https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

СТРАТЕГИРОВАНИЕ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
2023. Том 3. № 1

НАЦИОНАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ

Оригинальная статья
УДК 338.246.2:303.4

Моделирование процессов сложной социально-экономической системы при выборе стратегических приоритетов развития

Д. М. Журавлев[1], В. К. Чаадаев[2]
[1,2]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия
[1]jdenis@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-5447-3119
[2]vkchaadaev@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-7484-5848

Аннотация: Требования по изменению экономических процессов в направлении стабилизации социально-политической ситуации диктуют руководителям необходимость разработки и применения эффективного набора средств и методов управления социально-экономическими системами. Это предполагает адаптацию и совершенствование инструментов, способов, технологий и форм стратегического планирования, обеспечивающих управляемый процесс развития экономики. Цель статьи заключалась в развитии форм и методов эконометрического моделирования процессов региональной социально-экономической системы, определяющих поиск и обоснование возможностей ее опережающего развития. Основой исследования являлась методология стратегирования академика В. Л. Квинта. При поиске и обосновании целей и задач стратегии развития применялся такой инструмент, как интеллектуальный программный комплекс (кабинет стратега), функциональность которого обеспечивает построение математической модели системных экономических процессов региона с учетом его институциональных, ресурсных, социальных, технологических и других условий. В результате проведенного исследования сформировали прогнозно-аналитическую модель развития субъектов РФ с выделением десяти системообразующих экономических процессов. Формализация факторов и индикаторов была осуществлена на основе индексного подхода. В качестве примера, иллюстрирующего возможности практического применения разработанной модели, рассмотрели транспортную инфраструктуру. Доказательство соответствия модели реальным условиям провели на примере Северо-Западного и Приволжского федеральных округов. В статье представлен решенный комплекс задач стратегирования регионального развития, начиная от формирования теоретико-методологических положений и разработки цифрового двойника региональной экономической системы и заканчивая созданием инструментария, обеспечивающего информационную поддержку процессов анализа, оценки и прогнозирования. Процедуры регионального стратегирования рассматриваются в проекции модели социально-экономической системы региона, определенной как структура, включающая в себя ряд автономных подсистем, каждая из которых характеризуется определенными измеряемыми показателями.
Ключевые слова: методология стратегирования, опережающее развитие, региональная экономика, система управления, социально-экономическая система, цифровые технологии, эконометрическое моделирование

Цитирование: Журавлев Д. М., Чаадаев В. К. Моделирование процессов сложной социально-экономической системы при выборе стратегических приоритетов развития // Стратегирование: теория и практика. 2023. Т. 3. № 1. С. 1–20. https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

Поступила в редакцию 25.12.2022. Прошла рецензирование 17.01.2023. Принята к печати 23.01.2023.

© 2023. Автор(ы). Статья распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

STRATEGIZING:
THEORY AND PRACTICE
2023. Vol 3. No 1

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

original article

Modeling the Processes of a Complex Socio-Economic System and Strategic Development Priorities

Denis M. Zhuravlev[1], Vitaly K. Chaadaev[2]
[1,2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[1]jdenis@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-5447-3119
[2]vkchaadaev@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-7484-5848

Abstract: To change the economic processes and stabilize the socio-political situation, the authorities need an effective set of tools and methods of socio-economic management. They require new and better means of strategic planning that provide a controlled development of the national economy. This research features advanced forms and methods of econometric modeling in the regional socio-economic system. The research relied on the strategizing methodology developed by Professor V.L. Kvint, as well as the Strategist's Office software that makes it possible to construct mathematical models of economic processes for a particular region. The predictive analytical model covered ten basic economic processes. This article introduces some factors and indicators defined for the transport infrastructure based on the index approach. The experimental part focused on the case of the North-Western and Volga Federal Districts. The set of tasks for regional development strategizing ranges from the theoretical and methodological provisions to the development of a digital twin of a regional economic system designed with the help of tools that provide information support for analysis, assessment, and forecasting. Regional strategizing is considered as a model of a regional socio-economic system defined as a structure that includes a number of autonomous subsystems with certain objective and measurable indicators.

Keywords: strategy methodology, advanced development, regional economy, control system, socio-economic system, digital technologies, econometric modeling

Citation: Zhuravlev DM, Chaadaev VK. Modeling the Processes of a Complex Socio-Economic System and Strategic Development Priorities. Strategizing: Theory and Practice. 2023;3(1):1–20. (In Russ.) https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

Received 25 December 2022. Reviewed 17 January 2023. Accepted 23 January 2023.

在选择战略发展优先事项时对复杂社会经济系统的运行过程进行建模

D.M. Zhuravlev[1], V.K. Chaadaev[2]
[1,2]莫斯科罗蒙诺索夫国立大学，俄罗斯，莫斯科
[1]jdenis@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-5447-3119
[2]vkchaadaev@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-7484-5848

摘要：为稳定社会和政治局势而改变经济进程的客观要求，决定了必须为不同层次的管理人员开发一套有效的工具和方法来管理社会和经济系统。要解决这一问题，需要调整和改进战略规划的工具、方法、技术和形式，为国民经济发展提供一个可控过程。本文的目的是开发地区社会和经济系统运行过程的计量经济学模型的形式和方法，寻找和论证确定无疑的超前发展机遇。V.L. 昆特院士的战略化方法论是本研究的基础。在寻找和论证超前地区发展战略的目标和目的时，我们使

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

СТРАТЕГИРОВАНИЕ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
2023. Том 3. № 1

用了智能软件包（战略家办公室）这样的工具，其功能是在考虑到体制、资源、社会、技术和其他条件的情况下，确保构建地区系统经济过程的数学模型。作为研究的结果，形成了俄罗斯联邦主体发展的预测分析模型，突出了十个骨干经济过程。因素和指标的形式化是在指数方法的基础上进行的。作为说明所开发模型实际应用可能性的例子，我们研究了骨干经济过程之一--运输基础设施。以西北和伏尔加联邦管区为例，通过实验方法证明了该模型与实际情况的一致性。本文提出了一系列地区发展战略任务，从理论和方法论规定的形成以及地区经济体系数字孪生的发展开始，到创建为分析、评估和预测提供信息支持的工具结束。在地区社会和经济系统模型的预测中考虑了地区战略化的程序，该系统被定义为包括若干自主子系统的结构，每个子系统都以某些客观可衡量的指标为特征。

关键词：战略化方法论，超前发展，地区经济，管理系统，社会和经济系统，数字技术，计量经济学模型

编辑部收到稿件的日期：2022年12月25日 评审日期：2023年01月17日 接受发表的日期：2023年01月23日

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие события, связанные с кризисом политической власти в ряде государств на постсоветском пространстве и желанием их правительств разрушить налаженные хозяйственные связи с Российской Федерацией, приводят к локальным отраслевым кризисам, росту инфляции и замедлению темпов роста валового национального продукта. Объективные требования по изменению экономических процессов в направлении стабилизации социально-политической ситуации диктуют перед руководителями различных уровней (федеральный, региональный и муниципальный) такую стратегическую задачу, как необходимость разработки и применения эффективного набора средств и методов управления социально-экономическими системами на всех уровнях, фазах и этапах функционирования национального хозяйственного комплекса. Решение такой задачи предполагает адаптацию и совершенствование инструментов, способов, технологий и форм, обеспечивающих процесс управления российской экономики в целом, а также ее составных частей. Необходимо учитывать тот факт, что применение различных форм и инструментов управления невозможно без понимания сущности и основных принципов взаимодействия составляющих (элементов, частей, компонентов и пр.) социально-экономических систем, а также их функциональных и структурных свойств, факторов и параметров, предопределяющих многокритериальность целей и задач управления, определение векторов и возможной динамики развития[1].

