

УДК 332.14
DOI 10.52575/2687-0932-2023-50-2-248-256

Системное оптимизационное моделирование региональной экономики

Чистникова И.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: chistnikova@bsu.edu.ru

Аннотация. Статья посвящена поиску решений по оптимизации системообразующих параметров региональной экономики. К исследованию территориального развития применен системный подход. Визуализирована базовая нейросеть для системного оптимизационного моделирования региональной экономики. Установлены параметры системной оптимизационной модели региональной экономики и их пороговые значения. Разработана «паркетная» структура оптимизационной модели системной региональной экономики. Результаты исследования могут использоваться представителями органов власти в качестве базы для мониторингового комплекса оценки эффективности развития социально-экономической системы. В процессе мониторинга следует акцентировать внимание на необходимости достижения в регионе указанных пороговых значений параметров оптимизационной модели или превышения их величин.

Ключевые слова: экономика региона, системная экономика, системное моделирование, оптимизационное моделирование, структура оптимизационной модели

Для цитирования: Чистникова И.В. 2023. Системное оптимизационное моделирование региональной экономики. Экономика. Информатика, 50(2): 248–256. DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-2-248-256

System Optimization Modeling of Regional Economy

Irina V. Chistnikova

Belgorod National Research University
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: chistnikova@bsu.edu.ru

Abstract. The article is devoted to the search for solutions to optimize the system-forming parameters of the regional economy. A systematic approach has been applied to the study of the territory. The basic neural network for system optimization modeling of regional economy is visualized. The parameters of the system optimization model of the regional economy and their threshold values are established. The "parquet" structure of the optimization model of the systemic regional economy has been developed. The results of the study can be used by representatives of the authorities as a basis for monitoring the effectiveness of the development of the socio-economic system. In the monitoring process, attention should be focused on the need to achieve the specified threshold values of the optimization model parameters in the region or exceed their values.

Keywords: regional economy, system economy, system modeling, optimization modeling, optimization model structure

For citation: Chistnikova I.V. 2023. System Optimization Modeling of Regional Economy. Economics. Information technologies, 50(2): 248–256 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-2-248-256

Введение

Радикальные сдвиги развития экономики и общества масштабируют и усложняют процессы трансформации системы на различных иерархических уровнях. Актуальность теоретико-методологических проблем выработки парадигмы управления развитием территорий требуют анализа и пересмотра подходов и процедур.

Под давлением практических задач возникла необходимость рассмотрения региона как системного объекта. Метод системного моделирования является наиболее перспективным для управления территориями в современных условиях, так как он обеспечивает комплексный учет множества факторов, балансирует объемы предложения и потребностей [Уандыкова, Елеукулова, 2017].

Для анализа уровня сбалансированности экономики регионов следует проводить комплексные исследования структуры производства и экономического роста, устанавливать логические соотношения между территориальными переменными в контексте обеспечения роста благосостояния.

Модернизация аппарата прогнозирования пространственной структуры экономики России включает постановку и реализацию оптимизационной модели [Коломак, Суспицын, 2018].

Практическая реализация системного моделирования существенно расширяет применяемый инструментарий пространственно-географических и экономических подходов, позволяет исследовать региональную систему как целостный объект [Щербаков, 2017].

Изучение региональной экономики методом системного анализа предусматривает алгоритмизацию социально-экономической системы для измерения ее данных, поиска оптимальных решений и состояний на основе построенных динамических и статистических моделей [Медведев, 2013].

Объекты и методы исследования

В статье найдено применение системная парадигма функционирования региональной экономики. Содержание данного метода исследования заключается в вычленении из целого интересующих элементов, изучении их по отдельности и определении на этой основе закономерностей целого. Подход позволил обозначить существенные свойства региональной системы и ее частей.

Несмотря на то, что экономико-математическое моделирование в его развитых формах обычно является инструментарием в широком смысле, в статье оно приложено к территориальным образованиям для оптимизации экономики и ее территориально-хозяйственных комплексов.

Оптимизационное моделирование применено для поиска наилучших решений при установлении параметров региональной социально-экономической системы в условиях ограниченности ресурсов.

Методом анализа выявлены ключевые элементы структуры региональной социально-экономической системы, и определен характер их взаимозависимостей.

Инструментарий системного моделирования применен для исследования социально-экономического положения и развития регионов как базы для обоснования управленческих решений, выработки рациональных вариантов экономической политики.

