

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Оценка влияния динамики инвестиций на рост валового регионального продукта в регионах Севера и Арктической зоны Российской Федерации

Татьяна Петровна Скуфьина,
Сергей Владимирович Баранов,
Елена Анатольевна Корчак

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина - обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия

Данная публикация отражает результаты исследования с использованием математико-статистического моделирования региональных особенностей экономического развития Севера и Арктической зоны Российской Федерации в сравнении с общероссийским экономическим трендом. Исследование продолжает серию работ авторов по моделированию динамики производства на основе показателя валового регионального продукта (ВРП) с целью повышения качества измерения взаимодействия основных факторов производства, адекватной оценки специфики их влияния на экономический рост в рассматриваемых регионах страны. Аргументирована актуальность анализа влияния инвестиций на производство ВРП, определяемая новым подходом к управлению северными и арктическими территориями России посредством формирования опорных зон развития на основе реализации взаимосвязанных инвестиционных проектов разного масштаба.

Проведено математико-статистическое моделирование факторов динамики производства ВРП в регионах Севера, Арктики и Российской Федерации в целом с использованием мультипликативной производственной функции и производственной функции CES. Для восьми регионов Севера [Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Тыва, Республика Саха (Якутия), Камчатский край, Магаданская область] и Российской Федерации в целом были подобраны варианты модели, отображающие взаимосвязь роста ВРП и динамики инвестиций. Для четырех субъектов Российской Федерации - Мурманской и Сахалинской областей, Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, Чукотского автономного округа - адекватные варианты моделей подобрать не удалось. В этой связи авторами обоснована необходимость дальнейшего совершенствования математико-статистического моделирования зависимости экономического развития регионов от динамики инвестиционной деятельности.

Ключевые слова: региональная экономика, экономический рост, инвестиции, валовой региональный продукт (ВРП), экономико-статистическое моделирование, производственная функция, факторы производства.

JEL: C51, E22, O47, R11.

Для цитирования: Скуфьина Т.П., Баранов С.В., Корчак Е.А. Оценка влияния динамики инвестиций на рост валового регионального продукта в регионах Севера и Арктической зоны Российской Федерации. Вопросы статистики. 2018;25(6):25-35.

Impact Assessment of Investment Dynamics on the Growth of the Gross Regional Product in the Regions of the North and the Arctic Zone of the Russian Federation

Tatiana P. Skufina,
Sergey V. Baranov,
Elena A. Korchak

Luzin Institute for Economic Studies - Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, Russia

This article presents results of a study conducted using mathematical and statistical modelling of regional economic specifics of the Russian Northern and Arctic regions in comparison to the national economic trend. The research continues a series of works on modelling the dynamics of GRP production aimed at improving the measurement quality of the interaction between the main production factors and assessing the

specificity of their influence on the economic growth in the regions under review. The article considers the impact of investments on the GRP production in the Northern and Arctic regions is argued which is determined by a new approach to the management of these territories through the formation of support zones of development based on the implementation of interconnected different scale investment projects.

Mathematical and statistical modelling of GRP production in the Northern and Arctic regions and the Russian Federation as a whole was carried out using the multiplicative production function and the CES production function. For the eight regions of the North [Karelia, Komi Republic, Arkhangelsk region, Nenets autonomous area, Yamal-Nenets autonomous area, Republic of Tuva, Republic of Sakha (Yakutia), Kamchatka territory, and Magadan region] and for the Russian Federation as a whole, were matched variants of a model, linking GRP with investments. For four constituent entities (Murmansk region, Sakhalin region, Khanty-Mansi autonomous area - Yugra, and Chukotka autonomous area), it was not possible to select such variants of the model. In this regard the authors point out that there is a need for further improvement of mathematical and statistical modelling of the dependence of economic development of the regions on the dynamics of investment activity.

Keywords: regional economy, economic growth, investments, gross regional product (GRP), economic and statistical modelling, production function, factors of production.

JEL: C51, E22, O47, R11.

For citation: Skufina T.P., Baranov S.V., Korchak E.A. Impact Assessment of Investment Dynamics on the Growth of the Gross Regional Product in the Regions of the North and the Arctic Zone of the Russian Federation. *Voprosy statistiki*. 2018;25(6):25-35. (In Russ)

В последние годы развитие математико-статистического моделирования связано не столько с поиском новых методов обработки информации, сколько с развитием и совершенствованием уже существующих методов и методик математической статистики и теории стохастических процессов [1, 2]. Ориентация на апробированные методы и модели объясняется усилением практической направленности исследований, требующих достоверного инструментария, а также простой и однозначной интерпретации результатов оценок [3, 4]. С позиций управления, необходимость развития методов и методик обусловлена основным требованием к научному сопровождению управленческих процессов - максимального учета информации о сложных экономических объектах, для которых характерны существенные взаимосвязи между отдельными частями системы, большое число трудноучитываемых, а зачастую и вовсе неизвестных факторов, неполная и неточная информация о явлении и т. д.

Отдельное, относительно самостоятельное направление экономических исследований в этой области занимает поиск возможностей эффективного использования математико-статистических моделей, выражающих зависимость результативных показателей от производственных факторов - производственных функций (ПФ). Сильная сторона этого направления заключается не только в теоретическом, но и в безусловном практическом значении для решения задач повышения эффективности управления экономическими

процессами. Даже само название «производственные функции» подчеркивает ориентацию на моделирование именно реальных факторных связей производства, что выделяет ПФ среди математико-статистических моделей.

