

Факторные, межотраслевые и циклические модели в экономическом анализе и прогнозировании

УДК:330; ББК:65.053

DOI: 10.24412/2072-8042-2022-11-17-38

Геннадий Оразович КУРАНОВ,

кандидат экономических наук,

Министерство экономического развития

Российской Федерации

(123112, Москва, Пресненская наб., 10, стр. 2)

Департамент макроэкономического

анализа и прогнозирования - ведущий эксперт,

e-mail: kuranov@economy.gov.ru;

Любовь Аркадьевна СТРИЖКОВА,

доктор экономических наук, доцент,

Всероссийская академии внешней торговли

(119285, Москва, Воробьевское шоссе, 6А),

Институт макроэкономических исследований –

руководитель центра, e-mail: l.strijkova@vavt.ru;

Людмила Ильинична ТИШИНА,

кандидат экономических наук,

Всероссийская академии внешней торговли

(119285, Москва, Воробьевское шоссе, 6А),

Институт макроэкономических исследований –

старший научный сотрудник,

e-mail: tishina@vavt.ru

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые направления развития методов построения макроэкономических и отраслевых моделей с учетом быстроменяющихся экономических условий, когда применение традиционных подходов к статистическому моделированию становится затруднительным.

К рассматриваемым макроэкономическим характеристикам относятся показатели динамики потенциального и фактического ВВП, основных определяющих их факторов и условий, в том числе специфических. Основу исследования динамических рядов макроэкономических показателей составляют методы с использованием факторных и циклических моделей. Дается описание приемов оценки параметров моделей при заметной изменчивости условий в последовательно выделяемых периодах времени. Приводятся соответствующие макроэкономические оценки особенностей развития в отдельные периоды последнего двадцатилетия.

На отраслевом уровне исследования объектом являются показатели спроса на инвестиции в основной капитал. Приводится описание подхода к моделированию спроса на инвестиции от набора отраслевых показателей в условиях коротких временных рядов и других информационных ограничений.



Авторы полагают, что предлагаемые методы исследования динамических рядов и построения факторных моделей могут быть полезны при анализе широкого круга экономических процессов, в том числе в условиях появления специфических факторов масштабного действия.

Ключевые слова: экономическая динамика, качество роста, межотраслевое моделирование, производственные функции, факторы роста, инвестиции, основные фонды, человеческий капитал, инновации, валовой внутренний продукт, ВВП, потенциальный ВВП, экономические циклы.

Factorial, Intersectoral and Cyclical Models in Economic Analysis and Forecasting

Gennadii Orazovich KURANOV,

Candidate of Economic Sciences, Ministry of economic development of the Russian Federation (123112, Moscow, Presnenskaia naberezhnaia, 10, stroenie 2), Department of Macroeconomic Analysis and Forecasting - Leading Expert, e-mail: kuranov@economy.gov.ru;

Lyubov Arkad'evna STRIZHKOVA,

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian Foreign Trade Academy (119285, Moscow, Vorob'evskoe shosse, 6A), Institute of Macroeconomic Research - Head of the Center, e-mail: l.strijkova@vavt.ru;

Lyudmila I'pinichna TISHINA,

Candidate of Economic Sciences, Russian Foreign Trade Academy (119285, Moscow, Vorob'evskoe shosse, 6A), Institute of Macroeconomic Research - Higher Senior Officer, e-mail: tishina@vavt.ru

Abstract

The article considers some trends in development of approaches to macroeconomic and sectoral modelling in the rapidly changing economic environment, when application of traditional statistical modeling approaches becomes difficult.

The considered macroeconomic characteristics include indicators of potential and actual GDP dynamics, its main components and determining factors, including specific factors. The study of dynamic series of macroeconomic indicators is based on methods using factorial and cyclical models. Methods for estimating model's parameters over successive time periods and with notable variability are described. The relevant macroeconomic assessments of development patterns over selected periods of the last twenty years are provided.

At sectoral level, the indicators of demand for investment in fixed assets are the objects of the research. The methodological tool consists of functions that model the investment demand from industry indicators set. An approach to modelling the demand for investment from a set of sectoral indicators with short time series and other information constraints is demonstrated.

The authors believe that the proposed methods for studying time series and building factor models can be used for analyzing a wide range of economic processes, including the emergence of specific high impact factors.

Keywords: economic dynamics, quality of growth, intersectoral modeling, production functions, growth factors, investments, fixed assets, human capital, innovation, gross domestic product, GDP, potential GDP, economic cycles.

Разработка решений по восстановлению экономического роста в период действия и наращивания жестких санкций по ограничению внешнеэкономических операций, появления иных специфических условий, предполагает развитие основных инструментов исследования системных связей в экономике – факторных, межотраслевых моделей, методов анализа временных рядов, включая анализ циклической динамики развития, и других. Вопрос состоит и в учете влияния экономических условий на развитие фундаментальных факторов роста, и оценке параметров моделей на относительно коротких информационных рядах в периоды высокой нестабильности условий, и необходимости совместного использования моделей различного типа.

Межотраслевые модели, широко применяемые в статической постановке, нацелены на отражение взаимосвязи конечного спроса и производства и их балансировки при прогнозных и плановых проектировках. Факторные модели, типа производственных функций – на отражение связи результата производства с ресурсами и факторами, их определяющими, что важно для оценки возможного роста производства при прогнозируемых ресурсных ограничениях. Циклические модели отражают колебания экономической динамики в результате отклика системы на естественные флуктуации спроса и ее реакции на внутренние и внешние шоки. Каждый тип моделей ориентирован на решение своего круга аналитических задач, и дополнительные возможности возникают при их совместном использовании.

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РОСТ

Метод циклического моделирования, несмотря на определенную ограниченность в сравнении с методами структурного анализа, позволяет выявить ту траекторию роста, которую с известными допущениями принято считать траекторией потенциального ВВП. Оценка разрывов в динамике фактического и потенциального ВВП, хотя и носит ориентировочный характер, может быть полезна для управленческих структур, в частности, при выборе решений в отношении протекционистской/ контрциклической политики.

Для выделения траектории потенциального ВВП обычно используется подход, основанный на исключении относительно краткосрочных циклических и случайных колебаний динамики методами фильтрации, например, методом Ходрика-Прескотта¹. При этом подходе остается вопрос, какие волны следует элиминировать, а какие считать частью потенциального роста, т.к. многие циклические процессы являются неотъемлемой частью технологического развития. Достаточно ясно, что длинные циклы (например, инвестиционные с периодом 8-12 лет, выявленные К. Жюгляра) могут отражать изменения в динамике потенциального ВВП. Однако остается открытым вопрос о связи с потенциальным ВВП с более короткими циклами с периодом 3-6 лет.



Для исследования циклов нами используется метод спектрально-исторического анализа. На основе указанного подхода удалось выделить большой восстановительный цикл-тенденцию, индуцированный спадом 1989-1995 годов, и инвестиционный цикл, который мог быть инициирован как инвестиционным спадом этих лет, так и потребностью обновления основных фондов, массово введенных в период попытки ускорить экономический рост в 1985-1988 годах за счет повышения нормы накопления основного капитала. Наложение этих двух циклов дает следующую (см. рисунок 1) картину циклических колебаний на фоне фактической динамики ВВП. Траектория суммарного цикла была определена как первое приближение к оценке динамики потенциального ВВП.