Методом формализации представлено содержание системной оптимизационной модели региональной экономики.

Результаты и их обсуждение

Экономическая система – это сложная по структуре, многосвязная, многофункциональная и принципиально открытая система, функционирующая в условиях случайных возмущений. Если режим функционирования, как способа достижения экономических результатов нарушается, то возникают «принудительные возмущения», вынужденно корректирующие

поведение экономической системы. Такие возмущения возникают в особые периоды развития экономической системы (экологические и военные катаклизмы, политическая нестабильность, реализация глобальных проектов и т.п.) [Исмагилова, Будник, 2015].

Клейнер Г.Б. предложил рассматривать регион как системное социально-экономическое пространство, в котором сосуществуют и сотрудничают разнофункциональные и разноразмерные подсистемы [Клейнер, 2013].

Главной задачей при разработке модели региональной социально-экономической системы является определение взаимозависимостей параметров и установление критериев эффективности (целевых индикаторов) ее функционирования.

Построение модели системной динамики начинается с разработки карты причинно-следственных связей. Выявление и описание связей между факторами, определяющими развитие экономической системы при нормальном функционировании и возникающими вновь – это первый этап системного моделирования. Системный подход позволяет во взаимосвязи факторов увидеть уязвимые места и выработать пути решения рассматриваемой проблемы дестабилизации и ослабления экономики страны и прогнозировать эффекты, которые могут играть положительную роль для экономики в сложившейся ситуации [Исмагилова, Будник, 2015].

Ефремов А.В. высказал мнение, что теория моделирования региональных систем должна базироваться на теории информации, математической логике и теории алгоритмов, линейном, динамическом программировании, теории игр [Ефремов, 2012].

Русяк И.Г., Кетова К.В. отмечают, что для реализации целей социально-экономического прогресса территории следует основывать на оптимальных управленческих решениях. Авторы считают, что оптимизационная модель региональной экономики должна содержать требования к наилучшему соотношению объемов потребления и накопления. Их модель основана на формуле Рамсея-Касса-Купманса [Русяк, Кетова, 2005].

Бекларян Г.Л. представлена имитационная модель региона с использованием методов системной динамики и проведении численных исследований территориальных показателей с целью прогнозирования будущего состояния региона при различных сценарных условиях. Структурными компонентами данной математической модели региональной экономики (имитационной или оптимизационной) являются параметры:

- динамики промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта и связи, прочих отраслей экономики;
- динамики численности населения и трудовых ресурсов;
- уровня жизни и социальная сфера;
- показателей здравоохранения;
- показателей системы образования;
- жилищно-коммунального хозяйства;
- строительства жилья;
- уровня научно-технического прогресса;
- экологии региона [Бекларян, 2019].

Модель региональной экономики Шарова В.Ф. имеет вид системы дифференциальных уравнений, обобщающих информацию о спросе, темпе цен, объемах производства, внешнеэкономической деятельности, предпринимательской активности для получения данных о социально-экономическом благосостоянии территории [Шаров, 2017].

По мнению Лычкиной Н.Н. системный подход к исследованию и управлению на региональном уровне целесообразно реализовывать на основе создания комплекса взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей. То есть следует применять несколько взаимозависимых моделей для выработки рационального экономического решения [Лычкина, 2003].

Рассмотренные и другие применяемые системные и оптимизационные модели региональной экономики содержат достаточно подробную описательную часть процесса математического анализа территориального состояния. По нашему мнению, большинство применяемых

системных моделей региональной экономики перегружены математическими формулами, что усложняет их восприятие и применение на практике. Оптимизационную модель региональной социально-экономической системы можно в упрощенном виде представить графически с конкретизацией ключевых мониторинговых параметров и их пороговых значений.

Так как системная модель региональной экономики учитывает взаимосвязи положения ключевых акторов и степени развития территориальных объектов, то для поиска ее параметров предварительно составим базовую нейросеть социально-экономической системы (рис. 1).