Отличие социально-экономических систем от физических состоит в том, что в них существует звено принятия решений, а также субъективное сознание человека, которое оказывает влияние на систему[2]. Социально-экономические системы представляют собой важную и типичную комплексную систему (также называемую сложной адаптивной системой). В отличие от других систем (например, неживых, биологических и экологических) социально-экономические системы имеют ряд обстоятельств и свойств, которые затрудняют их распознавание, описание и контроль[3]. Из-за их сложности и динамического характера не существует универсального решения проблем социально-экономической системы, которые постоянно меняются и развиваются, требуя процесса углубления их понимания, что приводит к отсутствию точных и полных

[1] Квинт В. Л., Хворостяная А. С., Сасаев Н. И. Авангардные технологии в процессе стратегирования // Экономика и управление. 2020. Т. 26. № 11. С. 1170–1179. https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-11-1170-1179

[2] Марков К. К. О некоторых проблемах моделирования сложных социально-экономических систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2006. Т. 11. № 7. С. 82–95.

[3] Исторические формы развития математического моделирования как системы прогнозирования экономической активности / О. Т. Астанакулов [и др.] // Вопросы истории. 2021. № 6–2. С. 87–94.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

общих аналитических моделей таких систем[4]. Поэтому изучение теорий, методов и приемов эффективного моделирования сложности и динамики социально-экономических систем представляет собой перспективную область исследований.

Авторы полагают, что изучение сложности и динамики социально-экономических систем необходимо начинать с обработки больших данных с применением различных методов моделирования и прогнозирования для максимального понимания прошлых, настоящих и будущих процессов и событий. Количественная и качественная оценка связей и взаимодействий в сложной социальной экономической системе является одним из наиболее сложных аспектов анализа, но позволяет достичь максимально приемлемого результата при реализации процедур стратегического планирования[5].

Цель настоящей статьи заключалась в развитии форм и методов эконометрического моделирования процессов региональной социально-экономической системы, определяющих поиск и обоснование возможностей ее опережающего развития.

Теоретические положения

Значение понятия система (англ. system) обширно – это структура, механизм, устройство, конструкция, порядок. В научной литературе существует большое количество определений: «упорядоченная совокупность элементов, которые находятся в отношениях и связях друг с другом и образуют определенную целостность, единство», «комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей», «совокупность интегрированных и регулярно взаимодействующих или взаимозависимых элементов, созданная для достижения определённых целей, причём отношения между элементами определены и устойчивы, а общая производительность или функциональность системы лучше, чем у простой суммы элементов»[6,7,8]. Чаще всего под системой понимают «совокупность объектов и процессов (компоненты), которые находятся во взаимодействии и взаимосвязи между собой»[9]. Объекты и процессы системы формируют единое целое, характеризующееся набором свойств, которые не присущи составляющим его компонентам.

Социально-экономические системы представляют собой целостную совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих между собой субъектов (экономических, социальных и пр.) и процессов по поводу создания, распределения, обмена и потребления разнообразных продуктов (товаров и услуг), а также распределения и потребления как материальных, так и нематериальных ресурсов (рис. 1).

Социально-экономическую систему характеризуют системные качества, среди которых можно выделить присутствие особого ключевого (базового) отношения (экономические отношения – распределение благ и ресурсов, а также поддержание пропорций), которое объединяет единством происхождения все остальные и из которого затем образуются и развиваются более сложные свойства и связи системы.

Социально-экономическая система локализована в экономическом пространстве и времени (наличие определенных географических, духовных, исторических, этнических, политических

[4] Klachek P. M., Polypan P. L., Liberman I. V. Development of a synergetic research environment for modeling complex productive and economic systems // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2019. Vol. 12. № 2. P. 112–120. https://doi.org/10.18721/JE.12211

[5] Kvint V. L. Strategy for the global market: Theory and practical applications. New York: Routledge, 2015. 548 p. https://doi.org/10.4324/9781315709314

[6] Румянцева Е. Е. Новая экономическая энциклопедия. М.: Инфра-М, 2016. 882 с.

[7] ГОСТ Р ИСО МЭК 15288-2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. М.: Стандартинформ, 2006. 58 с.

[8] Батоврин В. К. Толковый словарь по системной и программной инженерии. М.: ДМК Пресс, 2012. 280 с.

[9] Жданов С. А., Петров А. М., Коноваленко Н. П. Особенности управления сложными социально-экономическими системами: зарубежный опыт // Дискуссия. 2013. Т. 40. № 10. С. 72–76.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

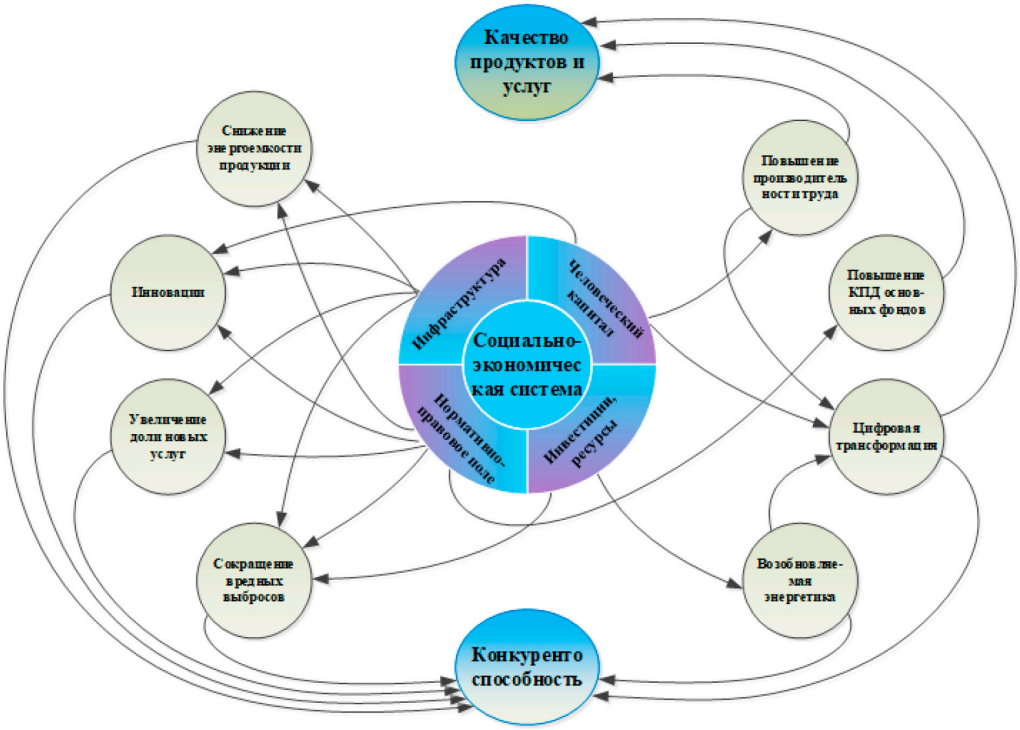

Рис. 1. Социально-экономическая система как целостная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих между собой процессов

Fig. 1. Socio-economic system as an integral set of interrelated and interacting processes

и экономических границ). Это означает, что она воплощается и в форме небольших по масштабу общественно-хозяйственных организаций, и в конкретных государственно-политических образованиях. Не все черты, присущие системе, возникают сразу, в один момент. Сначала формируются простейшие экономические и социальные формы взаимоотношений и взаимодействий, а на их базе более сложные процессы, отношения и взаимосвязи.

