

Математические модели социально-экономических процессов

Прогнозирование экономической динамики России с учетом влияния коронавируса на экономику

Д.М. Галин, И.В. Сумарокова

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

Аннотация. В статье описаны формирование макромоделей России, в которой учтена информация за 2012-2021 гг. (включая период распространения коронавируса), и ее применение для прогнозирования экономического развития России. Представлены результаты такого прогнозирования на период до 2033 г. по двум сценариям, каждый из которых характеризуется значениями мировых цен нефти Юралс, природного газа и учетной цены золота в 2021-2033 гг. Оценивается точность прогнозов показателей экономики России на 2020-2021 гг., полученных с применением макромоделей, построенной авторами ранее (без учета влияния коронавируса). Сравнение результатов прогнозирования по ней и по макромоделю используется для оценки влияния коронавируса на экономику.

Ключевые слова: прогнозирование экономической динамики, макромодель, модели переменных, эндогенные и экзогенные переменные, решение задачи прогнозирования, сценарий, коронавирус, точность прогноза показателя, динамика показателя.

DOI: 10.14357/20790279240103 **EDN:** SSEBLE

Введение

В нестабильных экономических условиях современной России актуальна разработка методов прогнозирования экономической динамики страны и ее регионов на различные периоды с применением макроэкономических моделей, в которых достаточно полно учитываются взаимозависимости экономических показателей. Далее вместо термина

«макроэкономическая модель» используется сокращение «макромодель». Основное направление исследований авторов – разработка макромоделей России и их применение для прогнозирования ее экономической динамики на перспективу, а также решение аналогичной задачи для регионов России.

Тематика настоящей статьи близка к тематике статей [1–4]. В [1] анализируется взаимосвязь

политики макроэкономической стабилизации и развития российской экономики на отраслевом и региональном уровнях и констатируется, что в условиях структурной и региональной несбалансированности такая стабилизация не обеспечивает перехода к устойчивому экономическому росту. В [2] 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 [3] приведен долгосрочный прогноз развития сельского хозяйства, выполненный с использованием линейной оптимизационной модели, по которой производится оптимизация распределения материально-вещественных ресурсов в сельском хозяйстве по критерию максимизации потребления продуктов питания населением России. В [4] применен методический подход для прогнозирования спроса на энергию, позволяющий учитывать перспективные структурные и технологические изменения в отраслях, распространение новых технологий, энергоэффективность, с использованием которого рассчитаны возможные траектории изменения спроса на энергию и энергоёмкости ВВП России на период до 2050 г. для консервативного и базового сценариев развития экономики.

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 $b_t t$ 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 [5].

Далее выражение вида «задача прогнозирования экономической динамики некоторого объекта с использованием его макромоделей» заменяется сокращением вида «задача прогнозирования для данного объекта». Ее постановка в общем виде представлена в [5]. В настоящей статье используются периоды для решения задачи, указанные в описании ее постановки: предбазовый, базовый, прогнозный, расчетный, а также период прогнозирования на отдаленную 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 2020 г. по середину 2022 г., использовалась информация из данных источников за 2012-2019 гг., а периоды для решения задач прогнозирования были таковы: предбазовый – 2012 г., базовый – 2013-2018 гг., прогнозный – 2019 г., расчетный – 2013-2019 гг., ППП – 2019-2028 гг. В процессе этих исследований были решены задачи прогнозирования для России, а также Центрального и Приволжского федеральных округов и Приморского края, с использованием разработанных авторами макромоделей и двух сценариев прогнозирования на перспективу. Основные результаты, полученные при решении задачи для России, представлены в [8].

Далее термин «объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг» заменяется сильно сокращенной аббревиатурой ОТР (объем товаров и работ) [5], а выражение вида «информация по показателю за период» означает значения показателя в этом периоде.

В 2021-2022 гг. стала доступной информация из [6,7] за 2020-2021 гг. При ее анализе было выявлено, что у многих показателей (например, у ВВП, ОТР по большинству видов промышленного

производства, доходов федерального бюджета, численности занятых в экономике, индексов производства) в 2020 г. наблюдается (по сравнению с 2019 г.) убывание или замедление темпов роста, а у некоторых (например, у кредитов всех видов, численности безработных, индексов цен производителей) – резкий рост. Однако в 2021 г. динамика большинства таких показателей в целом восстанавливается. Эти факты можно в значительной мере объяснить пандемией коронавируса, начавшейся в 2020 г.