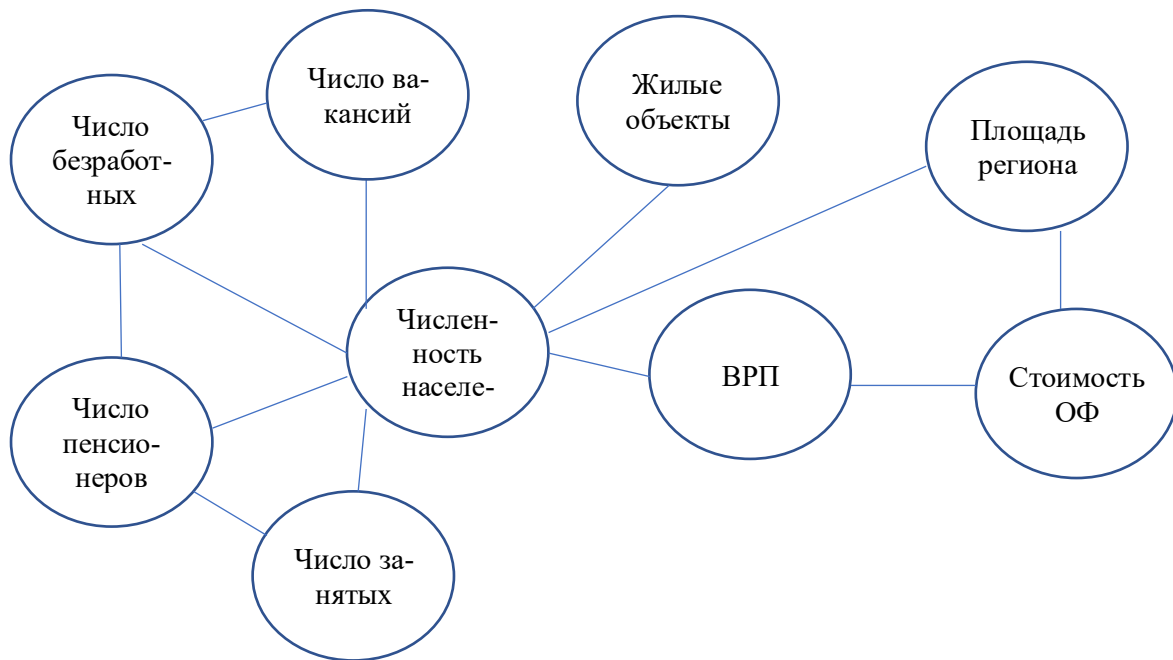


Рис. 1. Базовая нейросеть для системного оптимизационного моделирования региональной экономики
 Fig. 1. Basic neural network for system optimization modeling of regional economy

Составлено автором

Выявленные элементы базовой нейросети создают основу для выбора параметров системной оптимизационной модели региональной экономики. В качестве них считаем применить следующие шесть показателей (таблица 1).

Таблица 1
 Table 1

Параметры системной оптимизационной модели региональной экономики
 Parameters of the system optimization model of the regional economy

Параметр (показатель) системной модели региона	Характеристика показателя
ВРП на душу населения	Отношение валового регионального продукта в текущих основных ценах к среднегодовой численности постоянного населения
Плотность населения	Степень заселенности территории, т.е. количество жителей на 1 км ²
Фондонасыщенность региона	Стоимость основных фондов региона на единицу площади. Характеризует материальную базу и уровень развития инфраструктуры
Соотношение численности занятого населения к численности пенсионеров	Коэффициент показывает, сколько работающих граждан приходится на одного пенсионера, что характеризует объем страховых взносов для пенсионного обеспечения

Окончание табл. 1
 End table 1

Параметр (показатель) системной модели региона	Характеристика показателя
Соотношение числа вакансий к численности безработных	Показывает реальную опасность безработицы и обеспеченность трудовыми ресурсами
Обеспеченность населения жильем	Отношение размера жилого фонда к численности постоянного населения

Составлено автором

Выбор данного набора параметров обуславливает их системообразующее значение для региональной экономики и развития общества. Данные переменные оказывают комплексное влияние на функционирование и состояние территорий.

ВРП на душу населения считается наиболее точным индикатором уровня доходов в регионе, характеризующим эффективность и результативность социально-экономической системы. Плотность населения отражает степень привлекательности территории для граждан и обеспеченность региона трудовыми ресурсами, она непосредственно влияет на величину ВРП на душу населения. Фондонасыщенность региона характеризует мощь регионального производственного комплекса и уровень обеспеченности произведенными активами, напрямую воздействует на объем ВРП. Соотношение занятого населения к численности пенсионеров является индикатором материального благополучия неработающих граждан (пенсионеров) и важным индикатором уровня жизни в регионе. Соотношение числа вакансий к численности безработных свидетельствует о реальности угрозы безработицы и дефицита кадров в регионе. Обеспеченность жильем отражает уровень социальной защищенности населения и устойчивости общества в регионе, что влияет на плотность населения.