Производственные функции в современных задачах территориального развития

Актуальным направлением исследований является рассмотрение возможностей применения ПФ при решении задач управления территориальным развитием. Актуальность определена объективной потребностью практики управления в результатах пространственного анализа, основанного на содержательном исследовании тенденций и закономерностей взаимодействия базовых факторов регионального развития. Современные макроэкономические условия требуют повышенного присутствия государства в организации экономического роста и сбалансированного развития регионов страны за счет комплекса мер, включающих реализацию крупных инвестиционных проектов на основе государственно-частного партнерства, выделения территорий опережающего социально-экономического развития и их поддержки [5-7]. Целесообразность этого подтверждает широкое распространение аналогичных мер в международной практике, относительная успешность их реализации в ряде российских регионов, а также их соответствие макроэкономической ситуации. Отдельно следует

отметить объективную возможность проведения такой политики «повышенного государственного присутствия». Так, наблюдается приспособление национальной экономики к условиям санкций – устойчивый курс рубля, рекордно низкая инфляция, стабильное исполнение бюджета, бюджет входит в зону профицита¹. Однако значительная часть практических проблем управления обусловлена отсутствием наглядного, количественного обоснования выбора инвестиционных проектов для реализации, оценки их влияния на экономику и социальную сферу конкретных территорий [8, 9]. То есть проблема в отсутствии средства, с помощью которого можно было бы принимать обоснованные управленческие решения: нет простых, понятных, пригодных для управления, легко интерпретируемых моделей взаимодействия основных факторов производства, количественно подтвержденных зависимостей и реальных факторов обеспечения экономического роста определенной территории [10, 11].

В явном виде эта проблема обозначается в современных задачах управления пространственным развитием Российской Федерации, связанных с формированием и развитием специфических территорий с особыми задачами социально-экономического развития и нормативно-правовыми условиями регулирования. Самым крупным макропроектом территориального развития является проект «О развитии Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ)» [12-14]. Цель его реализации – создание условий для комплексного, сбалансированного социально-экономического развития АЗРФ посредством формирования и обеспечения функционирования так называемых «опорных зон развития» в каждом арктическом субъекте Российской Федерации².

Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» позволяет рассматривать инвестиционный ме-

ханизм опорных зон, генерирующих в первую очередь крупные отраслевые проекты, как стабилизационный фактор обеспечения долговременного социально-экономического развития не только АЗРФ, но и приарктических северных территорий [15]. Основная и сложнейшая проблема управления – сгенерировать достаточное количество крупных (якорных) проектов, причем с учетом обеспечения эффективности деятельности включенных в них государственных и негосударственных компаний на преимущественно рыночных условиях [16, 17]. Очевидно, что генерация таких проектов требует оценки отдачи инвестиций, четкого представления и прогноза их влияния на производство ВРП с учетом оценки эффективности использования человеческих ресурсов. Такие задачи можно решить с помощью инструментария ПФ.

Вместе с тем наши исследования показывают, что экономика регионов Севера и Арктики разнообразна по структуре регионального производства³. Разнообразие специфики производства ВРП порождает необходимость поиска такой модели, которая наиболее точно соответствует моделируемой реальности, индивидуальной для каждого субъекта Севера и Арктики Российской Федерации. Это устанавливает необходимость использования нескольких моделей ПФ с последующим выбором «лучшей» модели.

Перспективность такого подхода экономико-статистического моделирования региональных систем Севера и Арктики с помощью ПФ подтверждена результатами авторских исследований [18]. При этом для каждого региона Севера, Арктики и Российской Федерации в целом построены и исследованы три варианта моделей производства ВРП: 1) мультипликативная производственная функция (МПФ) [19]; 2) частный случай МПФ – функция Кобба–Дугласа [20]; 3) производственная функция CES (Constant Elasticity Substitution) [21, 22].

¹ О стабильности ситуации в Российской Федерации свидетельствуют и мировые индикаторы. Так, в конце февраля 2018 г. Standard&Poor's (S&P) повысило суверенный кредитный рейтинг России в иностранной валюте со спекулятивного уровня «BB+» до инвестиционного «BBB-».

² Законопроект «О развитии Арктической зоны Российской Федерации» определяет: «опорная зона – территория Арктической зоны, на которой реализуются взаимосвязанные проекты, направленные на комплексное социально-экономическое развитие Арктической зоны, достижение стратегических интересов и обеспечение национальной безопасности в Арктике, предусматривающие скоординированное применение действующих инструментов территориального и отраслевого развития, механизмов реализации инвестиционных проектов, в том числе на принципах государственно-частного партнерства, а также особых режимов осуществления хозяйственной деятельности и территорий с преференциальными условиями».

³ Это подтверждают результаты моделирования производства ВРП регионов Севера и Арктики: «Значения коэффициента эластичности замещения факторов производства, оцененные с помощью функции CES, показывают их существенный разброс для различных регионов. Этот факт свидетельствует о больших различиях в структуре региональных экономик...» [18, с. 62].