Поэтому в конце 2022 г. стало актуальным проведение новой серии исследований; первым в ней является настоящее. Его основные цели – формирование, с учетом информации за 2020-2021 гг., новой макромоделли России и ее использование для прогнозирования экономической динамики страны на перспективу по заново определенным сценариям. Дополнительные цели исследования – оценка точности прогнозов показателей экономики России на 2020-2021 гг., полученных в ходе последней серии исследований, и оценка влияния коронавируса на экономику России путем сравнения результатов прогнозирования по старой и новой макромоделлям. Далее, если не оговорено иное, словосочетания «макромодель России» и «задача прогнозирования для России» заменяются сокращениями «макромодель» и «задача прогнозирования».

1. Формирование информации для решения задачи прогнозирования

Ввиду того, что в новой серии исследований используется информация из [6,7] за 2012-2021 гг., изменились все указанные выше периоды для решения задач прогнозирования, кроме предбазового 2012 г.: определились следующие новые периоды: базовый – 2013-2020 гг., прогнозный – 2021 г., расчетный – 2013-2021 гг. Кроме того, поскольку началом нового ППП стал 2021 г., авторы отнесли его конец на 2033 г.; таким образом, определился новый ППП – 2021-2033 гг.

В 2020-2022 гг. не происходило таких крупных изменений в отчетности Росстата [6], как описанные в [8]. Множества эндогенных и экзогенных переменных макромоделли остались теми же, что и в [8]; количество тех и других равно, соответственно, 88 и 5. Большая часть информации за 2020-2021 гг. (а иногда и за 2019 г.) для решения задачи прогнозирования формировалась стандартным образом: путем непосредственного заимствования информации из [6,7] или преобразованием последней с применением обычных арифметических действий.

Нестандартным образом формировалась информация по мировым ценам природного газа и нефти Юралс за 2022 г., которая требовалась при определении сценариев прогнозирования на перспективу. Для ее формирования использовался, как и в [8], сайт «Богатый Хомячок» [9], на котором имеется архив цен на товары на биржах и фьючерсных рынках.

В [8] была построена модель зависимости мировой цены природного газа от его цены на Нью-Йоркской товарной бирже [9] и времени, по которой были вычислены значения данного показателя в 2018-2019 гг., а также (при определении сценариев прогнозирования на перспективу) в 2020-2021 гг. По той же модели было вычислено и значение мировой цены природного газа в 2022 г.

Публикация в [6] ежемесячной информации по мировой цене нефти Юралс прекратилась, начиная с января 2022 г. Поэтому для данного показателя был применен подход, аналогичный описанному в [8] для мировой цены природного газа. Были построены модели зависимости мировой цены нефти Юралс от цены нефти Brent на бирже Intercontinental Exchange [9] и времени в шести периодах, началом которых были 2012-2017 гг., а концом всегда был 2021 г. В уравнениях этих моделей, имеющих вид (1), обе цены были представлены в логарифмической форме, а аргумент t мог как присутствовать, так и отсутствовать. Лучшей оказалась модель зависимости в 2016-2021 гг., содержащая аргумент t , по которой и было вычислено значение мировой цены нефти Юралс в 2022 г.

2. Методика и процесс решения задачи прогнозирования

Подробные описания методики и процесса решения задачи прогнозирования представлены в [5]. Поэтому в настоящей статье такие описания даются в сильно сокращенном виде.

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 [10], при формировании макромоделли 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 макро модель как система уравнений этих моделей. В настоящем исследовании минимально желательное количество факторов-аргументов любой модели равно двум.

На 4-м этапе макро модель преобразуется в систему формул, выражающих эндогенные переменные через предопределенные 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 [5]), вычисленными по их упрощенным моделям. В настоящем исследовании максимальное значение параметра q в функциях вида $t^a \times \sin((2\pi/q)t^b)$ и $t^a \times \cos((2\pi/q)t^b)$, входящих в используемое для моделирования множество G_p ($G_p \subset G$) [5], равно четырём.

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

Применяя описанную методику, авторы полностью провели процесс решения задачи прогнозирования: была построена макро модель России, с использованием которой было выполнено прогнозирование ее экономической динамики на перспективу по двум сценариям. Далее представлены основные результаты, полученные при решении задачи прогнозирования.

3. Модели некоторых показателей экономики России

В качестве примеров моделей зависимостей эндогенных переменных макро модели от других факторов и времени рассмотрим модели денежных расходов населения и потребности работодателей в работниках. Здесь и далее обозна-

чения переменных аналогичны использованным в [5]. Оценка качества прогноза по модели равна модулю относительного отклонения прогнозного значения фактора-функции от фактического в прогнозном году [5].