Регламентация и нормирование данного набора параметров способны генерировать благоприятные предпосылки и создавать закономерности социально-экономического развития территорий.

Пороговые значения, как территориальные оптимумы параметров системной модели региональной экономики, целесообразно установить на уровне среднероссийских величин. Средний по регионам России размер жилого фонда в расчете на одного жителя составляет 27 м². Для определения пороговых величин остальных переменных системной оптимизационной модели региональной экономики рассмотрим статистические данные об их значениях в регионах страны (табл. 2).

Таблица 2
 Table 2

Статистические данные значений параметров системной модели региона (максимальные, минимальные и средние величины по регионам России) в 2021 г.
 Statistical data of the values of the parameters of the system model of the region (maximum, minimum and average values for the regions of Russia) in 2021

Параметр (показатель) системной модели региона									
ВРП на душу населения, тыс. руб./чел.		Плотность населения, чел./км ²		Фондонасыщенность региона, млн. руб./ км ²		Соотношение занятых к численности пенсионеров, коэф.		Нагрузка незанятого населения в расчете на одну вакансию, коэф.	
Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение
Максимальные значения по регионам									
Ямало-Ненецкий	5013,58	г. Москва	4859,81	г. Москва	27585	Ямало-Ненецкий	2,95	Республика Ингушетия	65,3
Чукотский ОА	2400	г. Санкт-Петербург	3841,07	г. Санкт-Петербург	16449,29	г. Москва	2,79	Республика Дагестан	26,1

Окончание табл. 2
 End table 2

Параметр (показатель) системной модели региона									
ВРП на душу населения, тыс. руб./чел.		Плотность населения, чел./км ²		Фондонасыщенность региона, млн. руб./ км ²		Соотношение занятых к численности пенсионеров, коэф.		Нагрузка незанятого населения в расчете на одну вакансию, коэф.	
Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение	Регион	значение
Сахалинская обл.	2071,46	г. Севастополь	580,11	г. Севастополь	1098,89	Ханты-Мансийский АО	2,40	Чеченская Республика	21,6
Магаданская обл.	2060,96	Московская обл.	175,37	Московская обл.	676,19	Чукотский АО	2,33	Республика Тыва	11,3
Ханты-Мансийский АО	1970,39	Республика Ингушетия	169,06	Краснодарский край	185,03	Тюменская обл.	2,23	Республика Северная Осетия – Алания	4,6
Минимальные значения по регионам									
Республика Дагестан	237,17	Ямало-Ненецкий АО	0,72	Камчатский край	2,22	Республика Адыгея	1,22	Белгородская обл., Калужская обл., Тульская обл., Мурманская обл., г. Севастополь, Республика Татарстан, Нижегородская обл., Тюменская обл., Красноярский край, Иркутская обл., Приморский край, Амурская обл., Еврейская АО	0,2
Кабардино-Балкарская	210,22	Камчатский край	0,67	Республика Саха (Якутия)	1,51	Архангельская область	1,19		
Караево-Черкесская	208,96	Республика Саха (Якутия)	0,32	Республика Тыва	1,39	Республика Карелия	1,14		
Чеченская Республика	167,5	Магаданская обл.	0,3	Магаданская обл.	1,21	Орловская обл.	1,13		
Республика Ингушетия	139,29	Чукотский АО	0,07	Чукотский АО	0,41	Курганская обл.	1,06		
<i>Среднее значение</i>	<i>644,49</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>8,50</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>23,37</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>1,65</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>0,5</i>

Составлено автором по данным Росстата

О несбалансированности территориального социально-экономического развития страны свидетельствует существенный разброс значений показателей в регионах, следовательно, территориальные образования обладают разными качественными свойствами, а пространство страны является диспропорциональным. Системное моделирование следует применить для трансферта нормативных условий и успешных сценариев регионов-лидеров на другие территории.

На основе выявленных средних величин показателей установим пороговые значения параметров и представим «паркетную» структуру оптимизационной модели системной региональной экономики (рис. 2).