Основными свойствами социально-экономической системы являются:

– целостность, т. е. изменение одного из компонентов может повлиять не только на другие составляющие системы, но и привести к ее изменению в целом;
– иерархичность, т. е. любую систему можно рассматривать как компонент более высокого порядка;
– интегративность, т. е. система в целом имеет свойства, которые отсутствуют у ее отдельных элементов (верно обратное – элементы могут обладать свойствами, которые не проявляются у системы в целом)[10].

Сложная социально-экономическая система состоит из социальной и экономической подсистем, выполняющих определенные функции:

– социальная подсистема представляет собой составную часть общества с ее социальной структурой, институциональными институтами, человеческим, в том числе культурным, интеллектуальным, образовательным

[10] Нестеренко И. Н., Шипилова Т. В. Инвестирование инноваций в социально-экономической системе // Гуманитарные и социальные науки. 2010. № 2. С. 93–98.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

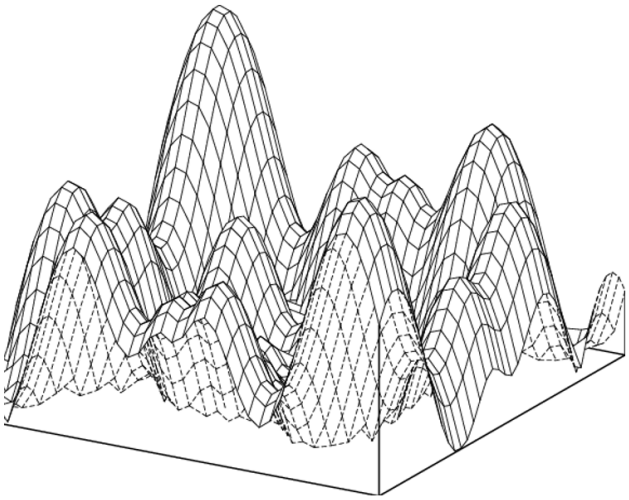

Рис. 2. Экономическая подсистема как «фитнес-ландшафт»

Fig. 2. Economic subsystem as a "fitness landscape"

и трудовым потенциалом и капиталом, морально-этическими принципами и демографическими процессами, а также здоровьем населения;

– экономическая подсистема представляет собой совокупность всех экономических отношений, реализующихся в обществе. Она находится в непрерывном взаимодействии с элементами социальной подсистемы[11].

Экономические подсистемы представляют собой сложные пространственные структуры. Решения и взаимодействия происходят на разных географических уровнях. То, что происходит на одном уровне, может иметь последствия на других уровнях. Для изучения этих многослойных структур и их эволюции требуются подходящие инструменты как теоретического, так и эмпирического анализа, учитывающие наличие пространственных эффектов, границ (политических, социальных, культурных и т. д.), нелинейностей и сосуществование долгосрочных равновесий, мультирегионального контекста, неоднородности, сетей и взаимодействующих агентов. Некоторые из этих инструментов уже доступны, другие еще предстоит разработать.

В некоторых случаях целесообразно рассматривать экономическую подсистему как «фитнес-ландшафт», поскольку это не нейтральная среда, в которой есть как очень выгодные, так и крайне невыгодные позиции (рис. 2)[12]. Если вам удастся взобраться на выгодную гору, то вы станете «победителем» в сфере экономической пригодности; если вы отправлены в невыгодную долину, то вы проиграли.

Часть формы любого конкретного ландшафта экономической пригодности «объективна» в том смысле, что она находится вне творческого контроля человеческих агентов, т. е. это наличие природных ресурсов, благоприятный климат, законы физики и т. д.

Процесс управления на всех иерархических уровнях социально-экономической системы включает организационные, экономические и правовые формы воздействия на процесс социально-экономического развития, такие как

– создание, развитие и обслуживание инфраструктуры на основе финансирования из бюджета, предоставления государственных займов, использования внебюджетных средств, создания специальных фондов и пр.;
– установление дифференцированных льгот хозяйствующим субъектам, ориентированным на импортозамещение и насыщение внутреннего рынка, осуществляющим производство наукоемких товаров и оказывающим высокотехнологичные услуги и выпуск экспортно-ориентированной конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью;
– целевая правовая и финансовая поддержка малого и среднего бизнеса, участвующего в развитии перерабатывающих и техно-

[11] Жуковская Л. В. Регулирование сложных социально-экономических систем на разных уровнях иерархии в условиях неопределенности // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2018. Т. 68. № 4. С. 17–25. https://doi.org/10.14357/20790279180402

[12] Gerrits L., Marks P. The evolution of Wright's (1932) adaptive field to contemporary interpretations and uses of fitness landscapes in the social sciences // Biology and Philosophy. 2014. Vol. 30. P. 459–479. https://doi.org/10.1007/s10539-014-9450-2

СТРАТЕГИРОВАНИЕ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
2023. Том 3. № 1

логичных отраслей экономики и обеспечивающего наполнение рынка отечественными качественными товарами.

С учетом того что основу национальной экономики составляют региональные социально-экономические системы, сосредоточимся на способах и методах построения стратегий развития субъектов Российской Федерации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди отечественных специалистов, труды которых посвящены вопросам анализа сложных экономических систем, можно отметить таких исследователей, как

– Э. Р. Головко, определивший ключевые взаимосвязи, взаимозависимости и синергетические параметры сложных экономических систем в рамках регионального развития[13];
– В. Л. Макаров, рассматривающий инновации как ресурс для прорывного развития и выдвинувший гипотезу о том, что инновационная активность региона зависит от размера пространства инноваций и эффективности его использования[14];
– А. Г. Давтян, сформулировавший принципы моделирования информационных потоков в открытых социально-экономических системах, которые отражают дуализм отношения системы и внешнего окружения[15];
– А. Л. Сабинина, обосновавшая, что цифровая трансформация региональной экономики должна быть построена на качественно новых цифровых преобразованиях управленческих, производственных, научных, образовательных и прочих бизнес-процессов с использованием интеллектуальных информационных систем нового поколения, способных к обмену большими массивами данных между участниками региональной цифровой платформы для принятия обоснованных управленческих решений в интересах развития территории[16];
– М. С. Оборин, показавший, что в сложившихся макроэкономических условиях в Российской Федерации на уровне системы государственного управления сформировался стратегический курс социально-экономического развития страны, который основан на территориальном потенциале и диверсифицированной специализации субъектов[17].

В отношении разработки стратегических направлений опережающего развития социально-экономических систем классическими являются труды академика В. Л. Квинта, который первым из российских ученых сформулировал правила стратегического мышления и основал научную школу теории стратегии, методологии и практики стратегирования[18].

Изучение трудов указанных исследователей позволило сделать вывод о том, что готовность региональной экономики к преобразованиям определяется состоятельностью составляющих ее основу системных экономических процессов (развитие транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры, уровень социальной поддержки населения, численность и качество экономически активного населения, нормативно-правовая поддержка бизнеса,

[13] Головко Э. Р. Инструменты анализа сложных экономических систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. Т. 97. № 7–3. С. 146–149. https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.097

[14] Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций / В. Макаров [и др.] // Форсайт. 2016. Т. 10. № 3. С. 76–90. https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90

[15] Принципы моделирования информационных потоков в открытых социально-экономических системах / А. Г. Давтян [и др.] // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 3. С. 55–58. https://doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_3_55

[16] Сабинина А. Л., Измалкова С. А., Сычева И. В. Цифровая трансформация региональной экономики как стратегический потенциал ее развития // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 6. С. 999–1013. https://doi.org/10.24891/ea.18.6.999

[17] Оборин М. С. Роль регионов с «умной специализацией» в социально-экономическом развитии России // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. Т. 60. № 4. С. 23–30.