При исследовании региональных систем выпуск традиционно определяется показателем ВРП; капитал - стоимостью основных фондов с учетом амортизации; труд - численностью занятых в экономике региона. Результаты нашей предшествующей работы [18, с. 61-62] показали, что в установленных ограничениях и при использовании показателей факторов производства обоснованы модели только для пяти регионов Севера и Арктики [Архангельская и Сахалинская области, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, Республика Саха (Якутия)]. Для остальных восьми регионов Севера и Арктики динамика показателей противоречила базисному свойству ПФ: рост (уменьшение) факторов производства приводит к росту (сокращению) выпуска. Снижение показателей, характеризующих факторы производства, в этих восьми регионах не сопровождалось сокращением ВРП. Например, в Республике Карелия устойчивый рост ВРП в 2007-2011 гг. происходил на фоне устойчивого снижения численности занятых и стоимости основных фондов, то есть модели, включающие эти показатели в качестве факторов производства ВРП, для большинства субъектов Севера и Арктики не имеют экономического смысла.

Предлагаем применять в моделях ПФ в качестве показателя, характеризующего капитал, инвестиции. Отметим, что это позволит использовать полученные модели в практике управления в рамках обозначенного нового подхода к развитию АЗРФ, основанного на формировании взаимосвязанных инвестиционных проектов.

Таким образом, *задача настоящего исследования* - выявление специфики производства ВРП в зависимости от инвестиций в регионах Севера и Арктики с помощью аппарата ПФ.

Методика исследования

Как было отмечено, настоящая статья продолжает серию работ авторов по моделированию динамики производства ВРП, направленных на повышение качества измерения взаимодействия основных факторов производства, оценки специфики их влияния на экономический рост регионов Севера, АЗРФ, Российской Федерации в целом [18, 23]. В предыдущей нашей статье в журнале «Вопросы статистики» подробно описаны целесообразность использования и методические

особенности применения трех вариантов математико-статистической модели производства ВРП регионов Севера и Арктики [18, с. 54-57]. В настоящем исследовании, когда капитал определяется через инвестиции, один из трех вариантов - функция Кобба-Дугласа - применяться не может. Это обусловлено ограничением неотрицательности значений эластичности труда (p) и капитала (q) (то есть при росте факторов производства выпуск также растет). Однако при росте инвестиций возможно снижение объема выпуска.

Приведем краткое описание двух вариантов, предлагаемых в методической части настоящего исследования.

1-й вариант. Мультипликативная производственная функция (МПФ):

$$Y(t) = A K(t)^p L(t)^q, A > 0, \quad (1)$$

где $Y(t)$ - выпуск, ВРП за год t ; $K(t)$ - капитал, инвестиции в основной капитал за год t ; $L(t)$ - труд, количество занятых в экономике региона за год t . Оцениваемые параметры: p - эластичность капитала (инвестиции); q - эластичность труда; A - нейтральный технический прогресс. Напомним, что коэффициент эластичности замещения факторов производства в случае МПФ равен 1.

2-й вариант. Производственная функция CES [21, 22]:

$$Y = \gamma [\delta K^{-r} + (1 - \delta) L^{-r}]^{-n/r}, \\ \gamma \geq 0, 0 \leq \delta \leq 1, \nu \geq 0, \rho \geq -1, \quad (2)$$

где Y - ВРП за год t ; K - капитал за год t ; L - труд, количество занятых в экономике региона за год t .

Параметр γ в (2) определяет продуктивность; δ - оптимальное распределение факторов производства; ν - эластичность масштаба, то есть при увеличении труда и капитала в k раз ВРП вырастет в k^ν раз. Изначально в CES-функции $\nu = 1$. Если $\nu > 0$ (< 0), то CES-функция описывает растущую (сторнирующую) экономику.

CES-функция (2) может использоваться для моделирования производства ВРП с различными значениями эластичности замещения труда и капитала.

Оценивание параметров моделей ПФ выполнялось аналогично работе [18, с. 56-57] методом наименьших квадратов с учетом ограничений, налагаемых на область изменения параметров. Для выбора лучшей модели использовался информационный критерий Акаике, скорректированный для малых выборок [22]:

$$AICc = n \ln + n \frac{1 + m/n}{1 - (m + 2/n)}, \quad (3)$$

где n - количество исходных данных; m - число параметров модели; MSE - среднеквадратичная ошибка модели:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (4)$$

где y_i - фактические данные; \hat{y}_i - значения, полученные по модели.

Чем меньше значение $AICc$, тем лучше модель. Вместе с тем критерий $AICc$ не позволяет понять, насколько хорошо модель соответствует исходным данным.

Степень соответствия модели исходным данным измерялась с помощью критерия R^2 :

$$R^2 = 1 - nMSE / \sum_{i=1}^n (y - E[y])^2, \quad (5)$$

где MSE - среднеквадратичная ошибка (4); $E[y]$ - среднее значение, рассчитанное по фактическим данным.

Чем ближе значение R^2 к 1, тем лучше модель соответствует исходным данным. Отметим, что использование R^2 в случае нелинейной модели, строго говоря, не является правильным; мы будем применять этот критерий лишь для грубой оценки степени соответствия модели исходным данным.

Для моделирования производства ВРП регионов Севера и Арктики используем следующие показатели:

- 1) индекс физического объема ВРП в постоянных ценах в процентах к 2000 г.;
- 2) индекс среднегодовой численности занятых в процентах к 2000 г.;
- 3) индекс физического объема инвестиций в основной капитал в процентах к 2000 г.

Объект исследования - 13 субъектов Российской Федерации, территории которых полностью включены в зону Севера: Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, Камчатский край, Сахалинская область, Магаданская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Коми, Республика Саха

(Якутия), Республика Тыва. Из этих регионов Севера полностью включены в зону Арктики четыре субъекта Российской Федерации - Мурманская область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа⁴. Для сопоставления результатов по этим регионам с общероссийской ситуацией была включена модель по Российской Федерации в целом.