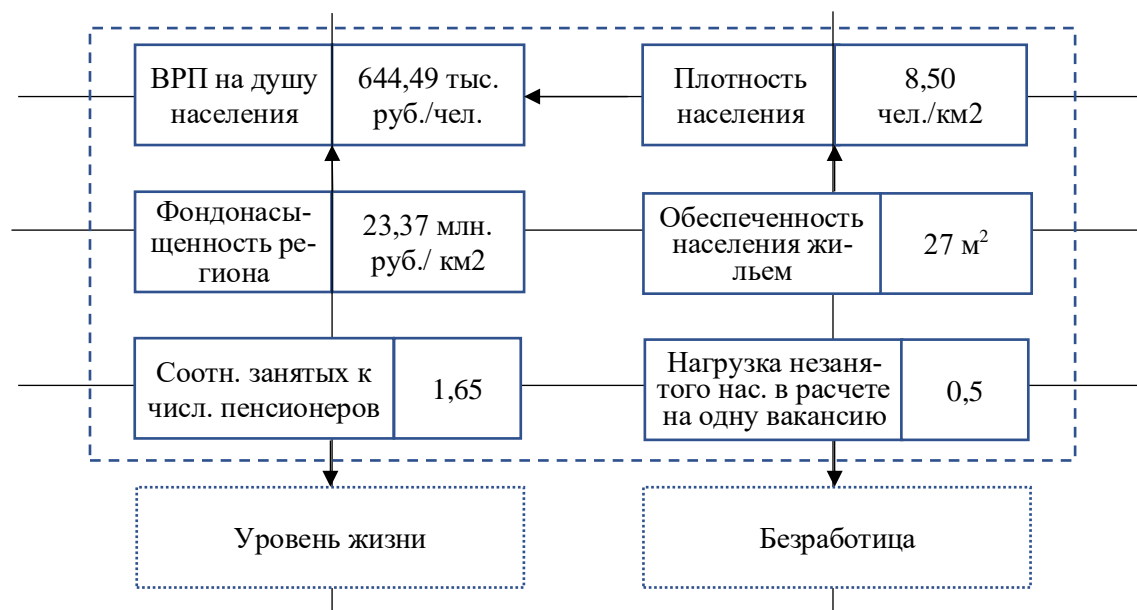


Рис. 2. «Паркетная» структура оптимизационной модели системной региональной экономики
 Fig. 2. «Parquet» structure of the optimization model of the systemic regional economy

Составлено автором

Предложенная системная оптимизационная модель региональной экономики, визуализированная в форме «паркетной» структуры, может использоваться представителями органов власти в качестве базы для мониторингового комплекса эффективности развития социально-экономической системы. В процессе мониторинга следует акцентировать внимание на необходимости достижения в регионе указанных пороговых значений параметров оптимизационной модели или превышения их величин.

Подобное системное представление комплекса и нормативы величин значимых переменных региональной экономики, характера их взаимовлияния позволяет изучать состояние и достижения территориальной социально-экономической системы для обеспечения прогресса и пространственного равновесия.

Заключение

Аналитические принципы системной парадигмы необходимы для комплексных исследований структурных элементов регионального комплекса.

Задачу модернизации региональной экономики целесообразно решать на основе создания новой модели социально-экономической системы. Предложенная методическая архитектура и модельный комплекс оптимальной региональной социально-экономической системы согласовываются со стратегическими интересами всех заинтересованных групп.

Продолжить исследование целесообразно разработкой направлений достижения установленных пороговых значений параметров оптимизационной модели территориальной экономики.

Список источников

- Жилищное хозяйство в России. 2022: Стат. сб./ Росстат. - М., 2022. – 83 с.
 Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 1122 с.