[18] Квинт В. Л. Теория и практика стратегирования. Ташкент: Тасвир, 2018. 160 с.

способность предприятий к восприятию инноваций и др.) и наличием стратегии, в которой логические выстроенные и обоснованные мероприятия синхронизированы по времени и доступным ресурсам[19].

Как показывает мировая и отечественная практика, для формирования адекватной целям и задачам стратегии опережающего развития, в том числе цифрового, требуются специальные инструменты, способные в условиях ускоренной цифровизации экономики выявить и предложить нестандартные схемы опережающего развития[20,21,22,23,24]. К такого рода инструментарию можно отнести интеллектуальный программный комплекс (кабинет стратега), функциональности которого достаточно для построения математической модели (цифрового двойника) региона с учетом его институциональных, ресурсных, социальных, технологических и других условий[25]. При помощи такого цифрового двойника, посредством проведения над ним экспериментов, для каждой конкретной региональной экономической системы могут быть определены и обоснованы механизмы запуска экономического роста[26].

В зависимости от степени приближенности объекта моделирования к реальности на практике используются следующие методы[27].

1. Концептуальное моделирование.

При разработке концептуальной модели происходит формализация структуры моделируемого объекта, а также описываются свойства каждого его элементарного составляющего и причинно-следственные связи, характеризующие объект по отношению к внешней и внутренней среде и являющиеся значимыми для решения задач моделирования. То есть создается обобщенная (концептуальная) модель объекта, основанная на представлениях наблюдателей (экспертов) о его свойствах, характеристиках и принципах функционирования. При разделении объекта на элементы каждый из них описывается присущим только ему набором свойств (атрибутов), а также устанавливаются и формализуются связи (отношения) между ними. Например, при создании модели предприятия производится описание видов его экономической деятельности. Каждый вид характеризуется затраченными ресурсами, в процессе преобразования которых происходит выпуск результирующих продуктов. Преобразование ресурсов в процессе производства осуществляется различными структурными подразделениями, имеющими свои свойства (расположение, организационная структура, степень участия в процессе и пр.), описание инфраструктуры (транспортной, логистической, энергетической, информационной и пр.), которой присущи определенные свойства, влияющие на конечные результаты деятельности, описание поставщиков и потребителей и т. д. Результатом концептуального моделирования

[19] Квинт В. Л. Разработка стратегии: мониторинг и прогнозирование внутренней и внешней среды // Управленческое консультирование. 2015. Т. 79. № 7. С. 6–11.

[20] Place leadership and regional economic development: a framework for cross-regional analysis / A. Beer [et al.] // Regional Studies. 2019. Vol. 53. № 2. P. 171–182. https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1447662

[21] Samaniego R. M., Sun J. Y. Productivity growth and structural transformation // Review of Economic Dynamics. 2016. Vol. 21. P. 266–285. https://doi.org/10.1016/j.red.2015.06.003

[22] Смородинская Н. В., Катуков Д. Д. Когда и почему региональные кластеры становятся базовым звеном современной экономики // Балтийский регион. 2019. Т. 11. № 3. С. 61–91. https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-3-4

[23] Аганбегян А. Г. Анализ и прогнозирование социально-экономического развития регионов (методические заметки) // Среднерусский вестник общественных наук. 2019. Т. 14. № 4. С. 15–28. https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28

[24] Чаадаев В. К. «Умное ЖКХ» как сокращение издержек в управлении многоквартирными домами // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития: Материалы II Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2018. С. 211–215.

[25] Журавлев Д. М. Управление экономическим развитием субъекта Российской Федерации. М.: Первое экономическое издательство, 2020. 183 с.

[26] Zhuravlev D. M., Glukhov V. V. Strategizing of economic systems digital transformation: A driver on innovative development // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2021. Vol. 14. № 2. P. 7–21. https://doi.org/10.18721/JE.14201

[27] Журавлев Д. М. Методы анализа и имитации управленческих решений // Сурский вестник. 2019. Т. 7. № 3. С. 73–77.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

являются наборы структурных и функциональных схем, таблиц и графиков, характеризующих деятельность объекта с заданной точностью и дающих наглядное представление о его связях и взаимодействиях. Изучение и анализ концептуальной модели дает представление о сложившихся пропорциях, распределении ресурсов между подразделениями и эффективности их использования, а также позволяет выявить узкие места и дать предварительную оценку качества управления. Жестких методических и нормативных документов, определяющих формат разработки и визуализации концептуальной модели, не существует. Как и любая другая, концептуальная модель предназначена для решения задач определенного типа.

2. Математическое моделирование.

Математическое моделирование представляет собой процесс, описывающий свойства и характер реального объекта при помощи математических символов, оформленных как целевые функции, уравнения, неравенства, ограничения и другие выражения. Представление объекта в качестве набора взаимоувязанных и согласованных математических выражений позволяет построить его цифровой двойник. Это упрощает проведение экономического анализа и расширяет возможности по принятию правильных управленческих решений, направленных на повышение эффективности функционирования объекта моделирования.

3. Имитационное моделирование.

Представляет собой универсальный экспериментальный метод исследования реальных экономических систем, характеризующихся структурной и поведенческой сложностью, наличием значительного числа бизнес-процессов и большим количеством влияющих постоянных и переменных факторов. Практическая работа при имитационном моделировании предполагает наличие алгоритмизированной математической модели объекта (цифрового двойника), переведенного в программный код, исполняемый при помощи средств вычислительной техники. На современном этапе развития цифровых технологий размерность имитационной модели (количество элементов объекта, связей между ними, факторов, условий, параметров, свойств и атрибутов) может быть неограниченной, что позволяет создать максимально приближенную к реальности модель. Главным условием успешности моделирования является соблюдение принципа информационной достаточности, т. е. наличие исходных данных в количестве, которое позволяет однозначно интерпретировать входные и выходные параметры объекта и формализовать внешние и внутренние факторы, оказывающие влияние на его функционирование.

При соблюдении указанного принципа технологии имитационного моделирования превышают возможности формальных математических методов, позволяя детально воспроизвести причинно-следственные связи любой сложности[28]. Возможность использования для моделирования всех перечисленных методов, используя достоинства и нивелируя недостатки каждого, может быть реализована посредством выстраивания двухуровневого сценария формирования модели, схематичное изображение которой приведено на рисунке 3.

Сценарий первого уровня, концептуальный (К-сценарий). Для его формирования применяется метод концептуального моделирования. Для верификации имеющихся исходных данных об объекте производится проверка. Например, с использованием сетей Петри[29]. Применение К-сценария позволяет идентифицировать и устранить ошибки, допущенные на этапах формализации свойств (атрибутов) элементов объекта и описания связей между ними. Это дает

[28] Чаадаев В. К. Подготовка задачи имитационного моделирования бизнес-процесса // Вестник университета. 2007. Т. 19. № 1. С. 330–338.