В расчетах использована программа для ЭВМ авторов статьи «estPF-программный комплекс для оценивания параметров производственных функций» (№ государственной регистрации 2018614282).

Результаты моделирования

Оценки параметров модели в виде МПФ (1) (см. таблицу 1) показывают, что для семи субъектов Севера, а также Российской Федерации в целом модель (1) соответствует исходным данным ($R^2 \geq 0,7$). Отметим, наше предшествующее исследование показало, что при использовании в качестве параметра капитала основных фондов отраслей экономики МПФ описывает производство ВРП только четырех субъектов Севера и всей Российской Федерации [18, с. 58-59].

Для Архангельской области, Камчатского края и Чукотского автономного округа получились отрицательные значения эластичности труда (q). Причины - рост ВРП этих субъектов при устойчивом снижении численности занятых: для Архангельской области эта особенность наблюдается с 2007 г., для Камчатского края - с 2008 г., для Чукотского автономного округа - с 2005 г. Отметим, что это является специфичным именно для Северных регионов. Из трех субъектов, для которых характерна указанная специфика, полностью к АЗРФ относится только Чукотский автономный округ. Данная особенность отмечается и еще у одного Арктического региона - Мурманской области, где начиная с 2011 г. выпуск растет при падении численности занятых в экономике⁵.

Для Ненецкого автономного округа наблюдается отрицательное значение эластичности капитала (p). Причина - начиная с 2009 г. имеет место рост ВРП при падении объема инвестиций в основной капитал.

⁴ Постановление Совмина СССР от 03.01.1983 № 12 (ред. от 03.03.2012) «О внесении изменений и дополнений в Перечень районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера»; Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».

⁵ Напомним, что для Мурманской области ни одна из моделей не соответствует фактическим данным. Такая же картина наблюдалась и при использовании в качестве капитала основных фондов [18, с. 58-59].

Также отметим экстремально высокие значения индекса физического объема ВРП в Республике Тыва: рост с 2000 по 2014 г. составил 1942%!

Таблица 1

Параметры МПФ (1), оцененные для Российской Федерации в целом и регионов зоны Севера за 2000-2015 гг., значения эластичности капитала (p) и труда (q), а также критериев R^2 (5) и $AICc$ (3)

Регион	A	p	q	R^2	$AICc$
Российская Федерация	0,037	0,519	1,205	0,991	59,581
Республика Карелия	4,929	0,455	0,203	0,638	87,806
Республика Коми	18,193	0,249	0,136	0,864	78,829
Архангельская область	$1,51 \times 10^7$	0,487	-3,065	0,822	115,731
Ненецкий автономный округ	0,001	-0,055	2,640	0,847	134,135
Мурманская область	8,303	0,062	0,480	0,212	69,225
Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0,674	0,448	0,669	0,530	115,465
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,013	0,161	1,787	0,940	79,160
Республика Тыва	0,806	0,138	0,922	0,931	76,871
Республика Саха (Якутия)	0,622	0,288	0,816	0,752	102,714
Камчатский край	$2,82 \times 10^5$	0,285	-2,009	0,605	93,910
Магаданская область	6,971	0,174	0,400	0,832	67,673
Сахалинская область	0,000	0,340	7,450	0,683	148,448
Чукотский автономный округ	48,747	0,304	-0,100	0,305	145,892

Оценки параметров модели в виде ПФ CES (2) для регионов зоны Севера и всей Российской Федерации (см. таблицу 2) показывают, что для восьми субъектов и Российской Федерации в целом модель соответствует исходным данным ($R^2 \geq 0,7$). Отметим, что в нашем предыдущем исследовании, при использовании в качестве капитала основных фондов отраслей экономики, CES-модель соответствовала только пяти субъектам Севера и Российской Федерации в целом [18, с. 58-59].

Для двух из этих восьми регионов (Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов) и Российской Федерации в целом значения эластичности масштаба [параметр ν в формуле (2)] больше 1 (см. таблицу 2). Следовательно, экономика этих двух регионов является растущей. У остальных шести регионов зоны Севера [республик Карелия, Коми, Тыва, Саха (Якутия), Архангельской и Магаданской областей] значение эластичности масштаба меньше 1. Напомним, что эластичность масштаба характеризует, на сколько процентов изменится объем ВРП при увеличении факторов производства (труда и капитала) на 1%. Так, для всей Российской Федерации $\nu = 1,56$, то есть при изменении численности занятых и объема инвестиций в основной капитал на 1% ВРП вырастет на 1,56%.

Таблица 2

Параметры ПФ CES (2), оцененные для всей Российской Федерации и регионов зоны Севера за 2000-2015 гг., значения эластичности замещения факторов производства (s), а также критериев R^2 (5) и $AICc$ (3)