Рис. 1 – Динамика ВВП и суммарная траектория большого восстановительного цикла-тенденции и инвестиционного цикла для российской экономики, в %

Fig. 1 – GDP dynamics and the total trajectory of a large recovery cycle-trend and investment cycle for the Russian economy, %

После элиминирования указанных циклов выявляются более короткие волны (см. рисунок 2), по-видимому, индуцированные внешними факторами – кризисами 1998 и 2009 годов, а также иными специфическими факторами периода до 2020 года (конъюнктура нефтяных цен, антироссийская санкционная политика).

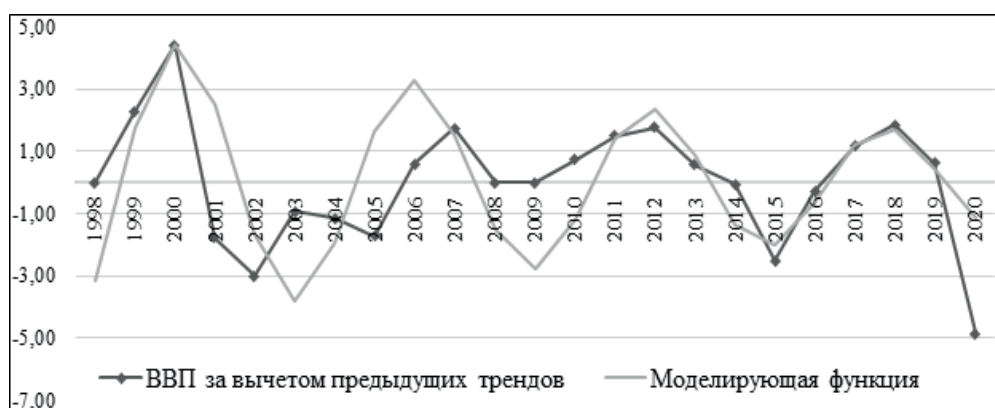


Рис. 2 – Цикл, индуцированный кризисами 1998 и 2009 годов, в %

Fig. 2 – Cycle induced by the crises of 1998 and 2009, %

Конъюнктурные и специфические условия развития способны оказывать влияние на факторы состоятельного роста² (труд, капитал), но с лагом, превышающим период колебания в коротких циклах, поэтому в первом приближении в оценке потенциального ВВП они не учитываются.

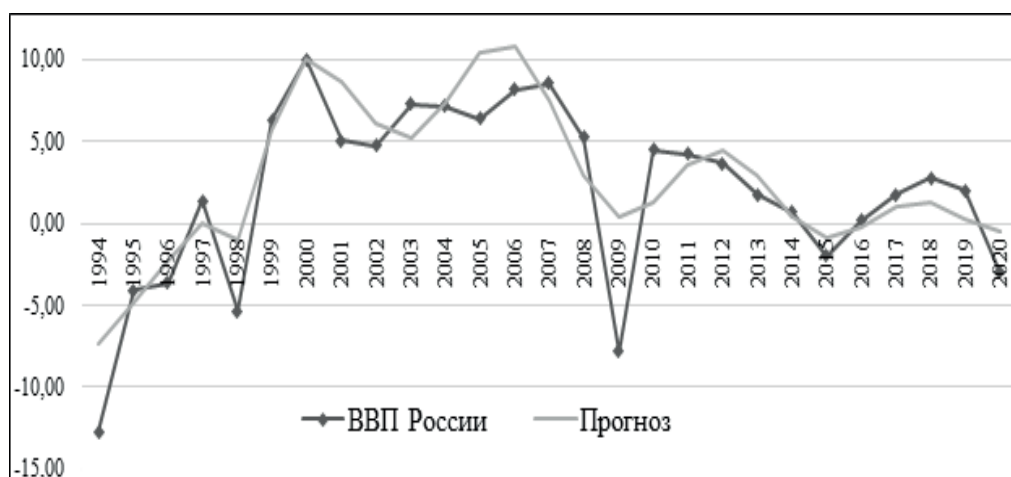


Рис. 3 – Фактическая динамика ВВП России и суммарная траектория циклов в 1994-2020 годах, в %

Fig. 3 – Actual dynamics of Russia's GDP and total trajectory of cycles in 1994-2020, %



Итоговая траектория всех выделенных по информации за 1994-2019 годы циклов (см. рисунок 3) не предвещала резкого спада в 2020 г., но указывала на вероятность сохранения стагнации. Кризис 2020 года не был имманентен циклическому развитию российской экономики – так проявилось воздействие на экономику нового мощного специфического фактора – коронавирусной пандемии.

Следующим шагом в исследовании факторов экономической динамики и уточнении динамики потенциального ВВП является переход к построению факторных моделей роста типа производственных функций.

ФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ ЗА 2001-2021 ГОДЫ

Основой для построения факторной модели экономики в наших исследованиях стала модель типа производственной функции (ПФ) Кобба-Дугласа в форме Солоу. Анализ, проводившийся на статистической информации за 2000-2021 гг. показал, что такая ПФ способна объяснить лишь около 48% исходной дисперсии ряда индекса роста валового внутреннего продукта, и требуется ее модификация – учет дополнительных факторов, влияющих на совокупную факторную производительность, а также отражающих особенности российской экономики.

В исследованиях зарубежных экономистов неоклассические модели эндогенной теории роста еще в 80-90 годы предыдущего столетия были расширены включением технологического прогресса, фактора качества человеческого капитала, факторов заимствования и адаптации иностранных технологий и др. В последнее время заметно возросло внимание к вопросам учета качества человеческого капитала.

По пути расширения количества объясняющих переменных, в том числе отражающих особенности российской экономики, идет и большинство отечественных разработчиков ПФ. Например, в статье Афанасьева А.А. и Пономарева О.С.³ было предложено учитывать фактор производственной инфраструктуры; в работе Синельникова-Мурылева С.Г. и др.⁴ – фактор внешнеторговых условий, представленный изменением уровня мировых цен на нефть; работе Акиндинова Н.В. и др.⁵ – фактор «качества человеческого капитала»; в работе Никонорова В.М.⁶ – фактор «информационное развитие»; в исследовании Орловой Е.А. и др.⁷ наряду с фактором нефтяных цен учитывался фактор денежно-кредитной политики (изменение процентной ставки).

В нашей работе предполагается, что целесообразно учитывать в ПФ три дополнительных фактора – инновационный, индекс физического роста экспорта и изменение уровня мировых цен на нефть. Последующий анализ подтвердил, что учет этих трех факторов заметно улучшает аппроксимирующие свойства модели типа ПФ⁸.

Инновационный фактор может оцениваться как объем накопленных за ряд лет вложений в развитие профессиональной и научной деятельности, деятельности в области информации и связи, а также в отрасли образование, здравоохранение, культура, которые связаны с повышением качества человеческого капитала. В качестве периода для учета накопления в инновационном фонде принят период в 10 лет – средняя величина инвестиционного цикла К. Жюгляра. Введение инновационного фактора, наряду с классическими факторами труда и капитала, повысило коэффициент объяснения исходной дисперсии с 48% (R^2) до 70%. Это был наиболее значительный вклад среди всех исследованных дополнительных факторов.