[29] Nesterov R. A., Savelyev S. Yu. Generation of Petri nets using structural property-preserving transformations // Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS. 2021. Vol. 33. № 3. P. 155–170. https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2021-33(3)-12

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

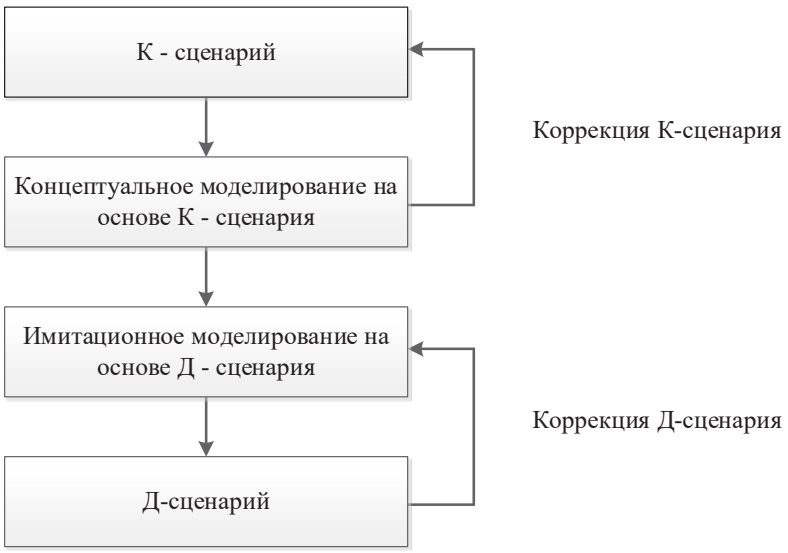

Рис. 3. Визуализация двухуровневого сценария формирования модели функционирования социально-экономической системы

Fig. 3. Two-level scenario of a socio-economic system

возможность на первом уровне отсеять ошибки, тем самым повышая вероятность реалистичности модели.

Сценарий второго уровня, детальный (Д-сценарий). Сценарий представляет собой детальное описание бизнес-модели. Основу Д-сценария составляет сценарий первого уровня. Д-сценарий – это имитационная модель, оформленная в виде цифрового двойника (математической модели), воспроизводящего, с заданной точностью, все процессы жизненного цикла моделируемого объекта.

Модель региона как экономико-организационной системы представляет собой приближенный заменитель, отражающий его целевое состояние (статическое или динамическое, абстрактное или реальное), и предназначена для формализации и детализации всей совокупности функционирующих процессов. Представление этих процессов в цифровом виде позволяет приблизить модель к реальности, тем самым обеспечив условия для качественного стратегического планирования и прогнозирования. Проведение над цифровым двойником объекта моделирования экспериментов, имитирующих его поведение, дает возможность максимально оценить вероятность достижения поставленных целей, выполнить расчет необходимых для этого ресурсов и минимизировать риски реализации принимаемых управленческих решений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Концепция «умной специализации» регионов предполагает зонтичную форму формирования региональных стратегий поиска возможностей опережающего развития, включая оценку социальной и пространственной ситуации, опирающуюся на когнитивный анализ и творческие способности стратега (рис. 4).

Формирование прогнозно-аналитической модели развития субъектов Российской Федерации базировалось на следующих основных методических подходах:

1. Выделение совокупностей измеряемых социально-экономических показателей (факторов), управляемых на уровне объекта стратегирования, и целевых (установленных стратегией) индикаторов, зависящих от различных сценариев управления этими факторами на основе количественного анализа данных официальной статистики.

2. Поиск статистически значимых условно стационарных зависимостей индикаторов от

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

Рис. 4. Система стратегического планирования

Fig. 4. Strategic planning system

Рис. 5. Системные экономические процессы субъектов Российской Федерации

Fig. 5. Systemic economic processes in the subjects of the Russian Federation

управляемых факторов, основанный на использовании формализма решений задач дисперсионнорегрессионного анализа указанных «пространственных выборок» данных.

В результате выделено и формализовано десять системообразующих экономических процессов (рис. 5)[30].

Формализация факторов и индикаторов осуществлена на основе индексного подхода, что

[30] Журавлев Д. М., Троценко А. Н., Чаадаев В. К. Методология и инструментарий стратегирования социально-экономического развития региона // Экономика промышленности. 2022. Т. 15. № 2. С. 131–142. https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-131-142

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

обусловлено требованиями сопоставимости оценок для разных регионов и финансово-денежных показателей, использующих статистические данные разных лет.

В качестве примера, иллюстрирующего возможности практического применения разработанной модели, рассмотрим один из системообразующих экономических процессов региона – транспортную инфраструктуру[31]. Такой выбор обуславливается тем, что автодорожная инфраструктура оказывает влияние на социально-экономическое развитие региона, т. к. присутствует на всей территории. Транспортная инфраструктура реализует для экономики региона следующие функции:

– объединение: автомобильный грузовой и пассажирский транспорт обеспечивает доступность и является связующим звеном между субъектами и объектами экономической деятельности региона, выполняя социальный заказ образовательных, медицинских и культурных учреждений и спортивных организаций, поддерживая их стабильную и бесперебойную работу;
– маневренность: обеспечивает возможность беспрепятственного перемещения по территории региона активной части населения, тем самым формируя мобильный рынок труда;
– конкуренция: перемещение грузов с минимальными издержками способствует экономическому росту и получению более высокой добавленной стоимости предприятиями с большой долей транспортных расходов;
– поддержка и формирование рынка: наличие развитой сети автомобильных дорог позволяет упрочить хозяйственные и торговые связи как с приграничными, так и с отдаленными регионами.

Определяющим фактором уровня развития транспортной инфраструктуры является показатель плотности региональных автомобильных дорог (ПАД), выражаемый, по данным Федеральной службы государственной статистики, в единицах протяженности (км) на установленное значение площади территории (в работе это значение принимается равным 10 км^2 для обеспечения количественной сопоставимости соответствующих факторных и индикативных индексов).

Уровень развития плотности автомобильных дорог должен оказывать влияние на величину валового регионального продукта (ВРП) через соответствующий уровень средней производительности труда (аспект мобильности). Однако с учетом территориальной специфики регионов Российской Федерации более значимым аспектом влияния на ВРП является транспортная составляющая стоимости продукции и услуг. С учетом этого в формализации соответствующего индикатора (нормированный индекс ВРП, НВРП-ФН) используется нормировка на стоимость фиксированного набора (ФН) как наиболее универсального показателя актуальной рыночной стоимости продукции, учитывающего большинство аспектов ее формирования. Такая формализация индикатора позволяет эффективно выделить влияние фактора ПАД на формирование ВРП и со статистически значимой точностью рассматривать его в качестве главного компонента в соответствующей регрессионной зависимости[32].

Фактор (X) – плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (ПАД), км/10 км^2.

$$ПАД = (ПАД_РС)/100$$

[31] Ускова Т. В. Транспортная инфраструктура как фактор развития территорий и связанности экономического пространства // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25. № 3. С. 7–22. https://doi.org/10.15838/ptd.2021.3.113.1

[32] Журавлев Д. М. Теоретические и методологические основы стратегирования социально-экономического развития региона: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. М., 2020. 308 с.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

где ПАД_РС – плотность автомобильных дорог, по данным Федеральной службы государственной статистики (в км на 1000 тыс. км²); 100 – переводной коэффициент (1000 в 10 км²), который применяется для количественной сопоставимости значений фактора и индикатора.

Индикатор (Y) – нормированный индекс валового регионального продукта (НВРП_ФН), от. ед.

$$НВРП_ФН = \frac{ВРП \times 1000}{ФН \times СГЧЗ \times 12}$$

где ВРП – валовый региональный продукт, млн рублей; 1000 – числовая нормировка, млн рублей > тыс. рублей; СГЧЗ – среднегодовая численность занятых в регионе, тыс. человек; 12 – количество месяцев в году; ФН – стоимость фиксированного набора товаров и услуг в текущих (среднегодовых) ценах, рубли/человек/месяц. Это нормирующий показатель, который используется для сопоставимости «реальной» покупательной способности рубля в разные годы и в разных регионах.

В качестве математического метода исследования используется парная линейная аппроксимация зависимости индикаторов от управляемых факторов с аддитивным учетом случайной компоненты[33].