Регион	γ	δ	ρ	ν	s	R^2	$AICc$
Российская Федерация	0,077	0,386	0,422	1,561	0,703	0,992	62,661
Республика Карелия	6,187	1,000	24,068	0,600	0,040	0,740	86,882
Республика Коми	3,608	0,671	2,278	0,729	0,305	0,945	68,594
Архангельская область	1,714	1,000	27,766	0,839	0,035	0,809	121,213
Ненецкий автономный округ	0,005	0,325	8,463	2,157	0,106	0,854	137,770
Мурманская область	45,200	1,000	70,744	0,170	0,014	0,295	71,815
Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	5,026	1,000	83,435	0,688	0,012	0,593	117,518
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,023	0,074	-1,000	1,826	$2,2 \times 10^7$	0,947	81,602
Республика Тыва	20,621	0,723	0,897	0,349	0,527	0,955	74,498
Республика Саха (Якутия)	12,158	1,000	24,374	0,450	0,039	0,837	100,338
Камчатский край	5,312	1,000	96,638	0,647	0,010	0,525	101,225
Магаданская область	14,677	0,198	-1,000	0,416	$8,8 \times 10^7$	0,884	66,132
Сахалинская область	$4,48E-11$	0,234	1,137	6,028	0,468	0,686	152,677
Чукотский автономный округ	10,707	1,000	15,181	0,498	0,062	0,513	144,581

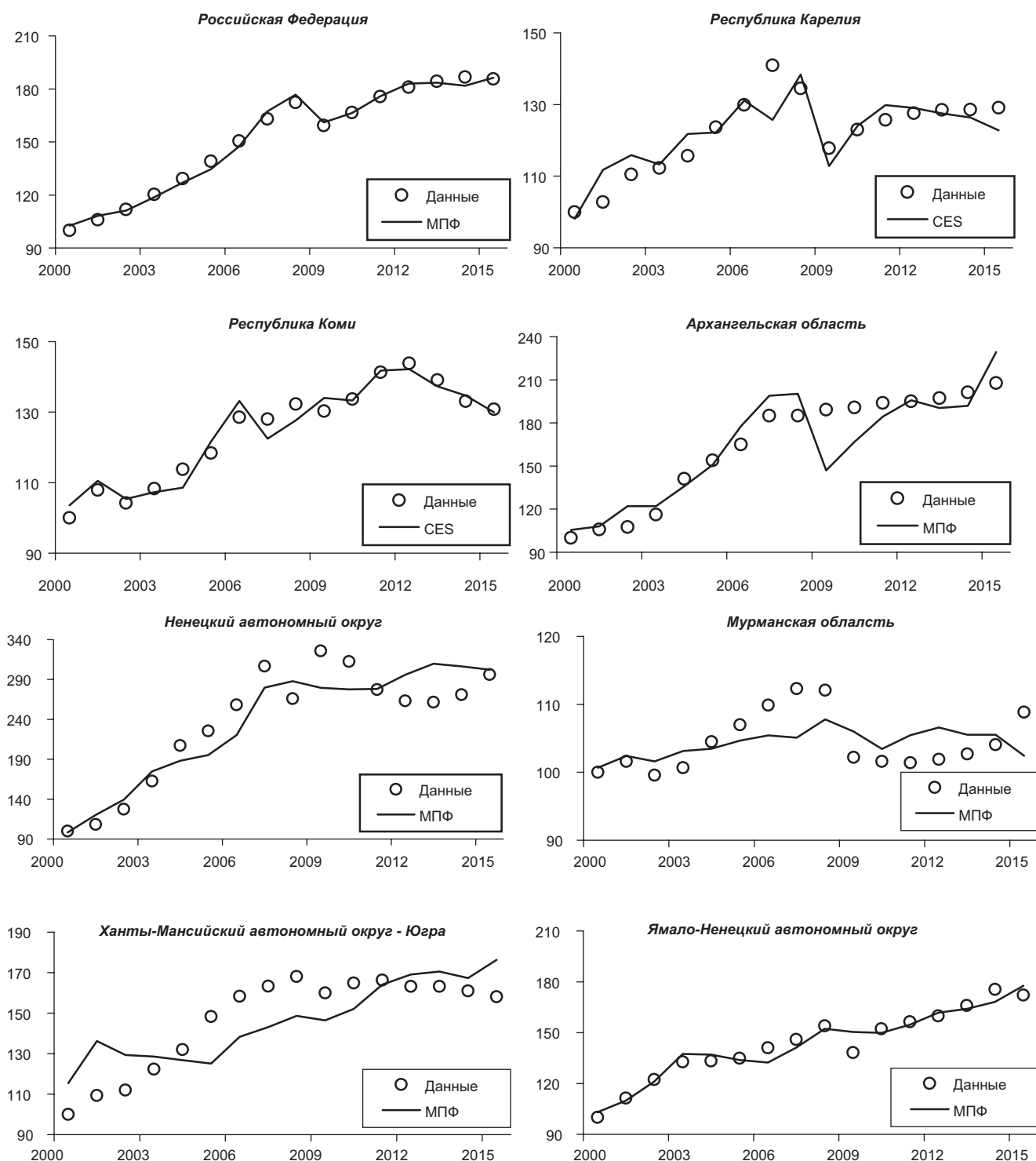
Значения эластичности замещения факторов производства (параметр s в таблице 2), оцененные с помощью ПФ CES, значительно отличаются от 1 (значение, соответствующее МПФ). Для всей Российской Федерации $s = 0,7$. Для двух регионов

(Ямало-Ненецкого автономного округа и Магаданской области) эластичность замещения факторов производства (капитала и труда) стремится к бесконечности. Следовательно, зависимость объема ВРП от труда и капитала носит линейный

характер. Для всех восьми регионов и Российской Федерации в целом значения эластичности замещения факторов производства не равны 1 (см. таблицу 2). Этот факт опровергает гипотезу о равенстве значений эластичности замещения факторов производства 1 в регионах зоны Севера

и Российской Федерации в целом, положенную в основу мультипликативной ПФ (1).

