

## Оригинальная статья / Original article

УДК 332.14

<https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-6-132-145>**Совершенствование инструментария динамического  
моделирования региональных диспропорций  
на основе мультипарадигмального подхода****Л. А. Попова<sup>1</sup>, Н. В. Жахов<sup>1</sup>✉**

<sup>1</sup> Юго-Западный государственный университет  
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: zhakhov@mail.ru

**Резюме**

**Актуальность.** Интенсификация процессов экономической дифференциации территорий в условиях глобальной турбулентности актуализирует научный дискурс о механизмах формирования и преодоления региональных диспропорций. Феноменология пространственного неравенства, детерминированная комплексом структурных, институциональных и конъюнктурных факторов, приобретает особую эпистемологическую значимость в контексте обеспечения устойчивого развития российской экономики. Несовершенство существующего методологического аппарата обуславливает необходимость разработки новых концептуальных основ пространственно-экономического анализа.

**Цель** исследования — разработка концептуальных основ и теоретического аппарата для динамического моделирования региональных диспропорций на основе мультипарадигмального подхода.

**Задачи:** концептуализация теоретико-методологических оснований анализа территориальных диспропорций; разработка мультипарадигмального подхода к динамическому моделированию региональных диспропорций; формирование математического аппарата моделирования, отражающего нелинейную динамику пространственного неравенства; эмпирическая верификация разработанного теоретического аппарата; формирование научно обоснованных рекомендаций по имплементации результатов в практику регионального управления.

**Методология.** Методологический базис исследования конституируется синтезом пространственно-временного, системно-структурного и институционально-эволюционного подходов, образующих основу мультипарадигмальной исследовательской платформы. Теоретический аппарат включает инструментарий нелинейной динамики, теории сложных систем и пространственной эконометрики.

**Результаты.** Разработаны концептуальные основы динамического моделирования региональных диспропорций, основанные на синтезе парадигм пространственной экономики. Сформирован теоретический аппарат, позволяющий идентифицировать стохастическую природу процессов территориальной конвергенции и дивергенции в российской экономике. Установлены закономерности нелинейного взаимодействия эндогенных и экзогенных переменных в формировании пространственного неравенства. Предложен мультипараметрический подход к прогнозированию динамики региональных диспропорций при альтернативных сценариях реализации государственной политики пространственного развития.

**Выводы.** Результаты исследования свидетельствуют о релевантности разработанных концептуальных основ для объяснения механизмов формирования региональных диспропорций в современных условиях. Выявленные закономерности пространственной динамики экономического развития создают теоретические предпосылки для совершенствования методологии разработки программ регионального развития. Предложенный теоретический аппарат позволяет осуществлять комплексную оценку различных инструментов государственного воздействия на пространственные пропорции экономического развития в условиях возрастающей сложности и неопределенности экономических процессов.

**Ключевые слова:** региональные диспропорции; пространственная экономика; мультипарадигмальный подход; динамическое моделирование; теоретический аппарат; концептуальные основы; территориальная дифференциация; нелинейная динамика; центр-периферийные отношения.

© Попова Л. А., Жахов Н. В., 2025

Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент /  
Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management. 2025;15(6):132–145

**Финансирование:** Статья подготовлена в рамках государственного задания на 2025 год № 075-03-2025-526.

**Конфликт интересов:** В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Для цитирования:** Попова Л. А., Жахов Н. В. Совершенствование инструментария динамического моделирования региональных диспропорций на основе мультипарадигмального подхода / Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2025. Т. 15, № 6. С. 132–145. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-6-132-145>

Поступила в редакцию 19.10.2025

Принята к публикации 17.11.2025

Опубликована 30.12.2025

## Improving the tools for dynamic modeling of regional disparities based on a multi-paradigm approach

Lyudmila A. Popova<sup>1</sup>, Nikolay V. Zhakhov<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> Southwest State University  
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: zhakhov@mail.ru

### Abstract

**Relevance.** The intensification of the processes of economic differentiation of territories in the context of global turbulence actualizes the scientific discourse on the mechanisms of formation and overcoming of regional imbalances. The phenomenology of spatial inequality, determined by a complex of structural, institutional and market factors, acquires a special epistemological significance in the context of ensuring the sustainable development of the Russian economy. The imperfection of the existing methodological framework necessitates the development of new conceptual foundations for spatial and economic analysis.