Заметное улучшение степени аппроксимации обеспечивалось также включением фактора цен на нефть, и в несколько меньшей степени – фактором «физического» роста экспорта.

В результате для периода 2000-2021 гг. определилась регрессия (1) с достаточно удовлетворительными, на наш взгляд, характеристиками (см. таблицу 1):

$$Y_t = B_t \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot U_t^\gamma \cdot Ex_t^\delta \cdot W_t^\mu, \quad (1)$$

где: Y_t – индекс роста валового внутреннего продукта в году t ; B_t – коэффициент, учитывающий прочие факторы; L_t^β – фактор труда, представляемый динамикой численности занятых в экономике в году t ; K_t^α – фактор капитала, представляемый динамикой основных фондов в году t ; U_t – фактор мировых цен на нефть; Ex_t – рост физического объема экспорта; W_t – «инновационный фактор»; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$ – соответствующие коэффициенты эластичности ВВП по факторам.

Таблица 1

Значения параметров функции (1) и ее статистические характеристики

Параметры	α	β	γ	δ	μ	R^2	F-стат
Значение	0,40	0,60	0,15	0,10	0,11	0,89	32,82
Станд. ошибка	0,12	0,12	0,02	0,07	0,04		

Источник: расчет авторов на основе данных Росстата.

Параметры функции (1) относительно устойчивы: при изменении длины периода на несколько лет значения параметров изменяются на величину, существенно меньшую, чем значения их стандартных ошибок, представленные в таблице 1.

Полученная функция (1) используется для анализа вклада факторов в фактический темп прироста ВВП. Для ориентировочной оценки динамики потенциального ВВП фактор труда, определяемый в функции (1) численностью занятых, был заменен ресурсами рабочей силы. Параметры функции $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$ изменились при такой замене незначительно: коэффициент β уменьшился на 0,02 (до 0,58), остальные изменились в еще меньшей степени.



Таким образом, к факторам, определяющим ориентировочную динамику потенциального ВВП, были отнесены: рабочая сила, основной капитал и инновационный фактор; к конъюнктурным факторам – влияние цен на нефть, внешнего спроса, колебаний доли безработных в составе рабочей силы. Оценка разницы (разрыва) между фактическими темпами ВВП и оценкой темпов потенциального ВВП включала влияние выделенных конъюнктурных факторов и прочих циклических и нециклических факторов (представленных остатком V_t).

В таблице 2 представлена динамика факторов роста для российской экономики за 2003-2021 гг. и приведены оценки вкладов факторов в динамику ВВП на основе формулы (1).

Таблица 2

Динамика и вклады основных факторов в рост ВВП в 2003-2021 годах

№ п/п	Наименование	2003-2008	2009	2010	2011-2012	2013-2014	2015-2016	2017-2019	2020	2021
<i>Факторы роста ВВП</i>										
1	Цена на нефть, доллар/баррель	56,2	61,1	78,2	109,1	102,7	46,5	62,2	41,4	69,1
2	Численность занятых, в темп роста	0,7	-1,5	0,2	0,5	-0,1	0,0	-0,5	-2,1	1,6
3	Рабочая сила, в темп роста %	0,8	0,0	-0,3	0,1	-0,2	0,8	-0,6	-0,6	0,6
4	Инвестиции, в темп роста %	15,1	-13,5	6,3	8,8	-0,4	-5,2	4,1	-0,5	7,7
5	Основной капитал, в темп роста %	5,8	6,3	5,8	6,5	6,5	3,6	1,8	3,2	4,2
6	Экспорт, в темп роста %	5,8	-3,3	7,0	-0,5	2,5	5,1	3,2	-1,3	1,7
7	Инвестиции в инновационный комплекс, в темп роста %	17,7	-21,2	9,1	8,8	-4,8	-4,3	14,7	15,3	9,6
8	Инновационный фонд, в темп роста %	7,9	3,3	3,5	4,7	2,6	1,0	1,5	4,9	5,8
<i>Вклады факторов, п.п.</i>										
9	Численность занятых	0,4	-0,6	-0,1	0,3	0,0	0,0	-0,3	-1,1	0,5
10	Рабочая сила	0,4	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,4	-0,3	-0,4	0,2
11	Основной капитал	2,5	2,7	2,5	2,8	2,8	1,5	0,8	1,4	1,8
13	Ф-р цены на нефть	1,7	-0,7	0,7	1,6	-0,1	-2,0	1,1	-1,6	2,2
14	Экспорт	0,6	-0,3	0,7	-0,1	0,2	0,5	0,3	-0,1	0,2
15	Инновационный фактор	2,1	0,5	0,6	0,7	0,4	0,1	0,4	1,0	1,0
<i>ВВП и потенциальный ВВП</i>										
16	ВВП, темп роста, %	7,1	-7,8	4,5	4,1	1,3	-0,9	2,3	-2,7	4,7
17	ВВП теоретический, темп роста, % (= 9+11+13+14+15)	7,3	1,6	4,3	5,4	3,3	0,2	2,3	-0,4	5,7
18	Неучтенные факторы	-0,2	-9,4	0,2	-1,2	-2,1	-1,1	-0,1	-2,3	-1,0
19	ВВП потенциальный, темп роста, % (=10+11+15)	5,0	3,3	3,0	3,6	3,1	2,1	0,9	2,0	3,0
20	Циклические и прочие факторы	2,1	-11,1	1,5	0,6	-1,8	-3,0	1,4	-4,7	1,7

Источник: расчет авторов на основе данных Росстата.

Аппроксимация динамики потенциального ВВП на основе факторной модели в целом подтверждает траекторию потенциального ВВП, полученную на основе циклических моделей (см. рисунок 3), давая несколько более рельефную и подробную картину. В обоих случаях мы видим периоды высокой динамики потенциального ВВП (2003-2008 годы), умеренной динамики с ее ослаблением к концу периода (2011-2016 годы) и слабой динамики с ускорением к концу периода (2017-2021 годы).

При выборе стимулирующей/подавляющей деловую активность политики важна информация о соотношении абсолютных объемов фактического и потенциального ВВП. Для этого, как правило, осуществляется поиск «точки отсчета» – периода, где ресурсы труда и капитала используются с достаточной степенью полноты. Представляется, что таким моментом можно считать 2012 год.

Именно в этом году достигается практически нулевой разрыв в динамике фактического и потенциального ВВП. А учитывая относительно невысокий (5,5%) уровень безработицы в 2012 году (который может быть определен как «естественный»⁹ для России) и достигнутый достаточно высокий уровень использования мощностей – 62% в обрабатывающих производствах и 81% в добывающих отраслях (значения близки к оценкам нормального уровня использования мощностей (60-65%) в исследованиях¹⁰) можно говорить о существенном приближении фактического ВВП к уровню потенциального ВВП в 2012 году.