Доказательство правильности формализации пары «фактор – индикатор» было проведено экспериментальным методом, включив в расчеты показатели субъектов Российской Федерации, которые входят в состав Северо-Западного и Приволжского федеральных округов, при помощи разработанного прикладного программного обеспечения. В качестве информационной базы были взяты данные Федеральной службы государственной статистики за период 2007–2021 гг.

Результаты методических исследований формализации пары «фактор – индикатор» для каждого из процессов региональной экономической системы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента (исследование возможностей модели)

Table 1. Capabilities of the model: experiment results

Наименование региона	Категория «Автодорожная инфраструктура»					
	Итог	r_{xy}	R^2	F-критерий	A	df
1	2	3	4	5	6	7
Южный федеральный округ						
Республика Адыгея	✓	0,93	0,86	53,99	3,82	9
Республика Калмыкия	✓	0,90	0,81	37,18	5,56	9
Краснодарский край	✓	0,70	0,49	8,69	6,68	9
Астраханская область	✓	0,90	0,82	39,77	5,90	9
Волгоградская область	✓	0,78	0,61	12,42	2,65	8
Ростовская область	✓	0,75	0,57	11,90	3,49	9
Сибирский федеральный округ						
Республика Алтай	✓	0,76	0,58	9,65	4,30	7
Республика Тыва	✓	0,78	0,61	7,94	3,56	5
Республика Хакасия	✓	0,90	0,81	39,06	4,27	9
Алтайский край		0,75	0,57	10,46	2,28	8
Красноярский край	✓	0,77	0,60	11,92	4,60	8
Иркутская область	✓	0,97	0,94	117,19	2,36	8
Кемеровская область	✓	0,72	0,52	8,72	6,55	8
Новосибирская область	✓	0,94	0,88	59,02	2,56	8
Омская область	✓	0,78	0,60	7,64	2,46	5
Томская область	✓	0,73	0,53	6,76	3,16	6

[33] Baum C. F. An introduction to modern econometrics using Stata. Stata Press, 2006. 341 p.

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

Таблица 2. Данные регрессионного и дисперсионного анализа категории «Автодорожная инфраструктура» для Астраханской области

Table 2. Road infrastructure in the Astrakhan Region: regression and dispersion

Регрессионный анализ		Дисперсионный анализ	
Число наблюдений, *n*	15	Дисперсия, *X*	0,009
Число степеней свободы, *df*	9	Среднеквадратичное отклонение, *X*	0,093
Коэффициент детерминации, R^2	0,82	Дисперсия, *Y*	0,460
Коэффициент корреляции, r_{xy}	0,90	Среднеквадратичное отклонение, *Y*	0,678
Критерий Фишера ($F_{табл}$ = 5,12)	39,77	Случайная ошибка, *a*	0,820
Коэффициент, *a*	–0,95	Предельная ошибка, *a*	1,856
Коэффициент, *b*	6,59	Случайная ошибка, *b*	1,044
t-фактор *a* (2,2622)	1,15	Предельная ошибка, *b*	2,362
t-фактор *b* (2,2622)	6,31	Случайная ошибка, r_{xy}	0,143
Коэффициент эластичности, *E*	1,23	Случайная ошибка, *Y*	0,322

Числовые значения коэффициента корреляции r_{xy} показывают значимость связи между фактором *X* и индикатором *Y*. Например, на пересечении столбца 3 и строки «Республика Адыгея» значение r_{xy} = 0,93. Это означает доказанную взаимосвязь фактора *X* (плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием – ПАД) с индикатором *Y* (нормированный индекс валового регионального продукта – НВРП_ФН). Аналогичным образом интерпретируются значения коэффициента детерминации, *F*-критерия, средней ошибки аппроксимации и числа степеней свободы.

В столбце 2 итоговое решение правильности формализации пар «индикатор – фактор» отмечено знаком «✓» как положительное решение. Итоговое решение и значение «✓» устанавливаются в случае доказуемости статистической значимости пары «фактор – индикатор».

Проиллюстрируем количественную оценку категории «автодорожная инфраструктура» социально-экономической системы Астраханской области. В таблице 2 представлены данные регрессионного и дисперсионного анализа, модельные характеристики представлены на рисунках 6 и 7.

Анализ и количественная оценка категории «автодорожная инфраструктура» для Астраханской области свидетельствуют о соответствии динамики индикатора НВРП_ФН целевому назначению (рост), сопровождающейся положительной динамикой фактора ПАД, что объясняется прямым влиянием фактора на индикатор. Такой эффект характеризует высокий уровень мобильности трудовых и коммерческих ресурсов региона и находит отражение в накоплении и расширенном воспроизводстве общественного блага. Для целей сохранения динамики индикатора рекомендуется увеличение значения фактора.

Таким образом, использование метода парной линейной регрессии позволило доказать правильность используемого для создания цифрового двойника категории «автодорожная инфраструктура» и формализованного набора «экономический процесс – фактор – индикатор». Сформированная эконометрическая модель дает возможность выработки рекомендаций по методам и способам формирования управляющих воздействий на региональную экономическую систему. Применяя на практике разработанные методологические подходы для конкретного региона, возможно обоснованно

https://doi.org/10.21603/2782-2435-2023-3-1-1-20

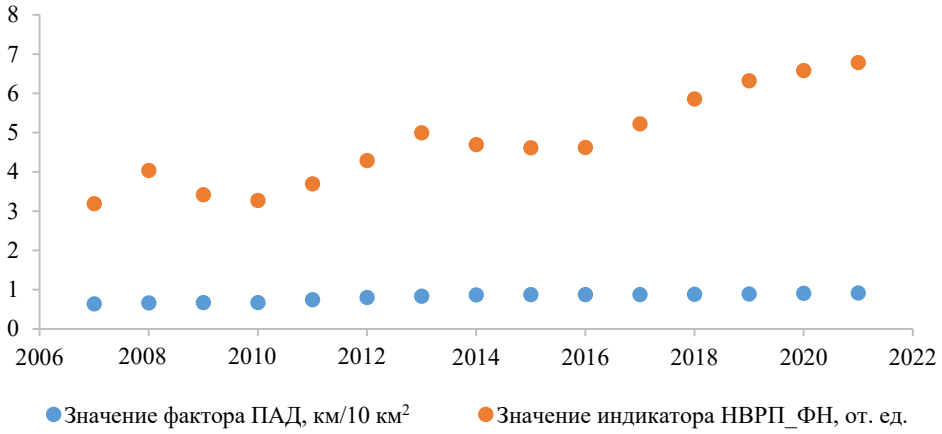

Рис. 6. Численные значения фактора *X* и индикатора *Y* в динамике для Астраханской области

Fig. 6. Factor *X* and indicator *Y* in dynamics for the Astrakhan region

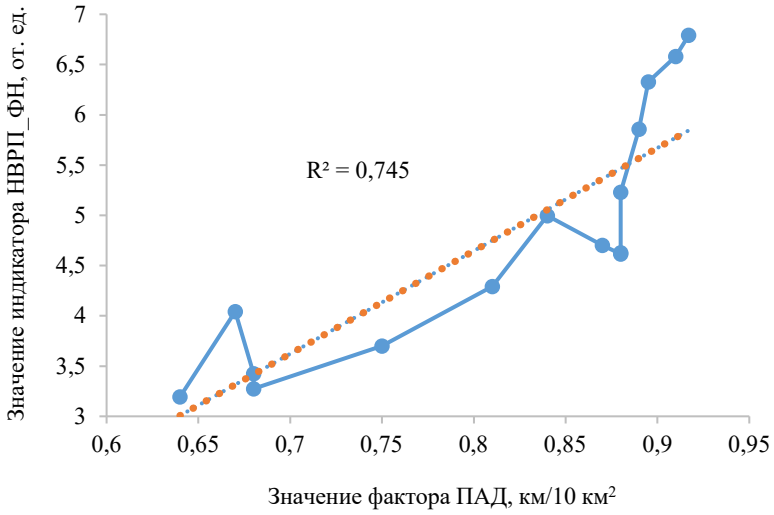

Рис. 7. Эконометрическая модель категории «автодорожная инфраструктура» для Астраханской области

Fig. 7. Road infrastructure in the Astrakhan Region: econometric model

решать задачи стратегирования развития, т. е. формировать систему приоритетных стратегических ориентиров, достижение которых осуществляется при помощи запланированного комплекса мероприятий.