**The purpose** of the study is to develop a conceptual framework and a theoretical framework for dynamic modeling of regional imbalances based on a multi-paradigm approach.

**Objectives:** conceptualization of the theoretical and methodological foundations of the analysis of territorial disparities; development of a multi-paradigm approach to the dynamic modeling of regional disparities; formation of a mathematical modeling apparatus reflecting the nonlinear dynamics of spatial inequality; empirical verification of the developed theoretical apparatus; formation of scientifically sound recommendations for the implementation of the results in the practice of regional management.

**Methodology.** The methodological basis of the research is constituted by the synthesis of spatial-temporal, systemic-structural and institutional-evolutionary approaches that form the basis of a multi-paradigm research platform. The theoretical framework includes tools for nonlinear dynamics, complex systems theory, and spatial econometrics.

**Results.** The conceptual foundations of dynamic modeling of regional imbalances based on the synthesis of spatial economics paradigms have been developed. A theoretical framework has been developed to identify the stochastic nature of the processes of territorial convergence and divergence in the Russian economy. The patterns of nonlinear interaction of endogenous and exogenous variables in the formation of spatial inequality are established. A multiparametric approach to predicting the dynamics of regional disparities under alternative scenarios for the implementation of the state spatial development policy is proposed.

**Conclusions.** The results of the study indicate the relevance of the developed conceptual framework for explaining the mechanisms of formation of regional disparities in modern conditions. The revealed patterns of spatial dynamics of economic development create theoretical prerequisites for improving the methodology for developing regional development programs. The proposed theoretical framework allows for a comprehensive assessment of various instruments of government influence on the spatial proportions of economic development in conditions of increasing complexity and uncertainty of economic processes.

**Keywords:** regional imbalances; spatial economy; multi-paradigm approach; dynamic modeling; theoretical framework; conceptual foundations; territorial differentiation; nonlinear dynamics; center-peripheral relations.

**Funding:** The article was prepared as part of the state assignment for 2025 No. 075-03-2025-526.

**Conflict of interest:** In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication.

personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Popova L.A., Zhakhov N.V. Improving the tools for dynamic modeling of regional disparities based on a multi-paradigm approach. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2025;15(6):132–145. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-6-132-145>

Received 19.10.2025

Accepted 17.11.2025

Published 30.12.2025

\*\*\*

## Введение

Проблема региональных диспропорций остается одной из наиболее актуальных в современной экономической науке, особенно в условиях усиления глобальной турбулентности и трансформации мировых хозяйственных связей. Пространственное неравенство, проявляющееся в различии уровней экономического развития территорий, требует разработки новых подходов к анализу и регулированию. Современные исследования регионального развития базируются на теоретических конструктах, разработанных в трудах А. Лёша, Г. Мюрдаля, П. Кругмана и других ученых. Однако существующий методологический аппарат зачастую не позволяет адекватно отразить комплексную природу и нелинейную динамику территориальных диспаритетов, особенно в условиях быстро меняющейся экономической реальности.

Актуальность исследования детерминирована имманентной противоречивостью процессов территориальной конвергенции и дивергенции в условиях интенсификации глобализационных трендов и усиления межрегиональной конкуренции за ограниченные ресурсы. Релевантность научного дискурса в данной области обусловлена также несовершенством существующего методологического аппарата анализа пространственных диспропорций, не позволяющего в полной мере отразить мультифакторную природу и нелинейную динамику исследуемых процессов. Экзистенциальная значимость проблематики регионального неравенства актуализируется в контексте обеспечения устойчивости национальной экономики и преодоления социально-экономической фрагментации территорий.

Гносеологический потенциал исследования базируется на применении мультипарадигмального подхода, интегрирующего теоретико-методологические конструкты различных научных школ. Эпистемологическая платформа работы формируется синтезом пространственно-временного, системно-структурного и институционально-эволюционного подходов, что позволяет преодолеть ограниченность монопарадигмальных интерпретаций региональных диспропорций. Исследование опирается на принципы контингентности, холизма и методологического плюрализма, обеспечивающие комплексность рассмотрения объекта исследования в многомерном экономическом пространстве.