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА ОСНОВЕ СЕЗОННО-ОЧИЩЕННЫХ ТРАЕКТОРИЙ РОСТА

Детальный анализ с учетом внутригодовой сезонно-очищенной динамики показывает, что указанные выше периоды неоднородны, особенно периоды 2011-2016 и 2017-2021 годов. Если 2009 год является однозначно кризисным, а 2010-2011 годов – однозначно восстановительным, то тенденции 2012-2016 годов уже неоднозначны по направленности и факторам, их определяющим. Необходимо подчеркнуть, что выбор метода сезонной очистки помесечных рядов показателей оказывает влияние на получение итоговых выводов и должен увязываться с характером аналитической задачи.

Одна из проблем сезонной очистки – выбор периода для выделения элиминируемой сезонной волны и учет ее изменения с периодом времени.

Для иллюстрации эволюции сезонной волны на рисунке 4 показаны сезонные волны для базовых отраслей, выявленные для трех периодов, в привязке к конкретным годам этих периодов. Отмечается усиление размаха волны с течением времени (до 7 п.п. в мае и декабре и 3,3 п.п. в среднем), что серьезно влияет на оценку сезонно-очищенной динамики производства, меняя ее до 3 и более п.п. в зависимости от выбранного для оценки сезонной волны периода. Еще более значительные изменения сезонной волны отмечаются для отдельных видов деятельности: строительство, сельское хозяйство, пищевая промышленность и другие.



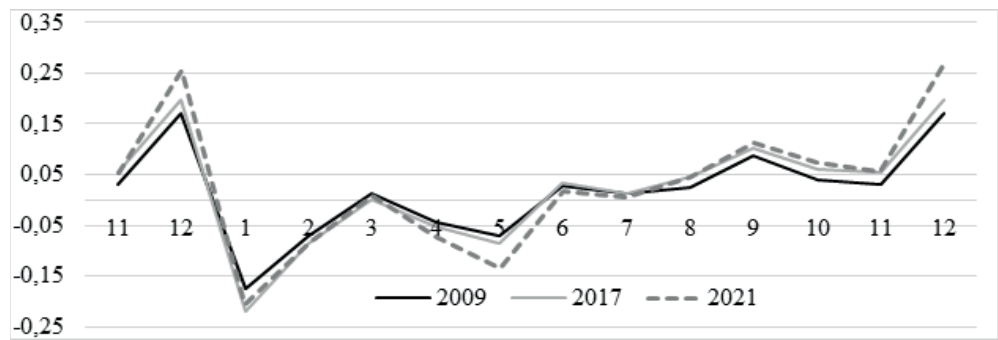


Рис. 4 – Сезонная волна для базовых отраслей за 2009, 2017 и 2021 годы (с ноября предыдущего до декабря текущего года), отклонения в долях от сезонно-очищенного тренда
 Fig. 4 – Seasonal wave for basic industries for 2009, 2017 and 2021 (from November of the previous year to December of the current year), deviations in shares from the seasonal-cleared trend

Поэтому в модифицированной программе сезонной очистки, используемой Минэкономразвития России, сезонная волна определялась для каждого периода, а объединенная динамическая волна сшивалась гладким образом из индивидуальных волн и, таким образом, учитывала трансформацию этих волн от периода к периоду.

В качестве примера представлений сезонно-очищенных траекторий приведем графики динамики ВВП и трех его основных агрегированных компонент за 2007-2021 годы и первые 5 месяцев 2022 года (см. рисунок 5).

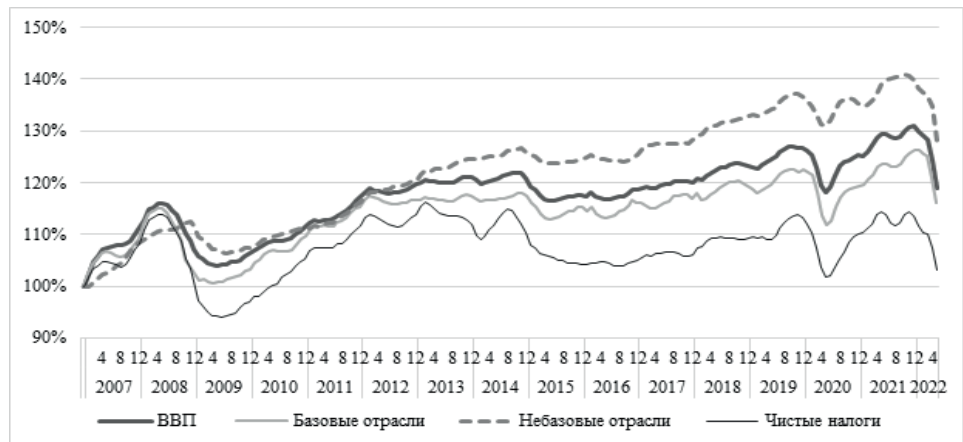


Рис. 5 – Сезонно-очищенная динамика основных компонент ВВП за 2007-2022 годы, дек. 2006 года = 100%, в %
 Fig. 5 – Seasonally refined dynamics of the main components of GDP for 2007-2022, Dec 2006 = 100%, %

Уже первый взгляд на представленные траектории говорит о возможном разбиении периода после 2009 года на несколько характерных подпериодов:

- восстановление и посткризисный рост экономики в 2010-2012 годах;
- замедление экономического роста в 2012-2014 годах;
- кризисный период – конец 2014 года – 2016 год;
- восстановительный период – 2017-2019 годы;
- кризисно-нестабильный период – 2020-2022 годы.

Для более детального выявления тенденций рассмотрим графики сезонно-очищенных траекторий, основных составляющих ВВП для периода 2011-2019 годов (см. рисунок 6).

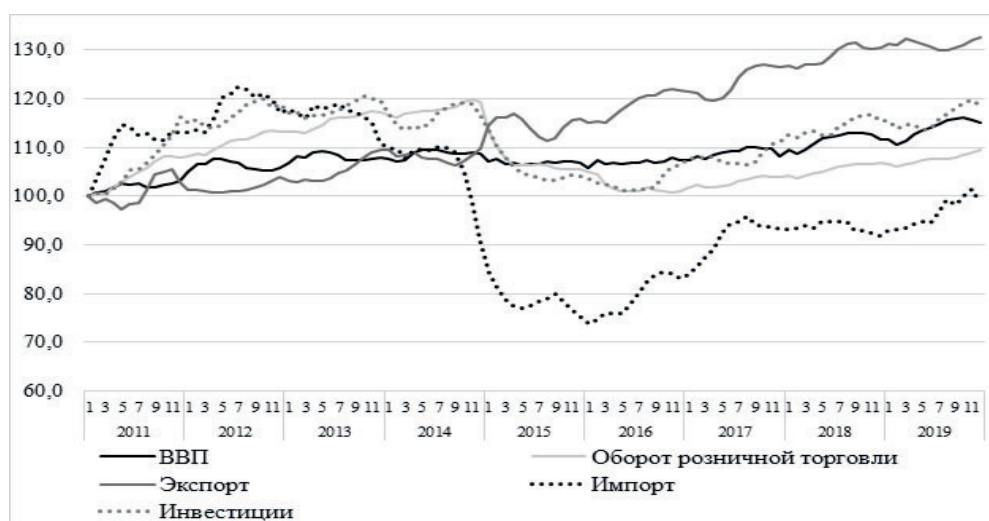


Рис. 6 – Помесячная динамика ВВП, ОПТ, импорта, экспорта, инвестиций и обрабатывающих производств, январь 2011 = 100%, в %

Fig. 6 – Monthly dynamics of GDP, ORT, imports, exports, investments and manufacturing industries, January 2011 = 100%, %

Анализируя графики можно сделать вывод, что перелом в тенденциях роста основных показателей происходит в середине 2012 года: восходящая динамика для ряда показателей сменяется на колебания около достигнутого к этому времени уровня (инвестиции и экспорт), с середины 2012 года наблюдаются признаки замедления импортопотребления. В целом 2012 год можно считать последним годом в восходящей динамике. И именно в этом году, как мы отмечали, достигается практически нулевой разрыв в динамике фактического и потенциального ВВП.