Модель денежных расходов населения имеет вид:

$$\ln \text{ДРН}(t) = -3,7609 + 1,313885 \ln \text{ДДН}(t) + 0,00492 \text{ИПП}(t) + 0,001106 \text{ИПСХ}(t) + 0,033484 \ln \text{ВЖД}(t) - 0,02683t.$$

Здесь ДРН – денежные расходы населения; ДДН – денежные доходы населения; ИПП – индекс промышленного производства; ИПСХ – индекс производства продукции сельского хозяйства; ВЖД – ввод в действие жилых домов.

Уравнение модели является основным; дополнительные отсутствуют.

Оценка качества прогноза по модели составляет 0,107574%.

Модель потребности работодателей в работниках имеет вид:

$$\ln \text{ППР}(t) = 12,34293 + 0,124003 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 1,55845 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,53984 \ln \text{ОТРОДЕ}(t) - 0,00633 \text{ИТГП}(t) - 0,02869 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,175002t.$$

Здесь ППР – потребность работодателей в работниках; МЦНЕФЮ – мировая цена нефти Юралс; ОТКУРДЕ – отношение курса доллара США к курсу евро; ОТРОДЕ – ОТП по производству одежды; ИТГП – индекс тарифов на грузовые перевозки; ОТРКНП – ОТП по производству кокса и нефтепродуктов.

Уравнение модели получено посредством комбинации основного уравнения

$$\ln \text{ППР}(t) = 12,13019 + 0,124003 \ln \text{МЦНЕФЮ}(t) - 1,55845 \ln \text{ОТКУРДЕ}(t) - 1,53984 \ln \text{ОТРОДЕ}(t) - 0,00633 \text{ИТГП}(t) + 0,172448t$$

и дополнительного

$$\ln(\text{ППР}(t)/\text{ППР}(t)^r) = -0,212738 - 0,02869 \ln \text{ОТРКНП}(t) + 0,002554t,$$

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

Оценка качества прогноза по модели составляет 0,144336%.

4. Основные результаты прогнозирования экономической динамики России на перспективу до 2033 г.

Сценарии прогнозирования экономической динамики России на перспективу были опреде-

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	$151,0699-701054/t^3$	$69,5667-12369,2\cos((\pi/2)t)/t^2$
Мировая цена природного газа	$390,3161-5645,45/t$	$115,8216-15825,9\cos((\pi/2)t)/t^2$
Учетная цена золота	$-3010,49+334,8245t$	$-14233,3+5873,433\ln(t+1)$

лены в 2023 г.; далее они условно обозначены как 1-й и 2-й сценарии. Фиксированными экзогенными переменными были, как и в [5,8], мировые цены нефти Юралс, природного газа и учетная цена золота. Функции времени в уравнениях моделей их динамики в ППП представлены в табл.1. При построении моделей динамики мировых цен вместо расчетного использовался период 2019-2022 гг. ввиду желания авторов учесть, прежде всего, рост этих показателей, начавшийся в 2021 г., а для учета убывания оставить только период 2019-2020 гг. При построении моделей динамики учетной цены золота использовался весь расчетный период.

Далее представлены среднегодовые темпы прироста и средние значения в ППП важнейших показателей экономики России; их количество равно 44 – половине от количества эндогенных

переменных макромоделей. 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 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.

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	5,9	6,1
Инвестиции в основной капитал	6,1	6,1
Продукция сельского хозяйства	5,9	5,9
Объем работ по строительству	6,2	6,2
Оборот розничной торговли	5,2	5,3
Объем платных услуг населению	2,2	2,2
Доходы федерального бюджета	6,5	6,4
Доходы бюджетов субъектов федерации	7,0	7,1
Разность (сальдо) прибылей и убытков организаций	3,9	4,1
Денежная масса	7,2	7,2
Краткосрочные кредиты, предоставленные организациям	6,6	6,6
Долгосрочные кредиты, предоставленные организациям	6,2	6,2
Денежные доходы населения	5,0	4,8
Денежные расходы населения	2,6	2,6
Экспорт	-0,34	-0,33
Импорт	-0,47	-0,47
Курс доллара США	0,90	1,0
Курс евро	0,94	0,84
Среднемесячная номинальная зарплата одного работника	6,5	6,5
Численность занятых в экономике	0,060	0,048
Общая численность безработных	-4,1	-4,1
Потребность работодателей в работниках	3,8	3,8
Грузооборот транспорта	0,65	0,82
Ввод в действие жилых домов	3,2	3,1