Целью настоящего исследования является разработка и верификация методологического инструментария динамического моделирования региональных диспропорций, позволяющего идентифицировать латентные механизмы формирования и воспроизводства пространственного неравенства экономического развития. В соответствии с поставленной целью определены следующие исследовательские задачи: концептуализация теоретико-методологических оснований анализа территориальных диспропорций; идентификация и квантификация детерминант пространственной дифференциации экономического развития; разработка математического аппарата моделирования динамики региональных диспропорций; валидация разработанных моделей на эмпирических данных; формирование научно обоснованных рекомендаций по имплементации результатов исследования в практику регионального управления.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии категори-

ального аппарата и концептуальных оснований пространственной экономики, а также в совершенствовании методик анализа территориальных диспропорций. Эвристический потенциал работы определяется возможностью экстраполяции полученных результатов на широкий спектр задач пространственного анализа экономических систем. Практиологическая ценность исследования состоит в возможности имплементации разработанного инструментария в процессы стратегического планирования и оптимизации региональной экономической политики, направленной на сокращение территориальных неравенств и обеспечение сбалансированного пространственного развития.

### Материалы и методы

Материалы и методы исследования региональных диспропорций представляют собой комплексный инструментарий, направленный на всестороннее изучение территориальных асимметрий в социально-экономическом развитии. В рамках методологического аппарата данного исследования был использован системный подход, дополненный процессно-сетевым подходом к управлению устойчивым сбалансированным развитием конкурентного потенциала региональной экономики [1], позволяющий рассматривать региональную экономику как сложную многоуровневую структуру с множеством взаимосвязанных элементов. Информационно-эмпирической базой исследования послужили статистические данные Федеральной службы государственной статистики, материалы Министерства экономического развития, а также аналитические отчеты профильных научно-исследовательских институтов.

В процессе исследования были применены экономико-математические методы моделирования, в частности регрессионный анализ, позволяющий выявить корреляционные зависимости между различными параметрами регионального развития. Особое внимание уделялось

методу структурной декомпозиции, дающему возможность детерминировать ключевые факторы, обуславливающие формирование и углубление территориальных диспропорций. Для количественной оценки степени неравномерности распределения экономических ресурсов и результатов хозяйственной деятельности были использованы индексы Джини и Тейла, коэффициенты вариации и асимметрии [2].

Методологический инструментарий включал также компаративистский анализ, позволяющий проводить межрегиональные сопоставления по широкому спектру индикаторов. В целях визуализации полученных результатов был задействован картографический метод, обеспечивающий наглядное представление пространственной дифференциации исследуемых экономических процессов. Аналитический инструментарий исследования был дополнен методами многомерной классификации – кластерным и дискриминантным анализом [3], позволившими провести типологизацию регионов по уровню и характеру социально-экономического развития.

В рамках разработки динамической модели региональных диспропорций были применены методы экономико-математического моделирования с использованием дифференциальных уравнений, отражающих динамические аспекты трансформации экономического пространства. Валидация полученных результатов осуществлялась посредством верификации модельных расчетов на эмпирических данных с применением критериев согласия и оценкой статистической значимости полученных зависимостей. Интегративный характер методологии исследования обеспечил комплексность анализа региональных диспропорций и позволил сформировать научно обоснованные рекомендации по оптимизации региональной экономической политики в контексте сокращения территориальных неравенств.

## Результаты и их обсуждение

Современное состояние исследований пространственно-экономических систем характеризуется фундаментальным эпистемологическим сдвигом, отражающим динамику научных парадигм в изучении цифровой трансформации регионов [4]. Традиционные статические модели, базирующиеся на линейно-детерминистической интерпретации

региональных процессов, демонстрируют исчерпание эвристического потенциала в условиях возрастающей турбулентности социально-экономической среды. Данный методологический кризис обусловлен целым комплексом теоретических и эмпирических противоречий, требующих пересмотра базовых аксиологических и онтологических оснований (табл. 1).