Фактические данные индекса физического объема ВРП (в процентах к 2000 г.) и значения, полученные по лучшей модели (таблицы 1 и 2), показаны на рисунке.



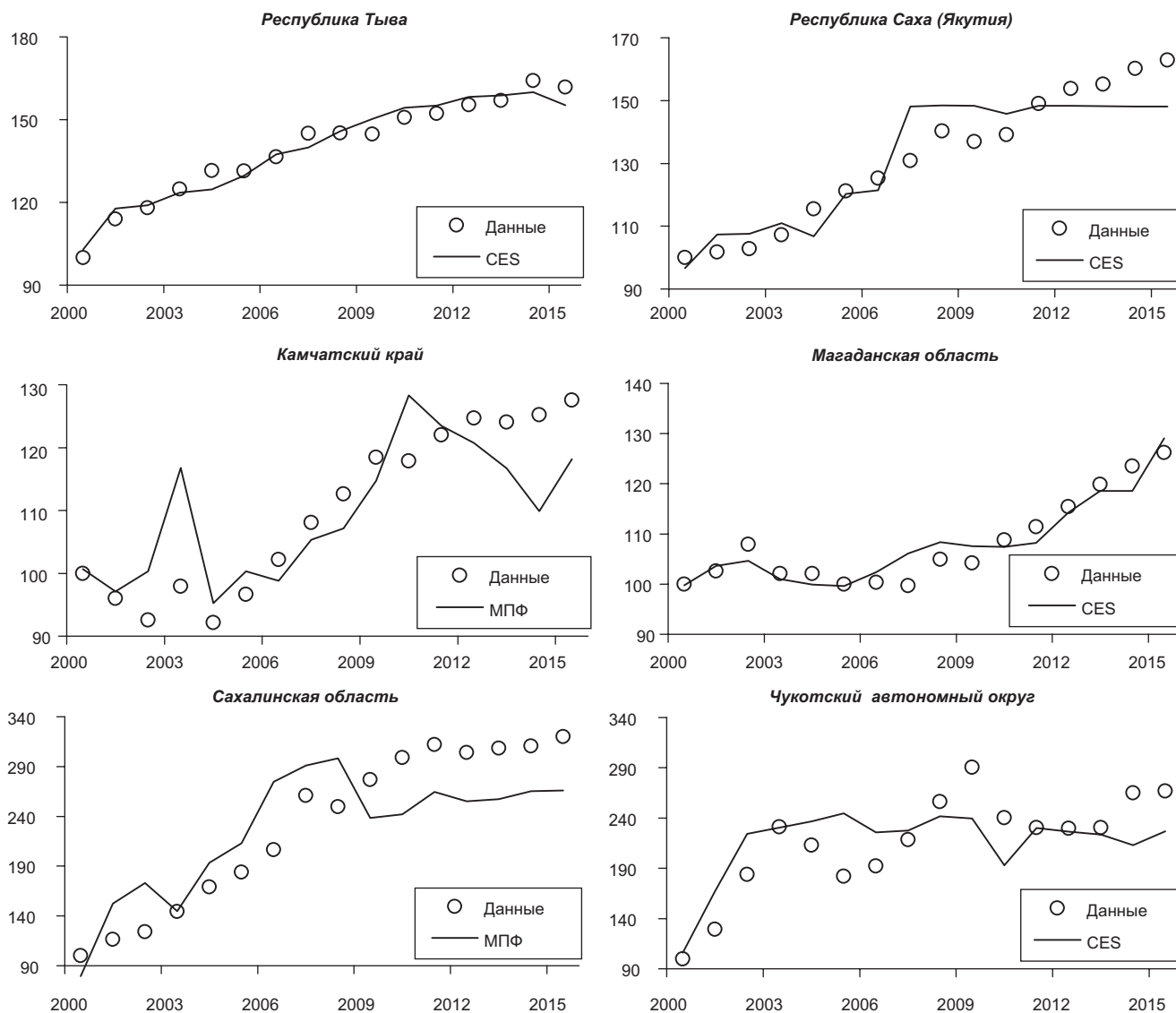


Рисунок. Фактические данные и модельные значения (по лучшей модели, таблицы 1 и 2) индекса физического объема ВРП (в процентах к 2000 г.) за 2000-2015 гг., а также значения критериев R^2 (5) и $AICc$ (3)

* *
*

Проведено математико-статистическое моделирование производства ВРП в регионах Севера, Арктики и Российской Федерации в целом с использованием мультипликативной производственной функции (1) и производственной функции CES (2). Для восьми регионов Севера и Российской Федерации в целом были подобраны варианты модели, связывающей ВРП с инвестициями, которая объясняет не менее 70% разброса исходных данных. Для четырех субъектов (Мурманской и Сахалинской областей, Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, Чукотского автономного округа) такие варианты модели подобрать не удалось. Отметим, что из этих четырех субъектов Севера два субъекта (Мурманская область и Чукотский автономный

округ) являются регионами, полностью расположенными в АЗРФ.

Полученные варианты модели для восьми регионов Севера и Арктики являются наглядным средством количественного обоснования инвестиционных проектов в части оценки их влияния на развитие территорий. Значимость этого результата определена актуальностью формирования опорных зон развития в АЗРФ на основе реализации серии взаимосвязанных инвестиционных проектов разного масштаба. Выявленное несоответствие представленных вариантов модели производственной функции реальным данным для четырех субъектов Севера определяет необходимость поиска возможностей дальнейшего совершенствования методологии математико-статистического моделирования для решения задачи оптимального территориального сочетания экономических ресурсов.