Наблюдавшиеся в период 2013-2014 годов низкие темпы ВВП, вялая динамика инвестиций, сокращение запасов оборотных средств, заметное замедление импортопотребления и др. – сигнализировали о стагнации и вероятности перехода экономики в рецессивную фазу и, очевидно, этот процесс можно было купировать (потенциал роста оценивался на уровне 3%). Однако развитие негативных процессов ускорили шок от падения нефтяных цен и введение антироссийских санкций.

Кризис 2015-2016 годов был менее глубоким по сравнению с кризисом 2009 года, но период выхода экономики на восстановительный рост оказался более затяжным в силу длительности воздействия указанных внешних факторов.

Наблюдавшееся в 2017-2019 годах восстановление экономического роста, сопровождалось рядом позитивных сдвигов в производственной структуре, что указывает на успешность (в целом) адаптации экономики к ужесточившимся внешним условиям. Однако нельзя отрицать, что заметный импульс динамике (при продолжавшейся ограничительной политике денежного регулятора) был придан наблюдавшимся в этот период реверсом нефтяных цен в сторону повышения – экономика получила дополнительный приток финансовых средств. В 2019 г. этот источник вновь оскудел (нефтяные цены упали) и уже в конце года восходящая тенденция в динамике ВВП затормозилась. Вместе с тем, у экономики имелся потенциал роста и возможности для ускорения динамики на восходящей линии цикла при наличии дополнительных стимулов со стороны правительства и денежного регулятора. Однако выход экономики на сбалансированную траекторию развития не был завершен (разрыв между потенциальным и фактическим ВВП к 2020 году определился, по нашим оценкам, на уровне 6%). Экономика вошла в 2020 год с замедляющимися темпами экономической динамики.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА КОРОНАВИРУСА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ДИНАМИКУ В 2020-2021 ГГ.

Специфика условий 2020-2021 годов – появление неэкономического фактора – мировой пандемии коронавируса, с которым связано использование правительствами соответствующих мер реагирования ¹¹ (далее «фактор коронавируса»), а также действие соглашения «ОПЕК+» по ограничению экспорта нефти.

Острая реакция российской экономики на новые специфические условия проявилась в 2020 году сокращением реальных объемов ВВП на 2,7%. В 2021 году влияние фактора коронавируса на экономику заметно ослабло – темпы прироста ВВП по данным статистики составили 4,7%. Разрыв между динамикой фактического и потенциального ВВП (см. таблицу 2) оценивался по модельным расчетам на уровне – 4,9% в 2020 году и +1,9% в 2021 году.

Сопоставление (см. рисунок 7) траектории фактической динамики ВВП в 2020-2021 гг. и в первом полугодии 2022 года и его тренда, сформировавшегося за предыдущие годы, показывает волнообразные отклонения от тренда вследствие

влияния фактора коронавируса, а после февраля 2022 года под влиянием фактора, связанного с СВО.

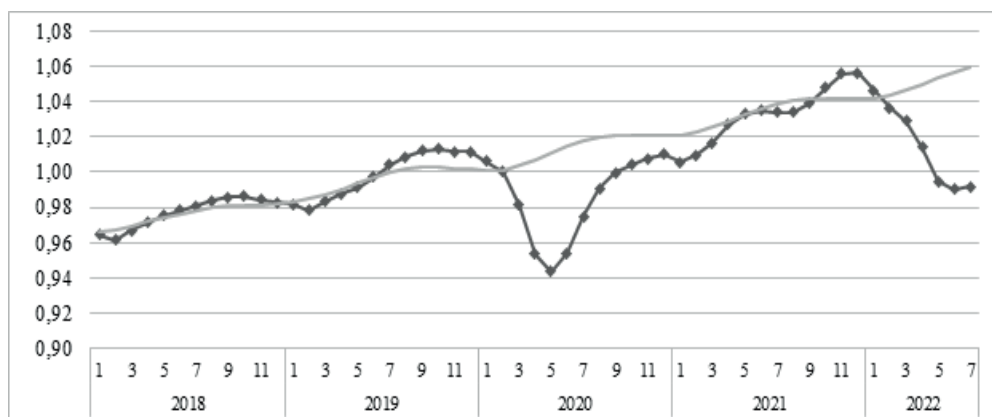


Рис. 7 – Сезонно-очищенная динамика ВВП в 2020-2022 годах и тренд по данным за 2016-2019 годы

Fig. 7 – Seasonally refined GDP dynamics in 2020-2022 and trend according to data for 2016-2019

Визуальное сопоставление динамики ВВП с волнообразной динамикой заболеваемости и смертности населения от коронавирусной инфекции (см. рисунок 8) показывало, что воздействие волн заболеваемости коронавирусом на деловую активность заметно слабело по мере продвижения по временной оси.



Рис. 8 – Число заболевших и число умерших от Covid-19 в месяц, тыс. чел.

Fig. 8 – The number of cases and the number of deaths from Covid-19 per month, thousand people.



Положительная связь между фактором коронавируса и снижением деловой активности проявилась достаточно рельефно после проведения модулирования (калибровки) параметров интенсивности заболеваемости коронавирусом населения множителем убывающей экспоненты – коэффициент корреляции составил 85%. На рисунке 9 приведен соответствующий график, где для наглядности отклонения динамики ВВП от тренда приведены со знаком минус, т.е. показаны в положительной области.

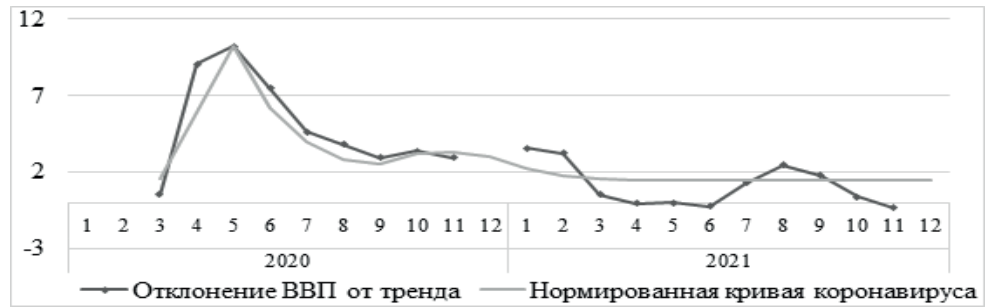


Рис. 9 – Отклонения динамики ВВП от тренда с противоположным знаком и интенсивность коронавируса в оценке по заболевшим, нормированная убывающей экспонентой
 Fig. 9 – Deviations of GDP dynamics from the trend with the opposite sign and the intensity of coronavirus in the assessment of sick people, normalized by the decreasing exponent

Исследование динамики ряда отраслей, прежде всего, обрабатывающих производств, в целом также подтверждает убывающую по экспоненте связь между темпами роста производства и интенсивностью распространения коронавируса, но несколько с другими параметрами. Для некоторых отраслей отмечается сдвиг кривых во времени. Например, для гостинично-ресторанного сектора (см. рисунок 10) это может объясняться принятием упреждающих, сдерживающих решений правительства.