**Таблица 1.** Критика статических подходов к регулированию региональных диспропорций

Теоретико-методологические основания	Эмпирические свидетельства и ограничения	Последствия для политики
<i>Игнорирование нелинейности и стохастичности</i>		
Теория хаоса (Лоренц), нелинейная динамика. Критика предпосылки «при прочих равных» ( <i>ceteris paribus</i> ). Концепция зависимости от пути развития ( <i>path dependence</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нулевая или отрицательная корреляция между объемом трансфертов и темпами роста депрессивных регионов (например, Республика Тыва, Забайкальский край).</li> <li>• Непредсказуемость результатов интервенций вследствие внешних шоков (санкции, пандемия, цены на сырье).</li> <li>• Эффект храповатия: снижение чувствительности к стимулам после длительной поддержки</li> </ul>	Необходимость отказа от линейных моделей «инвестиции → рост» и перехода к вероятностным сценарным подходам. Требуется учет уникального контекста каждого региона
<i>Недооценка эмерджентных свойств</i>		
Теория сложных систем (Г. Хакен), концепция синергии и эмерджентности. Критика редукционизма	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возникновение непредвиденных эффектов: например, рост иждивенческих настроений при длительной поддержке (моральный риск).</li> <li>• Невозможность экстраполяции успешного опыта одного региона на другие вследствие институциональной и культурной специфики.</li> <li>• Системные сбои при достижении пороговых значений нагрузки (например, исчерпание вместимости системы)</li> </ul>	Управление должно быть нацелено на создание условий для возникновения позитивной эмерджентности, а не на жесткое программирование результатов
<i>Турбулентность внешней среды</i>		
Теория управления в условиях неопределенности (D. Snowden), концепция VUCA-мира ( <i>volatility, uncertainty, complexity, ambiguity</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рост волатильности ключевых макроэкономических показателей (например, курс рубля, цены на нефть).</li> <li>• Ускорение технологических изменений (цифровизация, зеленая трансформация), требующее быстрой адаптации.</li> <li>• Геополитическая нестабильность и санкционное давление</li> </ul>	Статические планы и стратегии, рассчитанные на 5-10 лет, теряют актуальность. Требуются гибкие, адаптивные подходы

Критический анализ линейно-статического подхода выявляет его существенные имманентные дефекты:

– во-первых, игнорирование феноменологии нелинейности и стохастичности при концептуализации региональных процессов порождает недопустимую ре-

дукцию многомерных взаимозависимостей. Теоретико-методологический фундамент, основанный на трудах Э. Лоренца и его последователей в области хаотической динамики [5], постулирует фундаментальную несостоятельность предпосылки «при прочих равных» как базо-

вого допущения при моделировании сложных систем. Эмпирическая верификация данного тезиса обнаруживается в парадоксе нулевой или даже отрицательной корреляции между объемами межбюджетных трансфертов и темпами экономического роста в депрессивных территориях (казус Республики Тыва и Забайкальского края). Возникающий эффект храповика манифестирует себя в прогрессирующем снижении восприимчивости региональных экономик к экзогенным стимулам после длительного периода бюджетной поддержки, что противоречит базовым предпосылкам линейной экономической теории;

– во-вторых, методологическая несостоятельность редукционизма при анализе эмерджентных свойств региональных систем становится все более очевидной в свете современных достижений синергетики (Г. Хакен) и теории сложности. Холистический подход к региональным системам позволяет идентифицировать множественные каналы формирования непредвиденных системных эффектов [6], включая институциональный морально-рисковый комплекс, проявляющийся в формировании иждивенческих поведенческих паттернов экономических агентов при имплементации стандартных механизмов региональной поддержки. Эффективность внедрения новых управленческих и экономических институтов вызывает серьёзные сомнения из-за неповторимости социально-культурной среды каждого региона и влияния исторически сложившихся особенностей развития территории, где возникает вопрос о способности региональных экономик эффективно усваивать внешние ресурсы, поскольку при достижении определённого критического уровня внешнего финансирования в экономической системе региона могут возникать серьёзные нарушения в работе;