Список литературы

- Бекларян Г.Л. 2019. Имитационная модель региона в применении к анализу экономики Красноярского края. Экономика и математические методы, 55 (3): 47-61.
- Ефремов А.В. 2012. Сущность оптимизационного моделирования региональной экономики. Экономика и управление, 5: 43-55.
- Исмагилова Л. А., Будник Е. Е. 2015. Системное моделирование экономики региона в условиях принудительных возмущений. Управление экономикой: методы, модели, технологии: материалы XV Международной научной конференции. В 2 т. Т. 2 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т.: 153-156.
- Клейнер Г.Б. 2013. Системная экономика и системно-ориентированное моделирование. Экономика и математические методы, 49 (4): 71-93.
- Коломак Е.А., Суспицын С.А. 2018. Развитие методологии теоретических и прикладных исследований пространственных систем. Регион: экономика и социология, 3: 252-276.
- Лычкина Н.Н. 2003. Имитационное моделирование социально-экономического развития регионов. Имитационное моделирование. Теория и практика: сборник докладов Первой всероссийской научно-практической конференции ИММОД, 2: 79-83.
- Медведев А.В. 2013. Концепция оптимизационно-имитационного моделирования регионального социально-экономического развития. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 7: 21-24.
- Русяк И.Г., Кетова К.В. 2005. Математическое моделирование открытой региональной экономической системы. Фундаментальные исследования, 10: 73-74.
- Уандыкова М. К., Елеукулова А. Д. 2017. Системные основы управления инновационным развитием региона. Экономика и управление: проблемы, решения, 3 (6): 107-111.
- Шаров В.Ф. 2017. Реализация системного подхода при построении модели социально-экономического развития, Экономика и управление: проблемы, решения, 3 (6): 29-32.
- Щербаков Г.А. 2017. Системная парадигма в экономической науке: «новое издание» системного подхода в XXI веке, Экономика и управление: проблемы, решения, 3 (6): 44-48.

References

- Beklaryan G.L. 2019. Imitacionnaya model' regiona v primenenii k analizu ekonomiki Krasnoyarskogo kraja [Simulation model of the region in application to the analysis of the economy of the Krasnoyarsk Territory]. Ekonomika i matematicheskie metody, 55 (3): 47-61.
- Efremov A.V. 2012. Sushchnost' optimizacionnogo modelirovaniya regional'noj ekonomiki [The essence of optimization modeling of the regional economy]. Ekonomika i upravlenie, 5: 43-55.
- Ismagilova L. A., Budnik E. E. 2015. Sistemnoe modelirovanie ekonomiki regiona v usloviyah prinuditel'nyh vozmushchenij [System modeling of the regional economy in the conditions of forced disturbances]. Upravlenie ekonomikoj: metody, modeli, tekhnologii: materialy XV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. V 2 t. T. 2 / Ufimsk. gos. aviac. tekhn. un-t. – Ufa: Ufimsk. gos. aviac. tekhn. un-t.: 153-156.
- Klejner G.B. 2013. Sistemnaya ekonomika i sistemno-orientirovanoe modelirovanie [System economics and system-oriented modeling]. Ekonomika i matematicheskie metody, 49 (4): 71-93.
- Kolomak E.A., Suspicyun S.A. 2018. Razvitie metodologii teoreticheskikh i prikladnykh issledovanij prostanstvennykh sistem [Development of methodology of theoretical and applied research of spatial systems]. Region: ekonomika i sociologiya, 3: 252-276.
- Lychkina N.N. 2003. Imitacionnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov [Simulation modeling of socio-economic development of regions]. Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika: sbornik dokladov Pervoj vserssijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii IMMOD, 2: 79-83.
- Medvedev A.V. 2013. Konceptiya optimizacionno-imitacionnogo modelirovaniya regional'nogo social'no-ekonomicheskogo razvitiya [The concept of optimization and simulation modeling of regional socio-economic development]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij, 7: 21-24.
- Rusyak I.G., Ketova K.V. 2005. Matematicheskoe modelirovanie otkrytoj regional'noj ekonomicheskoy sistemy [Mathematical modeling of an open regional economic system]. Fundamental'nye issledovaniya, 10: 73-74.

- Uandykova M. K., Eleukulova A. D. 2017. Sistemnye osnovy upravleniya innovacionnym razvitiem regiona [System bases of management of innovative development of the region]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 3 (6): 107-111.
- Sharov V.F. 2017. Realizaciya sistemnogo podhoda pri postroenii modeli social'no-ekonomicheskogo razvitiya [Implementation of a systematic approach in building a model of socio-economic development]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 3 (6): 29-32.
- Shcherbakov G.A. 2017. Sistemnaya paradigma v ekonomicheskoy nauke: «novoe izdanie» sistemnogo podhoda v XXI veke [The System Paradigm in Economics: a "new Edition" of the system Approach in the XXI Century]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 3 (6): 44-48.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Чистникова Ирина Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Irina V. Chistnikova, PhD in Economics, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia