems of forecasting], 2020, 2:48-59.
3. Orlova E.A., Belousov D.R., Galimov D.I. O modeli potentsialnogo VVP i razryva vypuska dlya rossiyskoy ekonomiki [A model of potential GDP and output gap for the Russian economy]. // Problemy prognozirovaniya [Problems of forecasting], 2020, 2:60-71.
4. Galin D.M., Sumarokova I.V. Primenenie makroekonomicheskikh modeley Rossii i eyo regionov dlya prognozirovaniya ikh ekonomicheskoy dinamiki [Using macroeconomic models of Russia and its regions for forecasting their economic dynamics]. // Trudy ISA RAN [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2019, 69(1):37-49.
5. Galin D.M., Sumarokova I.V. Prognozirovanie razvitiya ekonomiki Rossii i eyo regionov s ispolzovaniem makroekonomicheskikh modeley [Forecasting of development of economy of Russia and its regions with using macroeconomic models].

// Audit i finansovyy analiz [Audit and financial analysis], 2019, 3:25-37.

6. rosstat.gov.ru
7. www.cbr.ru
8. bhom.ru
9. *Johnston J.* Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd, 1972. 448 p.

**Galin D.M.** Senior research assistant, Kandidat of economic sciences. Federal State Institution «Federal Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences», Moscow, Russia. E-mail: zavel'sky@isa.ru.

**Sumarokova I.V.** Technician of the 1st category. Federal State Institution «Federal Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences», Moscow, Russia. E-mail: zavel'sky@isa.ru.