ВЫВОДЫ

Для России, как государства с самой большой территорией в мире, приходящейся на арктический, субарктический и умеренный субтропический климатические пояса, т. е. с очень различными природно-климатическими и экономическими условиями производства, ключевое значение имеет динамичное развитие регионов. Процессы поддержки принятия управленческих решений по формированию стратегий опережающего развития должны рассматриваться как совокупность действий, требующих для их эффективной реализации применения научно обоснованных подходов и современных цифровых технологий. Необходим дифференцированный подход к региональному развитию, когда не всеобщая экономическая мода или политика диктуют способ производства, а реальные возможности каждой отдельно взятой территории и всего государства в целом.

В статье представлен решенный комплекс задач стратегирования регионального развития, начиная от формирования теоретико-методологических положений и разработки цифрового двойника региональной экономической системы до создания инструментария, обеспечивающего информационную поддержку процессов анализа, оценки и прогнозирования. Процедуры регионального стратегирования рассматриваются в проекции модели социально-экономической системы региона, определенной как структура, включающая в себя ряд автономных подсистем, каждая из которых характеризуется определенными измеряемыми показателями.

Необходимо отметить, что в общем смысле не существует оптимального решения проблем развития социально-экономической системы, но авторы полагают, что использование предлагаемой ими методологии приемлемо для выбора приоритетных направлений и векторов развития национальной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

Аганбегян А. Г. Анализ и прогнозирование социально-экономического развития регионов (методические заметки) // Среднерусский вестник общественных наук. 2019. Т. 14. № 4. С. 15–28. https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28

Батоврин В. К. Толковый словарь по системной и программной инженерии. М.: ДМК Пресс, 2012. 280 с.

Головко Э. Р. Инструменты анализа сложных экономических систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. Т. 97. № 7–3. С. 146–149. https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.097

Жданов С. А., Петров А. М., Коноваленко Н. П. Особенности управления сложными социально-экономическими системами: зарубежный опыт // Дискуссия. 2013. Т. 40. № 10. С. 72–76.

Жуковская Л. В. Регулирование сложных социально-экономических систем на разных уровнях иерархии в условиях неопределенности // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2018. Т. 68. № 4. С. 17–25. https://doi.org/10.14357/20790279180402

Журавлев Д. М. Методы анализа и имитации управленческих решений // Сурский вестник. 2019. Т. 7. № 3. С. 73–77.

Журавлев Д. М. Теоретические и методологические основы стратегирования социально-экономимического развития региона: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. М., 2020. 308 с.

Журавлев Д. М. Управление экономическим развитием субъекта Российской Федерации. М.: Первое экономическое издательство, 2020. 183 с.

Журавлев Д. М., Троценко А. Н., Чаадаев В. К. Методология и инструментарий стратегирования социально-экономического развития региона // Экономика промышленности. 2022. Т. 15. № 2. С. 131–142. https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-131-142

Исторические формы развития математического моделирования как системы прогнозирования экономической активности / О. Т. Астанакулов [и др.] // Вопросы истории. 2021. № 6–2. С. 87–94.

Квинт В. Л. Разработка стратегии: мониторинг и прогнозирование внутренней и внешней среды // Управленческое консультирование. 2015. Т. 79. № 7. С. 6–11.

Квинт В. Л. Теория и практика стратегирования. Ташкент: Тасвир, 2018. 160 с.

Квинт В. Л., Хворостяная А. С., Сасаев Н. И. Авангардные технологии в процессе стратегирования // Экономика и управление. 2020. Т. 26. № 11. С. 1170–1179. https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-11-1170-1179

Марков К. К. О некоторых проблемах моделирования сложных социально-экономических систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2006. Т. 11. № 7. С. 82–95.

Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций / В. Макаров [и др.] // Форсайт. 2016. Т. 10. № 3. С. 76–90. https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90

Нестеренко И. Н., Шипилова Т. В. Инвестирование инноваций в социально-экономической системе // Гуманитарные и социальные науки. 2010. № 2. С. 93–98.

Оборин М. С. Роль регионов с «умной специализацией» в социально-экономическом развитии России // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. Т. 60. № 4. С. 23–30.

Принципы моделирования информационных потоков в открытых социально-экономических системах / А. Г. Давтян [и др.] // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 3. С. 55–58. https://doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_3_55

Румянцева Е. Е. Новая экономическая энциклопедия. М.: Инфра-М, 2016. 882 с.

Сабинина А. Л., Измалкова С. А., Сычева И. В. Цифровая трансформация региональной экономики как стратегический потенциал ее развития // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 6. С. 999–1013. https://doi.org/10.24891/ea.18.6.999

Смородинская Н. В., Катуков Д. Д. Когда и почему региональные кластеры становятся базовым звеном современной экономики // Балтийский регион. 2019. Т. 11. № 3. С. 61–91. https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-3-4

Ускова Т. В. Транспортная инфраструктура как фактор развития территорий и связанности экономического пространства // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25. № 3. С. 7–22. https://doi.org/10.15838/ptd.2021.3.113.1

Чаадаев В. К. «Умное ЖКХ» как сокращение издержек в управлении многоквартирными домами // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития: Материалы II Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2018. С. 211–215.

Чаадаев В. К. Подготовка задачи имитационного моделирования бизнес-процесса // Вестник университета. 2007. Т. 19. № 1. С. 330–338.

Baum C. F. An introduction to modern econometrics using Stata. Stata Press, 2006. 341 p.

Gerrits L., Marks P. The evolution of Wright's (1932) adaptive field to contemporary interpretations and uses of fitness landscapes in the social sciences // Biology and Philosophy. 2014. Vol. 30. P. 459–479. https://doi.org/10.1007/s10539-014-9450-2

Klachek P. M., Polypan P. L., Liberman I. V. Development of a synergetic research environment for modeling complex productive and economic systems // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2019. Vol. 12. № 2. P. 112–120. https://doi.org/10.18721/JE.12211

Kvint V. L. Strategy for the global market: Theory and practical applications. New York: Routledge, 2015. 548 p. https://doi.org/10.4324/9781315709314

Nesterov R. A., Savelyev S. Yu. Generation of Petri nets using structural property-preserving transformations // Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS. 2021. Vol. 33. № 3. P. 155–170. https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2021-33(3)-12

Place leadership and regional economic development: a framework for cross-regional analysis / A. Beer [et al.] // Regional Studies. 2019. Vol. 53. № 2. P. 171–182. https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1447662

Samaniego R. M., Sun J. Y. Productivity growth and structural transformation // Review of Economic Dynamics. 2016. Vol. 21. P. 266–285. https://doi.org/10.1016/j.red.2015.06.003

Zhuravlev D. M., Glukhov V. V. Strategizing of economic systems digital transformation: A driver on innovative development // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2021. Vol. 14. № 2. P. 7–21. https://doi.org/10.18721/JE.14201

REFERENCES

Aganbegyan AG. Analysis and forecasting of socio-economic development of regions (methodical notes). Central Russian Journal of Social Sciences. 2019;14(4):15–28. (In Russ.) https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28

Batovrin VK. Tolkovyy slovar′ po sistemnoy i programmnoy inzhenerii [Explanatory dictionary of system and software engineering]. Moscow: DMK Press; 2012. 280 p. (In Russ.)