В динамике у большинства этих показателей имеется много общего. Они растут либо монотонно, либо почти монотонно, но с убыванием в одном или в двух годах ППП. Самый быстрый рост чаще всего происходит в 2022 г., а самый медленный – в 2033 г. Тенденция к замедлению темпов прироста в ППП имеется у семи показателей в обоих сценариях и еще у одного – только в 1-м. Чаще всего она начинается в 2023 г. (например, у продукции сельского хозяйства, объема работ по строительству, денежной массы). Тенденция к ускорению темпов прироста в ППП имеется у потребности работодателей в работниках в обоих сценариях (начиная с 2023 г.) и еще у трех показателей – только в 1-м.

Графики динамики ввода в действие жилых домов в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис.1.

Динамика пяти показателей имеет особенности. Динамика экспорта, импорта и общей численности безработных сходна с описанной выше, но с той разницей, что эти показатели убывают (экспорт во 2-м сценарии растет в одном году ППП). Тенденция к замедлению темпов убывания в ППП имеется у импорта (начиная с 2023 г.) и у экспорта (в 1-м сценарии – начиная с 2024 г., а во 2-м – начиная с 2025 г.). Тенденция к ускорению темпов убывания в ППП имеется у общей численности безработных (начиная с 2023 г.). Численность занятых в экономике совершает колебания без определенного периода. Курс доллара США в 1-м сценарии имеет такую же динамику, как описанная выше (убывает

в двух годах ППП), но во 2-м совершает колебания без определенного периода.

Графики динамики курса доллара США в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис.2.

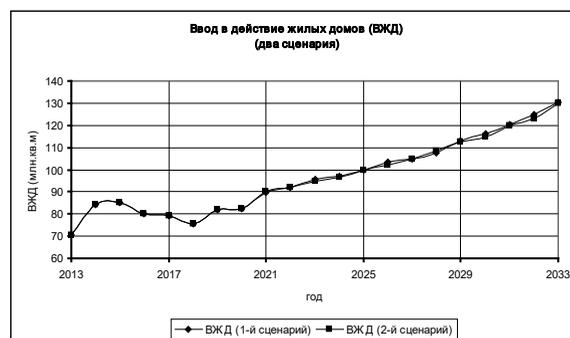


Рис. 1. Динамика ввода в действие жилых домов в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

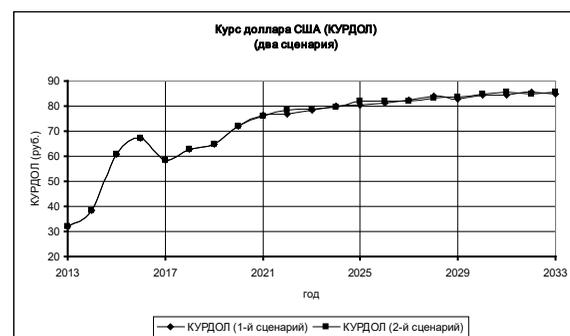


Рис. 2. Динамика курса доллара США в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

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

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

Тенденция к замедлению темпов прироста в ППП имеется у шести показателей в обоих сценариях и еще у двух – только в 1-м; чаще всего она начинается в 2023 г. Тенденция к ускорению темпов прироста в ППП имеется в 1-м сценарии у ОТП по обеспечению электрической энергией, газом, паром и кондиционированию воздуха (начиная с 2030 г.) и у ОТП по производству прочих транспортных средств и оборудования (начиная с 2031 г.).

Графики динамики ОТП по производству кокса и нефтепродуктов в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис. 3.

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

Все эти показатели совершают колебания; у индекса промышленного производства, индекса производства по обрабатывающим производствам и индекса потребительских цен они не имеют определенного периода, а у индекса производства по добыче полезных ископаемых и индексов цен производителей имеют период три года.

Графики динамики индекса потребительских цен в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по двум сценариям представлены на рис.4.

Сценарий, предпочтительный для развития экономики России, можно определить согласно критерию, подробно описанному в [5] и основанному на результатах, представленных в табл. 2-4. Используя его, можно сделать вывод, что для развития экономики России предпочтительнее 2-й сценарий, являющийся лучшим для 15 важнейших показателей из 44. Наиболее заметно его превосходство для валового внутреннего продукта, разности (сальдо) прибылей и убытков организаций, ОТП по добыче угля, ОТП по производству машин и оборудования, не включенных в



Рис.3. Динамика ОТП по производству кокса и нефтепродуктов в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

другие группировки, индекса цен производителей промышленных товаров. Для восьми показателей (например, для денежных доходов населения и индекса промышленного производства) лучшим является 1-й сценарий, а для 21 показателя оба сценария равноценны.

После определения 2-го сценария, как предпочтительного, было выполнено сравнение динамики показателей в базовом периоде и в ППП (при прогнозировании по этому сценарию).

Изменения среднегодовых темпов прироста в ППП (при прогнозировании по 2-му сценарию) некоторых показателей экономики России, измеряемых не в процентах, по сравнению с их величинами в базовом периоде представлены в табл.5. У первых четырех показателей наблюдается наибольшее ускорение этих темпов (их разность в ППП и в базовом периоде больше 2%), а у последних четырех – наибольшее замедление (данная разность меньше -11%). Можно также отметить, что наибольшее замедление среднегодового темпа убывания в ППП наблюдается у экспорта (в базовом периоде и в ППП этот темп равен, соответственно, -6,2 и -0,33%).

Изменения средних значений в ППП (при прогнозировании по 2-му сценарию) некоторых показателей экономики России, измеряемых в процентах, по сравнению с их величинами

Табл. 4

Средние значения в ППП важнейших показателей экономики России, %

Показатель	Среднее значение	
	1-й сценарий	2-й сценарий
Индекс промышленного производства	107,7	107,6
Индекс производства по добыче полезных ископаемых	105,7	105,6
Индекс производства по обрабатывающим производствам	109,4	109,5
Индекс цен производителей промышленных товаров	104,8	104,4
Индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции	102,9	103,0
Индекс потребительских цен	100,3	100,3

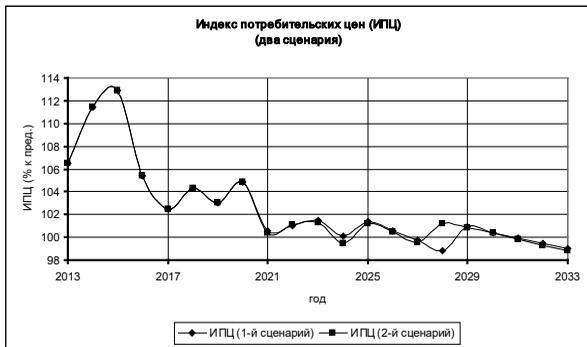


Рис. 4. Динамика индекса потребительских цен в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по двум сценариям

в базовом периоде представлены в табл.6. У первого показателя наблюдается наибольшее увеличение этих значений (их разность в ППП и в базовом периоде больше 13%), а у второго – наибольшее уменьшение (данная разность меньше -6%).

5. Оценка точности прогнозов показателей на 2020-2021 гг.

Далее, при описании основных результатов, связанных с дополнительными целями настоя-

щего исследования, указанными выше, используется сценарий прогнозирования из последней серии исследований, представленный в [8], где он условно обозначен как 1-й. Он был определен в 2022 г. и оказался предпочтительным для развития экономики России [8]. Однако он не имеет ничего общего с тем, который является 1-м в настоящем исследовании. Далее этот сценарий условно обозначен как 3-й и используется для оценки точности прогнозов показателей экономики России на 2020-2021 гг., полученных в ходе последней серии исследований, и оценки влияния коронавируса на экономику России.

Точность прогноза любого показателя на 2020-2021 гг. по 3-му сценарию, полученного в ходе последней серии исследований [8], оценивалась по среднему квадратическому отклонению (СКО) его прогнозных значений от фактических (для краткости – просто СКО).

Оценка точности прогноза была выполнена для всех 88 эндогенных показателей макро модели. СКО распределились так: у 15 показателей СКО не превышает 5%, у 21 лежит в интервале от 5 до 10%, у 35 – от 10 до 20%, а у 17 превышает 20%. Поскольку у 36 показателей СКО меньше 10%, а у 71 меньше 20%, можно считать такой результат удовлетворительным.

Табл. 5

Изменения среднегодовых темпов прироста в ППП (при прогнозировании по 2-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	4,0	7,1	3,1
ОТР по производству кожи и изделий из кожи	0,64	3,7	3,1
ОТР по производству напитков	3,3	6,3	3,0
ОТР по производству прочих готовых изделий	2,5	5,3	2,8
Численность безработных, зарегистрированных в службе занятости	13,6	2,6	-11,0
Курс доллара США	12,4	1,0	-11,4
Налог на прибыль организаций в федеральном бюджете	17,5	6,0	-11,5
ОТР по производству лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	18,4	6,3	-12,1

Табл. 6

Изменения средних значений в ППП (при прогнозировании по 2-му сценарию) некоторых показателей экономики России по сравнению с их величинами в базовом периоде, %

Показатель	Среднее значение		Разность средних значений
	Базовый период	ППП	
Индекс производства по водоснабжению, водоотведению, организации сбора и утилизации отходов и деятельности по ликвидации загрязнений	100,3	113,5	13,2
Индекс потребительских цен	106,4	100,3	-6,1

Оценки точности прогнозов на 2020-2021 гг. по 3-му сценарию 18 важнейших показателей экономики России (в порядке возрастания СКО) представлены в табл. 7. У двух показателей из этой таблицы с наибольшими СКО фактические значения в 2020 г. значительно меньше прогнозных, но в 2021 г. уже несколько превышают прогнозные, что свидетельствует о начале постепенного выхода двух крупнейших (по величине ОТП) видов промышленного производства из кризиса, вызванного пандемией коронавируса.

6. Оценка влияния коронавируса на экономику России

Для оценки влияния коронавируса на экономику России использовались основные результаты решения задачи прогнозирования в ходе последней серии исследований (без учета влияния коронавируса) – прежде всего, среднегодовые темпы прироста и средние значения в старом ППП (2019-2028 гг.) важнейших показателей экономики России, полученные при прогнозировании по 3-му сценарию, условно обозначенному в [8] как 1-й. Далее словосочетание «влияние коронавируса» заменено, где возможно, сокращением ВКВ.

В настоящем исследовании используется новая информация, в которой, вероятно, учитывается ВКВ, и новые периоды для решения задачи. Поэтому новая макро модель и все модели зависимостей, полученные в процессе решения, были построены с учетом ВКВ.

Для получения результатов, сопоставимых с представленными в [8], был сформирован период для оценки ВКВ (далее – ПОВКВ). Он совпадает со старым ППП и состоит из конца нового базового (2019-2020 гг.) и начала нового

ППП (2021-2028 гг.). Затем было выполнено прогнозирование экономической динамики России по 3-му сценарию с использованием новой макро модели, но не на весь новый ППП (2021-2033 гг.), а только на его начало (2021-2028 гг.). С использованием результатов прогнозирования были вычислены среднегодовые темпы прироста и средние значения в ПОВКВ важнейших показателей экономики России.

Среднегодовые темпы прироста в ПОВКВ важнейших показателей экономики России, измеряемых не в процентах (кроме ОТП по видам промышленного производства), представлены в табл.8.

Графики динамики краткосрочных кредитов, предоставленных организациям, в базовом периоде и их прогнозов на перспективу по 3-му сценарию представлены на рис. 5.

Графики динамики грузооборота транспорта в базовом периоде и его прогнозов на перспективу по 3-му сценарию представлены на рис. 6.

Среднегодовые темпы прироста в ПОВКВ ОТП по важнейшим видам промышленного производства в России представлены в табл. 9.

Средние значения в ПОВКВ важнейших показателей экономики России, измеряемых в процентах, представлены в табл. 10.

При определении варианта 3-го сценария, предпочтительного для развития экономики России, аналогично определенному выше одному из двух сценариев, можно сделать вывод, что для развития экономики России предпочтителен вариант с учетом ВКВ, являющийся лучшим для 25 важнейших показателей из 44. Наиболее заметно его превосходство для краткосрочных и долгосрочных кредитов, предоставленных организациям, про-

Табл. 7

Оценки точности прогнозов на 2020-2021 гг. по 3-му сценарию важнейших показателей экономики России, %

Показатель	СКО	Показатель	СКО
Индекс промышленного производства	2,0	Денежные доходы населения	8,5
Курс доллара США	3,4	ОТП по производству пищевых продуктов	14,8
Валовой внутренний продукт	3,6	Доходы федерального бюджета	14,8
Инвестиции в основной капитал	4,7	ОТП по производству химических веществ и химических продуктов	17,6
Объем работ по строительству	5,7	ОТП по металлургическому производству	19,2
Среднемесячная номинальная зарплата одного работника	5,9	Краткосрочные кредиты, предоставленные организациям	23,7
Численность занятых в экономике	6,0	Экспорт	23,7
ОТП по обеспечению электрической энергией, газом и паром и кондиционированию воздуха	6,1	ОТП по производству кокса и нефтепродуктов	40,9
Индекс потребительских цен	7,7	ОТП по добыче сырой нефти и природного газа	44,9

Табл. 8

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

Показатель	Среднегод. темп прироста	
	без учета ВКВ	с учетом ВКВ
Валовой внутренний продукт	7,3	6,6
Инвестиции в основной капитал	6,9	6,2
Продукция сельского хозяйства	2,0	6,4
Объем работ по строительству	5,8	6,3
Оборот розничной торговли	3,1	6,0
Объем платных услуг населению	3,8	2,4
Доходы федерального бюджета	6,1	7,4
Доходы бюджетов субъектов федерации	8,1	8,8
Разность (сальдо) прибылей и убытков организаций	7,6	7,1
Денежная масса	8,3	8,1
Краткосрочные кредиты, предоставленные организациям	1,4	8,2
Долгосрочные кредиты, предоставленные организациям	1,5	8,0
Денежные доходы населения	1,4	4,6
Денежные расходы населения	0,52	2,5
Экспорт	-2,2	-1,9
Импорт	-1,0	-1,6
Курс доллара США	0,97	2,7
Курс евро	0,67	2,8
Среднемесячная номинальная зарплата одного работника	6,2	7,6
Численность занятых в экономике	-0,69	0,49
Общая численность безработных	-5,5	-1,9
Потребность работодателей в работниках	0,47	3,2
Грузооборот транспорта	4,6	1,0
Ввод в действие жилых домов	0,97	3,2

дукции сельского хозяйства, ОТП по производству машин и оборудования, не включенных в другие группировки, индекса цен производителей промышленных товаров. Для 18 показателей (например, для грузооборота транспорта, общей численности безработных, индекса потребительских цен) лучшим является вариант без учета ВКВ, а для одного показателя оба варианта равноценны.

Однако вариант без учета ВКВ является лучшим для наиболее важных показателей (валового внутреннего продукта, инвестиций в основной капитал, ОТП по добыче сырой нефти и природного газа, ОТП по производству кокса и нефтепродуктов, индекса промышленного производства). Поэтому ВКВ на экономику России нельзя оценивать однозначно: оно оказалось как положительным, так и отрицательным.



Рис. 5. Динамика краткосрочных кредитов, предоставленных организациям, в базовом периоде и их прогнозы на перспективу по 3-му сценарию



Рис. 6. Динамика грузооборота транспорта в базовом периоде и его прогнозы на перспективу по 3-му сценарию

Табл. 9

Среднегодовые темпы прироста в ПОВКВ ОТП по важнейшим видам промышленного производства в России, %

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

Табл. 10

Средние значения в ПОВКВ важнейших показателей экономики России, %

Показатель	Среднее значение	
	без учета ВКВ	с учетом ВКВ
Индекс промышленного производства	106,7	106,3
Индекс производства по добыче полезных ископаемых	104,3	104,4
Индекс производства по обрабатывающим производствам	108,2	107,7
Индекс цен производителей промышленных товаров	108,2	103,5
Индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции	103,8	102,7
Индекс потребительских цен	95,8	101,1

Заключение

В результате исследования сформирована модернизированная макро модель России с использованием информации, доступной в начале его проведения (конец 2022 г.). С применением макро модели выполнено прогнозирование экономической динамики России на 2021-2033 гг. по двум сценариям, в которых траектории мировых цен нефти Юралс и природного газа постепенно приближаются к асимптотам, причем в 1-м сценарии эти цены монотонно растут, а во 2-м совершают колебания с периодом четыре года. Предпочтительным для развития российской экономики оказался 2-й сценарий. Его превосходство особенно заметно для валового внутреннего продукта, ОТП по добыче угля, индекса цен производителей промышленных товаров. При сравнении полученных ранее прогнозов 88 показателей экономики России на 2020-2021 гг. с фактической информацией выявлена удовлетворительная точность этих прогнозов: у 36 показателей СКО – меньше

10%, а у 71 – меньше 20%. Оценка влияния коронавируса на экономику России показала, что его нельзя оценивать однозначно: он положительно повлиял на динамику большинства важнейших показателей (особенно краткосрочных и долгосрочных кредитов, предоставленных организациям, и продукции сельского хозяйства), но для наиболее важных показателей (например, валового внутреннего продукта, инвестиций в основной капитал, индекса промышленного производства) такое влияние оказалось отрицательным. В исследовании не отражено влияние на экономику страны специальной военной операции на Украине, начавшейся в 2022 г.

Литература

1. Широв А.А., Михеева Н.Н., Гусев М.С., Савчишина К.Е. Макроэкономическая стабилизация и пространственное развитие экономики // Проблемы прогнозирования. 2019. № 5. С. 3-15.

2. 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.
3. Ушачев И.Г., Харина М.В., Чекалин В.С. Долгосрочный прогноз развития сельского хозяйства России на базе экономико-математической модели // Проблемы прогнозирования. 2022. № 3. С. 64-77.
4. Мазурова О.В., Гальперова Е.В. Энергопотребление в России: современное состояние и прогнозные исследования // Проблемы прогнозирования. 2023. № 1. С. 156-168.
5. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Применение макроэкономических моделей России и ее регионов для прогнозирования их экономической динамики // Труды ИСА РАН. 2019. Т. 69. вып.1. С. 37-49.
6. rosstat.gov.ru
7. www.cbr.ru
8. Галин Д.М., Сумарокова И.В. Прогнозирование развития экономики России с учетом нового классификатора видов экономической деятельности. // Труды ИСА РАН. 2022. Т. 72, вып.1. С. 35-47.
9. bhom.ru
10. Джонстон Дж. Эконометрические методы / Пер с англ. М.: Статистика, 1980. 448 с. (Johnston J. Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd. 1972. 448 p.)

Галин Дмитрий Михайлович. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН», г. Москва, Россия. Старший научный сотрудник. Кандидат экономических наук. 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» РАН», г. Москва, Россия. Техник 1-й категории. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики. E-mail: zavelsky@isa.ru

Forecasting economic dynamics of Russia with taking influence of coronavirus on economy into account

D.M. Galin, I.V. Sumarokova

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Forming the macromodel of Russia, in which information for 2012-2021 years (including period of spreading coronavirus) is taken into account, and its using for forecasting economic dynamics of Russia are described in the article. Results of that forecasting for the period until 2033 year by two scenarios, each of which is characterized by values of world prices of Urals oil and natural gas and reference price of gold for 2021-2033 years, are presented; the preferable scenario for development of Russian economy is determined by these results. Precisions of forecasts of Russian economy indicators for 2020-2021 years, received with using the macromodel, constructed by authors formerly (without taking influence of coronavirus into account), are estimated. Comparison of results of forecasting by it and by the macromodel, described in this article, is used for estimating of influence of coronavirus on economy.

Keywords: forecasting economic dynamics, macromodel, models of variables, endogenous and exogenous variables, solving problem of forecasting, scenario, coronavirus, precision of forecast of indicator, dynamics of an indicator.

DOI: 10.14357/20790279240108 **EDN:** SSEBLE

References

1. *Shirov A.A., Mikheeva N.N., Gusev M.S., Savchishina K.E.* Makroekonomicheskaya stabilizatsiya i prostranstvennoe razvitie ekonomiki [Macroeconomic stabilization and spatial development of the economy]. // Problemy prognozirovaniya [Problems of forecasting], 2019, 5:3-15.
2. *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.
3. *Ushachev I.G., Kharina M.V., Chekalin V.S.* Dolgosrochnyy prognoz razvitiya selskogo khozyaystva Rossii na baze ekonomiko-matematicheskoy modeli [Long-term forecast of agricultural development in Russia based on economic and mathematical model]. // Problemy prognozirovaniya [Problems of forecasting], 2022, 3:64-77.
4. *Mazurova O.V., Gal'perova E.V.* Energopotreblenie v Rossii: sovremennoe sostoyanie i prognoznye issledovaniya [Energy consumption in Russia: current state and forecast]. // Problemy prognozirovaniya [Problems of forecasting], 2023, 1:156-168.
5. *Galina 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.
6. rosstat.gov.ru
7. www.cbr.ru
8. *Galina D.M., Sumarokova I.V.* Prognozirovanie razvitiya ekonomiki Rossii s uchytom novogo klassifikatora vidov ekonomicheskoy deyatel'nosti [Forecasting development of economy of Russia with taking the new classification of kinds of economic activities into account]. // Trudy ISA RAN [Proceedings of Institute for Systems Analysis], 2022, 72(1):35-47.
9. bhon.ru
10. *Johnston J.* Econometric methods. 2nd ed. Tokyo: McGraw-Hill, Kogakusha Ltd, 1972. 448 p.

Galina D.M. Senior research assistant, Kandidat of economic sciences. Federal State Institution «Federal Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences», 44/2 Vavilova street, Moscow, 119333, Russia. E-mail: zavelsky@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», 44/2 Vavilova street, Moscow, 119333, Russia. E-mail: zavelsky@isa.ru.