Литература

1. **Kroese D.P., Chan J.C.C.** Statistical Modeling and Computation, Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8775-3>.
2. **Елисеева И.И.** Общая теория статистики: учебник / под ред. И.И. Елисеевой и М.М. Юзбашева. 5-е изд., перер. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 656 с.
3. **Окрепилов В.В.** Моделирование социально-экономических систем с использованием инструментов экономики качества // Экономика и управление. 2017. № 11(145). С. 8-20.
4. **Макаров В.Л., Окрепилов В.В.** Принципы мониторинга качества жизни на основе агент-ориентированных моделей // Вестник Российской академии наук. 2016. № 8(86). С. 711-718.
5. **Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V., Baranov S.V.** Some Problems of Anti-Recessionary Public Management in Russia at Present // International Review of Management and Marketing. 2016. Vol. 6. No. 6 (S6). P. 38-44.
6. **Серова Н.А.** Оценка инвестиционной привлекательности регионов: методический аспект // Развитие территорий. 2015. № 1. С. 72-76.
7. **Емельянова Е.Е.** Оценка инвестиционной привлекательности и приоритетные направления улучшения инвестиционного климата муниципалитетов // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2016. № 3(50). С. 4-13.
8. **Минакир П.А., Прокапало О.М.** Российский Восток: экономические фобии и геополитические амбиции // ЭКО. 2017. № 4(514). С. 5-26.
9. **Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н.** Особенности оценки результативности и эффективности программ развития макрорегионов. На примере Программы развития Арктической зоны РФ // Проблемы теории и практики управления. 2016. № 4. С. 28-36.
10. **Skufina T.P., Baranov S.V.** The Phenomenon of Unevenness of Socio-Economic Development of Cities and Districts in Murmansk Oblast: Specifics, Trends, Forecast, Regulation // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2017. № 5(53). P. 66-82.
11. **Самарина В.П., Субботина Е.В.** Управление экономическими системами в условиях изменяющейся среды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 11. С. 135-142.
12. **Корчак Е.А.** Государственное управление территориальным развитием регионов Арктической зоны России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. № 9(4). С. 14-19.
13. **Скуфьина Т.П.** Новая региональная политика в контексте проблемы сбалансированного развития северных территорий России // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 29(404). С. 25-34.
14. **Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н.** Государственное управление развитием Арктической зоны Российской Федерации. Монография. М.: Научный консультант, 2016. 194 с.
15. **Скуфьина Т.П.** Новая специфика управления и научного сопровождения социально-экономического развития российской Арктики // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2017. № 14. С. 546-549.
16. **Татаркин А.И., Логинов В.Г., Захарчук Е.А.** Социально-экономические проблемы освоения и развития российской Арктической зоны // Вестник Российской академии наук. 2017. № 2. С. 99-109.
17. **Вербиненко Е.А., Бадылевич Р.В.** Финансовые рычаги регулирования территориального развития // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2016. № 3 (50). С. 28-39.
18. **Скуфьина Т.П., Баранов С.В.** Математико-статистическое моделирование динамики производства ВРП регионов Севера и Арктики: в поисках лучшей модели // Вопросы статистики. 2017. № 7. С. 52-64.
19. **Blaug M.** Economic Theory in Retrospect. 5th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. P. 544-546.
20. **Cobb C.W., Douglas P.H.** A Theory of Production - American Economic Review 18 (Supplement). 1928. P. 139-165.
21. **Arrow K.J., Chenery B.H., Minhas B.S., Solow R.M.** Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency // The Review of Economics and Statistics, 1961. No. 43(3). P. 225-250.
22. **Kmenta J.** On Estimation of the CES Production Function // International Economic Review. 1967. No. 8. P. 180-189.
23. **Баранов С.В., Скуфьина Т.П.** Моделирование производства валового регионального продукта в регионах зоны Севера и несевой части России // Вопросы статистики. 2007. № 2. С. 57-62.

Информация об авторах

Скуфьина Татьяна Петровна - д-р экон. наук, проф.; и.о. директора, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина - обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук». 184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а. E-mail: skufina@ier.kolasc.net.ru. ORCID: 0000-0001-7382-3110.

Баранов Сергей Владимирович - канд. физ-мат. наук, ведущий научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина - обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук». 184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а. E-mail: bars.vl@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1960-6120.

Корчак Елена Анатольевна - канд. экон. наук, старший научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина - обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук». 184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а. E-mail: elenakorchak@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1032-7184.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках НИР госзадания ФИЦ КНЦ РАН № 0226-2018-0005_ИЭП (в части постановки проблемы и конкретных методологических задач использования инструментария математико-статистического моделирования для исследования и управления развитием Севера и Арктики), а также в рамках работы над НИР, поддержанной грантом РФФИ № 17-12-51003 и Правительством Мурманской области «Разработка эконометрических моделей производства валового регионального продукта Арктических субъектов для прогнозирования и управления экономикой Арктической зоны Российской Федерации» (в части уточнения методических особенностей построения вариантов математико-статистической модели производства ВРП регионов Севера и Арктики, а также исследования вариантов модели).