Golovko ER. Tools for the analysis of complex economic systems. International Research Journal. 2020;97(7–3):146–149. (In Russ.) https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.097

Jdanov SA, Petrov AM, Konovalenko NP. The peculiarities of complex socio-economic systems management: Foreign experience. Discussion. 2013;40(10):72–76. (In Russ.)

Zhukovskaya LV. Public administration of the difficult socio-economic systems on the different levels of hierarchy of in conditions of uncertainty. Proceedings of the Institute for Systems Analysis Russian Academy of Sciences. 2018;68(4):17–25. (In Russ.) https://doi.org/10.14357/20790279180402

Zhuravlev DM. Methods of analysis and imitation of management decisions. Surskiy vestnik. 2019;7(3): 73–77. (In Russ.)

Zhuravlev DM. Teoreticheskie i metodologicheskie osnovy strategirovaniya sotsial′no-ehkonomicheskogo razvitiya regiona [Theoretical and methodological foundations of strategizing the regional socio-economic development]: Dr. sci. econ. diss. Moscow: Lomonosov Moscow State University; 2020. 308 p. (In Russ.)

Zhuravlev DM. Managing the economic development of the subject of the Russian Federation. Moscow: PRIMEC Publishers; 2020. 183 p. (In Russ.)

Zhuravlev DM, Trotsenko AN, Chaadaev VK. Methodology and instruments of strategizing of socio-economic development of the region. Russian Journal of Industrial Economics. 2022;15(2):131–142. (In Russ.) https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-131-142

Astanakulov OT, Gachaev AM, Shinkaruk VM, Abalakina TV. Historical forms of development of mathematical modeling as a system for forecasting economic activity. Voprosy Istorii. 2021; (6–2):87–94. (In Russ.)

Kvint VL. Development of strategy: Scanning and forecasting of external and internal environments. Administrative Consulting. 2015;79(7):6–11. (In Russ.)

Kvint VL. Teoriya i praktika strategirovaniya [Theory and practice of strategizing]. Tashkent: Tasvir; 2018. 160 p. (In Russ.)

Kvint VL, Khvorostyanaya AS, Sasaev NI. Advanced technologies in strategizing. Economics and Management. 2020;26(11):1170–1179. (In Russ.) https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-11-1170-1179

Markov KK. O nekotorykh problemakh modelirovaniya slozhnykh sotsial′no-ehkonomicheskikh sistem [Modeling complex socio-economic systems]. Modern Technologies. System Analysis. Modeling. 2006;11(7):82–95. (In Russ.)

Makarov V, Ayvazyan S, Afanasyev M, Bakhtizin A, Nanavyan A. Modeling the development of regional economy and an innovation space efficiency. Foresight and STI Governance. 2016;10(3):76–90. (In Russ.) https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90

Nesterenko IN, Shipilova TV. Investirovanie innovatsiy v sotsial′no-ehkonomicheskoy sisteme [Investing in socio-economic innovations]. The Humanities and Social Sciences. 2010;(2):93–98. (In Russ.)

Oborin MS. The role of regions with "smart specialization" in the socio-economic development of Russia. Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Social Sciences. 2020;60(4):23–30. (In Russ.)

Davtian AG, Shabalina OA, Sadovnikova NP, Berestneva OG. Principles for modeling information flows in open socio-economic systems. Mathematical Methods in Technologies and Technics. 2021;(3):55–58. (In Russ.) https://doi.org/10.52348/2712-8873_MMTT_2021_3_55

Rumyantseva EE. Novaya ehkonomicheskaya ehntsiklopediya [The new economic encyclopedia]. Moscow: Infra-M; 2016. 882 p. (In Russ.)

Sabinina AL, Izmalkova SA, Sycheva IV. Digital transformation of regional economy as a strategic potential of its development. Economic Analysis: Theory and Practice. 2019;18(6):999–1013. (In Russ.) https://doi.org/10.24891/ea.18.6.999

Smorodinskaya NV, Katukov DD. When and why regional clusters become basic building blocks of modern economy. Baltiiskii Region. 2019;11(3):61–91. (In Russ.) https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-3-4

Uskova TV. Transport infrastructure as a factor of territories' development and connectedness of economic space. Problems of Territory's Development. 2021;25(3):7–22. (In Russ.) https://doi.org/10.15838/ptd.2021.3.113.1

Chaadaev VK. "Umnoe ZhKKh" kak sokrashchenie izderzhek v upravlenii mnogokvartirnymi domami [Smart communal services as a cost reduction in the management of apartment buildings]. Ehkonomika i upravlenie narodnym khozyaystvom: genezis, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Economics and management of the national economy: genesis, current state, and prospects: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference]; 2018; Voronezh. Voronezh: Voronezh Institute of Economical and Legal; 2018. p. 211–215. (In Russ.)

Chaadaev VK. Podgotovka zadachi imitatsionnogo modelirovaniya biznes-protsessa [Preparing a business process simulation task]. Vestnik Universiteta. 2007;19(1):330–338. (In Russ.)

Baum CF. An introduction to modern econometrics using Stata. Stata Press; 2006. 341 p.

Gerrits L, Marks P. The evolution of Wright's (1932) adaptive field to contemporary interpretations anduses of fitness landscapes in the social sciences. Biology and Philosophy. 2014;30:459–479. https://doi.org/10.1007/s10539-014-9450-2

Klachek PM, Polypan PL, Liberman IV. Development of a synergetic research environment for modeling complex productive and economic systems. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2019;12(2):112–120. https://doi.org/10.18721/JE.12211

Kvint VL. Strategy for the global market: Theory and practical applications. New York: Routledge; 2015. 548 p. https://doi.org/10.4324/9781315709314

Nesterov RA, Savelyev SYu. Generation of Petri nets using structural property-preserving transformations. Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS. 2021;33(3):155–170. https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2021-33(3)-12

Beer A, Ayres S, Clower T, Faller F, Sancino A, Sotarauta M. Place leadership and regional economic development: a framework for cross-regional analysis. Regional Studies. 2019;53(2):171–182. https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1447662

Samaniego RM, Sun JY. Productivity growth and structural transformation. Review of Economic Dynamics. 2016;21:266–285. https://doi.org/10.1016/j.red.2015.06.003

Zhuravlev DM, Glukhov VV. Strategizing of economic systems digital transformation: A driver on innovative development. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2021;14(2):7–21. https://doi.org/10.18721/JE.14201

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и/или публикации данной статьи.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ: Журавлев Денис Максимович, д-р экон. наук, директор Научно-исследовательского института Социальных Систем, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; jdenis@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-5447-3119

Чаадаев Виталий Константинович, д-р экон. наук, доцент, член Ученого совета Научно-исследовательского института Социальных Систем, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; vkchaadaev@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-7484-5848

CONFLICTS OF INTEREST: The authors declared no potential conflicts of interests regarding the research, authorship, and/or publication of this article.

ABOUT AUTHORS: Denis M. Zhuravlev, Dr.Sc.(Econ.), Director of the Social Systems Research Institute, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; jdenis@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-5447-3119

Vitaly K. Chaadaev, Dr.Sc.(Econ.), Associate Professor, Member of the Academic Council of the Social Systems Research Institute, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; vkchaadaev@niiss.ru; https://orcid.org/0000-0001-7484-5848