Рис. 10 - Отклонение динамики выпуска гостиниц и общественного питания от тренда (с противоположным знаком) и интенсивность коронавируса по заболевшим, нормированная убывающей экспонентой

Fig. 10 – Deviation of the dynamics of hotel output and catering from the trend (with the opposite sign) and the intensity of coronavirus in cases, normalized by the decreasing exponent

Многие обрабатывающие производства в 2021 г. компенсировали потери 2020 г. и нарастили объем производства к уровню 2019 г. Развитие ряда производств было заметно активировано происходящими процессами. Это относится, прежде всего, к производству лекарственных средств, машин и оборудования, в сфере услуг – к информационной и финансовой, а также рекламной деятельности. Их фактическая динамика заметно превысила линию тренда, определив соответствующие структурные сдвиги в экономике.

Учет циклического, затухающего характера воздействия факторов, аналогичных эпидемии коронавируса, и некоторых других специфических факторов, может быть полезен при возникновении таких ситуаций.

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ОТРАСЛЕВОГО СПРОСА НА ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ

При разработке макроэкономического прогноза с применением статической модели межотраслевого баланса решается задача балансировки конечного спроса с объемами отраслевых выпусков при заданных производственных ограничениях. Однако необходимо также обеспечение согласования: а) между прогнозом отраслевых выпусков и развитием производственной базы отраслей в увязке с инвестиционным процессом прошлых лет; б) между оценками инвестиций в основной капитал отраслей и валовым накоплением основного капитала в экономике (его объемом и видовой структурой); в) между оценками отраслевых потребностей в инвестициях в основной капитал и их финансовыми источниками. Для решения



подобных задач требуется разработка соответствующего инвестиционно-фондового блока (ИФБ) в межотраслевой модели, обеспечивающего учет межвременных связей в экономике (инвестирование формирует не единственный, но важнейший контур межвременных связей).

Неустойчивость отраслевых показателей динамики инвестиций в основной капитал, множественность факторов, влияющих на решения по инвестированию производств, методологическая рассогласованность длинных временных рядов статистики инвестиций и основного капитала определяют серьезные сложности построения ИФБ, в т.ч. регрессий, хорошо объясняющих ретроспективную годовую динамику отраслевых инвестиций. С этой проблемой сталкиваются многие аналитики¹².

В условиях имеющихся коротких методологически согласованных рядов с оценками отраслевых инвестиций и основных фондов может быть использован иной подход к прогнозу этих показателей, согласованному со среднесрочными отраслевыми прогнозами объемов производства.

В основу подхода заложена идея декомпозиции в ретроспективном периоде инвестиций в отрасли i по их воспроизводственному назначению с использованием формулы (2) и поиске усредненных за ретроспективный период коэффициентов такого разложения. Полагается, что одна часть инвестиций года t связана с сохранением производственных возможностей года $(t-1)$. Другая часть инвестиций связана с расширением производства в текущем году и последующих годах с учетом «лагов» между инвестированием и вводом фондов, освоением производственных мощностей.

$$INV_i^t = \alpha_i \cdot F_{end_i}^{t-1} + \beta_i \cdot X_i^{t-1} + \varphi_i (\gamma_{3i} \cdot \Delta X_i^t + \gamma_{2i} \cdot \Delta X_i^{t+1} + \gamma_{1i} \cdot \Delta X_i^{t+2}) + \varepsilon_i^t \quad (2)$$

где: INV_i^t – объем инвестиций в основной капитал отрасли i в году t в ценах года $(t-1)$; $F_{end_i}^{t-1}$ – объем основных фондов на конец года $(t-1)$ в отрасли i в оценке по полной учетной стоимости; X_i^{t-1} – объем выпуска в отрасли i в году $(t-1)$ в ценах года $(t-1)$; ΔX_i^t , ΔX_i^{t+1} , ΔX_i^{t+2} – приросты выпуска в отрасли i соответственно в году (t) , $(t+1)$ и $(t+2)$ в ценах года $(t-1)$; α_i , β_i , φ_i , γ_{3i} , γ_{2i} , γ_{1i} – искомые коэффициенты.

Часть инвестиций года t , связанная с сохранением производственных возможностей года $(t-1)$, представлена первым выражением в скобках в правой части уравнения (2) и включает две компоненты. Одна из них $\alpha_i \cdot F_{end_i}^{t-1} = INV_F_i^t$ трактуется как объем инвестиций года t , направленный на поддержку основного капитала (компенсацию потерь в основном капитале в году $t-1$), а другая $(\beta_i \cdot X_i^{t-1} = INV_X_i^t)$ трактуется как объем инвестиций года t , направленный на поддержку выпуска в объеме предыдущего года.

Сумма остальных показателей правой части уравнения (2)

$$(\gamma_{3i} \cdot \varphi_i \cdot \Delta X_i^t + \gamma_{2i} \cdot \varphi_i \cdot \Delta X_i^{t+1} + \gamma_{1i} \cdot \varphi_i \cdot \Delta X_i^{t+2}) = INV_ \Delta X_i^t$$

– трактуется как объем инвестиций, направленный в году t на развитие производственной базы и обеспечение прироста выпусков, где $\gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \gamma_{3i}$ – параметры, характеризующие долю участия инвестиций года t в обеспечении вводов фондов в первый, второй и третий год реализации инвестиционных проектов отрасли i . В основном используется гипотеза о трехлетнем инвестиционном лаге ($\gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \gamma_{3i} = 1$), φ_i – параметр, трактуемый как приростная инвестоемкость выпусков.

Поскольку количество искомым параметров чрезмерно велико для короткого временного ряда имеющейся методологически совместимой информации (2015-2021 гг.), для оценок указанных параметров задаются области их допустимых значений и используется программа «поиск решения» с установкой на минимизацию отклонений (ϵ_i^t). Расчет осуществляется в несколько этапов с применением т.н. метода «аттрактора».

Параметры $\alpha, \beta, \gamma_1, \gamma_2$ определялись одновременно со средней приростной инвестоемкостью φ для экономики в целом на основе совокупности всех данных по отраслям, как средневзвешенные величины. Затем эти параметры оценивались для группировок на уровне разделов ОКВЭД по базовым отраслям и двух групп небазовых отраслей («обслуживающие» и «социальные»). Далее параметры конкретизировались для каждой отрасли, выделяемой в группировках. Для коррелируемых переменных (ОФ и выпуски) возможно проявление эффекта «переброса параметров» при незначительных изменениях остаточной дисперсии. В связи с этим использовался технический прием корректировки параметров, обеспечивающий их «притяжение» к средним (ориентирующим) значениям по группе отраслей с учетом сохранения допустимого изменения остаточной дисперсии путем введения весов («платы» за отклонения от средних). Граничное допустимое изменение остаточной дисперсии принято на уровне 5 процентов, т.е. менее 2,5% к среднеквадратической ошибке, что составляет менее 0,2 п.п. к значению темпа прироста инвестиций в 2021 году по экономике в целом (7,5%). Это позволило получить индивидуальные значения параметров всех отраслей с сохранением приемлемого уровня аппроксимации.

В целом по экономике значение α определилось на уровне 0,055, что несколько ниже среднего уровня амортизации по основным средствам, значение β – на уровне 0,015; $\gamma_3 = 0,30$ и $\varphi = 1,26$.

Параметры $\alpha_i, \beta_i, \gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \gamma_{3i}$ и φ_i дифференцированы по отраслям. Полученные в ходе описанного расчета их отраслевые значения являются ожидаемыми значениями на интервале 2015-2021 годов. В таблице 3 представлены параметры функций по отраслям, для которых соотношение между исходной и остаточной дисперсиями, скорректированными на степени свободы (статистика F), превышает 4, т.е.



доля необъяснимых факторов составляет менее одной четверти, что в условиях высокой волатильности инвестиций говорит о приемлемом уровне аппроксимации.

Таблица 3

Параметры функции для расчета инвестиций в основной капитал

ОКВЭД	Y_1	Y_2	Y_3	Коэфф. поддержки ОФ	Коэфф. поддержки пр-ва	Прир. инв-емкость 2015-2021	Ф. статистика
Всего	0,31	0,39	0,29	0,055	0,015	1,26	5,3
В Добыча полезных ископаемых	0,37	0,36	0,27	0,086	0,015	2,33	7,6
С Обрабатывающие производства	0,37	0,36	0,27	0,061	0,008	1,38	8,2
10-12 Производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	0,34	0,38	0,28	0,046	0,015	0,74	8,1
13-15 Производство текстильных изделий; производство одежды, кожи и изделий из кожи	0,28	0,41	0,31	0,046	0,008	0,65	4,6
16 Обработка древесины и производство изделий из дерева, кроме мебели	0,29	0,40	0,30	0,051	0,013	1,69	9,6
17 Производство бумаги и бумажных изделий	0,34	0,38	0,28	0,073	0,016	1,47	12,2
19 Производство кокса и нефтепродуктов	0,46	0,31	0,23	0,112	0,015	0,70	7,0
22 Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,42	0,33	0,25	0,044	0,010	1,62	11,9
24 Производство металлургическое	0,49	0,29	0,22	0,049	0,010	1,40	5,2
25 Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	0,34	0,38	0,28	0,047	0,022	0,75	7,1
26 Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	0,34	0,38	0,28	0,074	0,015	0,39	8,2
27 Производство электрического оборудования	0,35	0,37	0,28	0,055	0,009	0,95	4,6
28 Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	0,17	0,47	0,35	0,063	0,015	0,60	4,2
D Обеспечение электрической энергией, газом и паром	0,39	0,35	0,26	0,066	0,027	1,21	5,6
H Транспортировка и хранение	0,37	0,36	0,27	0,047	0,014	1,90	7,3
J Деятельность в области информации и связи	0,34	0,38	0,28	0,070	0,016	1,38	4,3

Источник: расчеты авторов.

Использование полученных зависимостей позволяет получать ориентировочные прогнозные оценки ожидаемого спроса отраслевых производств на инвестиции при прогнозируемых оценках производства в условиях сохранения зависимости от основных инвестобразующих показателей, выявленной в период 2015-2021 годов. Это может служить дополнительной информацией при прогнозировании динамики инвестиций на макроэкономическом уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт применения спектрально-исторического подхода к анализу временных рядов показал возможность не только выявления наиболее характерных циклов экономической динамики, но и приближенной оценки динамики потенциального ВВП. Более детальную картину факторного формирования потенциального и фактического ВВП дает использование метода производственных функций с введением дополнительных (помимо труда и основного капитала) факторов, значимых для российской экономики. Такими факторами для нашей страны следует признать – динамику цен на энергетическом рынке, внешнего спроса, накоплений в инновационном фонде. По ориентировочным оценкам темп прироста потенциального ВВП оставался на всем двадцатилетнем периоде в зоне положительных значений (минимальный прирост 0,2% отмечается, по оценке, в 2017 г.), максимальное сближение (практически нулевое значение разрыва) фактического и потенциального ВВП достигалось в 2012 г., к 2022 г. уровень потенциального ВВП вновь превысил уровень фактического более, чем на 9%.

Важные дополнительные возможности для своевременного выявления изменений в тенденциях развития обеспечивает анализ рядов помесечной динамики основных составляющих ВВП. При элиминировании сезонной волны важен учет ее изменения во времени, связанного с особенностями периодов экономического развития.

Метод моделирования отклонений от трендов на основе помесечной динамики совместно с корреляционным анализом показал свою продуктивность при исследовании воздействия на экономику и ее сектора специфических факторов на примере «фактора коронавируса». Значительное влияние на параметры динамики оказывали сопровождающие и упреждающие развитие этого фактора действия правительства. Было выявлено ощутимое, развивающееся по экспоненте, ослабление связи динамики ВВП с уровнем заболеваемости коронавирусом. Это, наряду с другими факторами, обеспечило в 2021 г. ускоренное восстановление потерь в ВВП за 2020 год и его прирост к уровню 2019 г. (почти 2%). В целом за период 2020-2021 гг. отмечен ряд важных структурных сдвигов в производстве, сопровождавших изменения в потреблении, наблюдаемое (в условиях вводимых ограничений на личные контакты) ускорение в формировании информационного общества.



Одной из актуальных задач в области межотраслевого моделирования продолжает оставаться разработка подходов к динамизации межотраслевых моделей, что в первую очередь предполагает учет связи между результатами производственной деятельности в отраслях экономики и инвестированием в их развитие. Предложенный в статье подход к оценке параметров этой связи в условиях отсутствия достаточно длинных методологически совместимых информационных рядов позволяет, на наш взгляд, сделать шаг в решении этой задачи. Подход основан на разложении отраслевых объемов инвестиций в соответствии их ролью в воспроизводственном процессе и использовании идеи «аттрактора» применительно к исследуемым экономическим процессам. Приемлемое качество приведенных в статье оценок параметров связи между развитием отраслевого спроса на инвестиции и их производственными результатами в период 2015-2021 гг. подтверждается соответствующими статистическими критериями достоверности.

Приведенные в статье материалы свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития инструментария для более глубокого изучения влияния конъюнктурных и специфических факторов на деловые циклы российской экономики и тренды ее развития. Использование факторных, циклических и межотраслевых моделей обеспечивает пользователей уникальной информацией, не только дополняющей статистическую отчетность, но и позволяющей оценить влияние ожидаемых новых специфических внешних и внутренних факторов на перспективы развития России и ее позиционирование в глобальной экономике.

ПРИМЕЧАНИЯ:

¹ Hodrick R.J., Prescott E.C. Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1997, Vol. 29, No. 1, p. 3-6.

² «Переход» конъюнктурных факторов в факторы состоятельного роста подтверждается позитивным влиянием высоких цен на нефть на ускорение процессов в инвестиционно-технологической сфере в 2003-2008 годах.

³ Афанасьев А.А., Пономарева О.С. Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. / *Экономика и математические методы*. 2014. Т. 50. № 4. С. 25.

⁴ Синельников-Мурылев С., Дробышевский С., Казакова М., Алексеев М. Декомпозиция темпов роста ВВП России / *Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара. Научные труды*. 2015. № 167Р. С. 23.

⁵ Акиндинова Н.В., Чекина К.С., Яркин А.М. Экономический рост в России с учетом демографических изменений и вклада человеческого капитала / *Экономический журнал ВШЭ*. 2017. Т. 21. № 4. С. 540.

⁶ Никоноров В.М. Оценка производственной функции экономики РФ // *Экономические исследования и разработки*. 2018. №1. С. 26.

⁷ Орлова Е.А., Белоусов Д.Р., Галимов Д.И. О модели потенциального ВВП и разрыва выпуска для российской экономики / *Проблемы прогнозирования*. 2020. № 2. С. 64.

⁸ Также был проведен тест с включением инфраструктурного фактора, который показал, что его влияние на объясняемый показатель (Y_t) хотя и положительно, но находится на пороге статистической значимости.

⁹ Вакуленко Е.С., Гурвич Е.Т. Взаимосвязь ВВП, безработицы и занятости: углубленный анализ закона Оукена для России // Вопросы экономики. 2015. №3. С. 20.

¹⁰ Okun A. M. Potential GNP: its measurement and significance. Proceedings of the Business and Economic / Statistics Section of the American Statistical Association, 1962, p. 98-100.

¹¹ Меры правительства, наряду с вакцинацией, включали запреты на въезд в страну, введение режима локдаунов (строгой изоляции), усиление социальной поддержки и т.д.), они заметно изменили образ жизни, структуру потребления, отразились на уровне деловой активности и системе сопутствующих экономических показателей.

¹² См., например, Рутковская Е.А., Максимцова С.И. К проблеме моделирования взаимосвязей в инвестиционно-фондовом блоке динамической модели / Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2014. Т. 12. С. 61-63.

БИБЛИОГРАФИЯ:

Афанасьев А.А., Пономарева О.С. Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. / Экономика и математические методы. 2014. Т. 50. № 4. С. 21–33. @@ Afanas'ev A.A., Ponomareva O.S. Proizvodstvennaya funkciya narodnogo hozyajstva Rossii v 1990–2012 gg. / E'konomika i matematicheskie metody', 2014, Vol. 50, No. 4, pp. 21–33.

Акиндинова Н.В., Чекина К.С., Яркин А.М. Экономический рост в России с учетом демографических изменений и вклада человеческого капитала / Экономический журнал ВШЭ. 2017. Т. 21. № 4. С. 533–561. @@ Akindinova N.V., Chekina K.S., Yarkin A.M. E'konomicheskij rost v Rossii s uchetom demograficheskix izmenenij i vklada chelovecheskogo kapitala / E'konomicheskij zhurnal VShE', 2017, vol. 21, No 4, pp. 533–561.

Вакуленко Е.С., Гурвич Е.Т. Взаимосвязь ВВП, безработицы и занятости: углубленный анализ закона Оукена для России / Вопросы экономики. 2015. №3. С. 5-27. @@ Vakulenko E.S., Gurvich E.T. Vzaimosvyaz' VVP, bezraborticy i zanyatosti: uglublenny'j analiz zakona Oukena dlya Rossii / Voprosy' e'konomiki, 2015, No 3, pp. 5-27.

Моторин В.И. Критерии и методы декомпозиции динамики макроэкономических показателей: Препринт WP2/2005/02. – 2005. 60 с. @@ Motorin V.I. Kriterii i metody' dekompozicii dinamiki makroe'konomicheskix pokazatelej: Preprint WP2/2005/02. – 2005. 60 s.

Никоноров В.М. Оценка производственной функции экономики РФ / Экономические исследования и разработки. 2018. №1. С. 25-30. @@ Nikonorov V.M. Ocenka proizvodstvennoj funkicii e'konomiki RF / E'konomicheskie issledovaniya i razrabotki, 2018, No 1, p. 25-30.

Синельников-Мурьев С., Дробышевский С., Казакова М., Алексеев М. Декомпозиция темпов роста ВВП России / Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара. Научные труды. 2015. № 167Р. 128 с. @@ Sinel'nikov-Mury'lev S., Droby'shevskij S., Kazakova M., Alekseev M. Dekompoziciya tempov rosta VVP Rossii / Institut e'konomicheskoy politiki im. E.T. Gajdara. Nauchny'e trudy'. 2015. № 167R. 128 s.

Орлова Е.А., Белоусов Д.Р., Галимов Д.И. О модели потенциального ВВП и разрыва выпуска для российской экономики / Проблемы прогнозирования. 2020. № 2. С.60-67. @@ Orlova E.A., Belousov D.R., Galimov D.I. O modeli potencial'nogo VVP i razry'va vy'puska dlya rossijskoj e'konomiki / Problemy' prognozirovaniya. 2020. № 2. S.60-67.



Рутковская Е.А., Максимцова С.И. К проблеме моделирования взаимосвязей в инвестиционно-фондовом блоке динамической модели / Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2014. Т. 12. С. 58-75. @@ Rutkovskaya E.A., Maksimczova S.I. K probleme modelirovaniya vzaimosvyazej v investicionno-fondovom bloke dinamicheskoy modeli / Nauchny'e trudy': Institut narodnohozyajstvennogo prognozirovaniya RAN. 2014. T. 12, s. 58-75.

Barro R.J. Determinants of economic growth: A cross-country empirical study. National Bureau of Economic Research, Cambridge, № w5698 (August), 1996.

Barro R.J., Sala-i-Martin X. Economic growth. New York, McGraw Hill, 1995.

Barro R.J., Sala-i-Martin X. Technological diffusion, convergence, and growth. National Bureau of Economic Research, Working paper no. 5151, 1995.

Cohen D., Soto M. Growth and Human Capital: Good Data, Good Results. Journal of Economic Growth, 2007, 12, pp. 51–76.

Sab R., Smith S.C. Human Capital Convergence: A Joint Estimation Approach. IMF Staff Papers, 2002, April, 49, 2, pp. 200–211.

Hodrick R.J., Prescott E.C. Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. Journal of Money, Credit and Banking, 1997, Vol. 29, No. 1, pp. 1–16.

IMF Country Report No. 14/176. Russian Federation, Selected Issues, 2014.

Lucas R.E. On the mechanics of economic development. Journal of Monetary Economics, 1988, Vol. 22(1), pp. 3-42.

Nelson R.R., Phelps E.S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. American Economic Review, 1966, Vol. 56, № 5, pp. 69-75.

Okun A. M. Potential GNP: its measurement and significance. Proceedings of the Business and Economic // Statistics Section of the American Statistical Association, 1962, pp. 98-103; reprinted in Cowles Foundation, Yale University.

Romer P.M. Endogenous technological change. National Bureau of Economic Research, Working paper no. 3210, 1989.

Solow R.M. A Contribution to the theory of economic growth. Quarterly Journal of Economics, 1956, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94.