References

1. **Kroese D.P., Chan J.C.C.** *Statistical Modeling and Computation*. Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8775-3>.
2. **Eliseeva I.I.** *General Theory of Statistics: Textbook*. I.I. Eliseeva, M.M. Yuzbashev (eds). 5th ed., rev. and enl. Moscow: Finance and Statistics Publ.; 2006. 656 p. (In Russ.)
3. **Okripilov V.V.** Modeling of Socio-Economic Systems Using Tools of the Economy of Quality. *Economics and Management*. 2017;11(145):8-20. (In Russ.)
4. **Makarov V.L., Okrepilov V.V.** Principles of Monitoring the Quality of Life Based on Agent-Based Models. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*. 2016;8(86):711-718. (In Russ.)
5. **Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V., Baranov S.V.** Some Problems of Anti-recessionary Public Management in Russia at Present. *International Review of Management and Marketing*. 2016;6(6)(S6):38-44.
6. **Serova N.A.** Evaluation of the Investment Attractiveness of the Regions: a Methodological Aspect. *Development of Territories*. 2015;1:72-76. (In Russ.)
7. **Emelianova E.E.** Evaluation of Investment Attractiveness and Priority Directions of Improvement of Investment Climate in Municipalities. *The North and the Market: Forming the Economic Order*. 2016;3(50):4-13. (In Russ.)
8. **Minakir P.A., Prokapalo O.M.** The Russian East: Economic Phobias and Geopolitical Ambitions. *ECO*. 2017;4(514):5-26. (In Russ.)
9. **Leksin V.N., Porfiriev B.N.** Features of the Evaluation of the Effectiveness and Effectiveness of Development programs for Macroregions. On an Example of the Program of Development of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Problems of the Theory and Practice of Management*. 2016;(4):28-36. (In Russ.)
10. **Skufina T.P., Baranov S.V.** The Phenomenon of Unevenness of Socio-Economic Development of Cities and Districts in the Murmansk Oblast: Specifics, Trends, Forecast, Regulation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2017;5(53):66-82.
11. **Samarina V.P., Subbotina E.V.** Management of Economic Systems in a Changing Environment. *Mining Information-Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2016;(11):135-142. (In Russ.)
12. **Korchak E.A.** State Management of the Territorial Development of the Regions of the Arctic Zone of Russia. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2017;9(4):14-19. (In Russ.)
13. **Skufina T.P.** New Regional Policy in the Context of the Problem of the Balanced Development of the Northern Territories of Russia. *Regional Economy: Theory and Practice*. 2015;29(404):25-34. (In Russ.)
14. **Leksin V.N., Porfiriev B.N.** State Management of the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation. Monograph. Moscow: Publishing house «Scientific Consultant»; 2016. 194 p. (In Russ.)
15. **Skufina T.P.** New Specificity of Management and Scientific Support for the Social and Economic Development of the Russian Arctic. *Proc. of the Fersman Scientific Session of the GI KSC of the Russian Academy of Sciences*. 2017;(14):546-549. (In Russ.)
16. **Tatarkin A.I., Loginov V.G., Zakharchuk E.A.** Socio-Economic Problems of Development and Development of the Russian Arctic Zone. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*. 2017;(2):99-109. (In Russ.)
17. **Verbinenko E.A., Badylevich R.V.** Financial Levers of Regulating Territorial Development. *The North and the Market: Forming the Economic Order*. 2016;3(50):28-39. (In Russ.)
18. **Skufina T.P., Baranov S.V.** Mathematical and Statistical Modeling of the GRP Production Dynamics in the Regions of the North and the Arctic: in Search of a Better Model. *Voprosy statistiki*. 2017;(7):52-64. (In Russ.)
19. **Blaug M.** *Economic Theory in Retrospect*. 5th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1997. P. 544-546.
20. **Cobb C.W., Douglas P.H.** A Theory of Production. *American Economic Review*. 1928;(18):139-165.
21. **Arrow K.J., Chenery B.H., Minhas B.S., Solow R.M.** Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency. *The Review of Economics and Statistics*. 1961;43(3):225-250.
22. **Kmenta J.** On Estimation of the CES Production Function. *International Economic Review*. 1967;(8):180-189.

23. **Baranov S.V., Skuphina T.P.** Modeling of Production North Part of Russia. *Voprosy statistiki*. 2007;(2):57-62. of Gross Regional Product at the North Area and Non- (In Russ.)

About the authors

Tatiana P. Skufina - Dr. Sci. (Econ.), Professor, Acting Head, Luzin Institute for Economic Studies - Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS). 24a, Fersman St., Apatity, 184209, Russia. E-mail: skufina@iep.kolasc.net.ru. ORCID: 0000-0001-7382-3110.

Sergey V. Baranov - Cand. Sci. (Phys.-math.), Leading Researcher, Luzin Institute for Economic Studies - Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS). 24a, Fersman St., Apatity, 184209, Russia. E-mail: bars.vl@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1960-6120.

Elena A. Korchak - Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Luzin Institute for Economic Studies - Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS). 24a, Fersman St., Apatity, 184209, Russia. E-mail: elenakorchak@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1032-7184.

Funding

The article was prepared within the framework of the state assignment of the FIC KSC RAS No. 0226-2018-0005_IEP (in terms of stating the problem and specific methodological tasks of using the toolkit of mathematical and statistical modeling for research and management of the development of the North and the Arctic), and also as part of the research work supported by a grant RFBR No. 17-12-51003 and the Government of the Murmansk region «Development of econometric models for the production of the gross regional product of Arctic constituent entities for forecasting and managing the economy of the Arctic zone of the Russian Federation» (in terms of clarifying methodological features of construction variants of mathematical and statistical model of the GRP of regions of the North and the Arctic, research model variants).