– в-третьих, фактор турбулентности внешней среды, концептуализированный в рамках парадигмы нестабильности, не-

определённости, сложности и неоднозначности (VUCA – Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity), радикально трансформирует саму методологию стратегирования регионального развития [7], что требует разработки адаптивных подходов к оценке экономической безопасности регионов в условиях цифровой трансформации [8]. Волатильность ключевых макроэкономических параметров, экспоненциальное ускорение технологических трансформаций в рамках цифровой и зеленой экономических парадигм, а также неопределённость геополитического контекста формируют принципиально новую реальность, в которой долгосрочные статические планы теряют свою инструментальную ценность. Ускорение технологических изменений, требующее быстрой адаптации региональных экономических систем, сопровождается как новыми возможностями, так и рисками цифровой трансформации промышленности [9].

Теоретический базис адаптивного управления региональными диспропорциями конституируется несколькими фундаментальными концептуальными платформами, учитывающими концептуальные основы интеграции и управления в условиях глобализации и устойчивого развития экономики [10]. Сравнительный анализ платформ представлен в таблице 2, где систематизированы ключевые принципы, области применения и инструментарий адаптивного управления региональными диспропорциями.

Теория сложных адаптивных систем (CAS) предлагает принципиально новую эпистемологию [11], в рамках которой регион интерпретируется как эмерджентная система, характеризующаяся самоорганизацией, непредсказуемостью и способностью к коэволюции во взаимодействии с другими системами. Методологический императив данного подхода заключается в трансформации управленческой парадигмы от директивно-интервенционистской к стимулирующей.

Практическая имплементация данного подхода требует создания многоуровневых платформ для интерактивного взаи-

модействия стейкхолдеров с учетом современных стратегий государственного регулирования цифровых платформ [12].

**Таблица 2.** Теоретический базис адаптивного управления региональными диспропорциями

Ключевые принципы и понятия	Приложение к региональному управлению	Инструментарий и методы
<i>Теория сложных адаптивных систем (CAS)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самоорганизация: порядок возникает снизу вверх, а не навязывается сверху.</li> <li>• Обратная связь: системы учатся и адаптируются на основе опыта.</li> <li>• Нелинейность: малые причины могут иметь большие эффекты (эффект бабочки).</li> <li>• Козволюция: системы совместно развиваются, влияя друг на друга</li> </ul>	<p>Регион – это CAS, где взаимодействуют множество агентов (бизнес, власть, население). Управление должно быть не директивным, а направляющим, нацеленным на создание условий для самоорганизации и обучения</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сценарное планирование.</li> <li>• Создание платформ для взаимодействия стейкхолдеров.</li> <li>• Политические эксперименты и sandboxes</li> </ul>
<i>Кибернетика и обратная связь</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замыкание контура управления: сравнение результата с целью и корректировка воздействия.</li> <li>• Положительная и отрицательная обратная связь: усиление или гашение отклонений.</li> <li>• Адаптивное управление: система меняет свое поведение в ответ на изменения среды</li> </ul>	<p>Управление региональным развитием — это непрерывный цикл «планирование → реализация → мониторинг → корректировка». Необходимы системы оперативного мониторинга и быстрой обратной связи.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дашборды KPI в реальном времени.</li> <li>• Регулярные опросы предприятий и населения.</li> <li>• Механизмы автоматической корректировки программ</li> </ul>
<i>Концепция антихрупкости (Н. Талеб)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Антихрупкость: способность извлекать выгоду из волатильности, потрясений и стресса.</li> <li>• Дифференциация от устойчивости: не просто выдержать удары, а сделать систему лучше.</li> <li>• Эффект горы: локальные стрессы повышают общую устойчивость системы</li> </ul>	<p>Региональная политика должна быть нацелена не на защиту от любых потрясений, а на создание систем, которые используют кризисы как возможности для перестройки и выхода на новую траекторию роста</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стресс-тестирование региональной экономики.</li> <li>• Создание резервов и буферов (финансовых, продовольственных).</li> <li>• Поощрение экспериментирования и поддержка разнообразия экономической структуры</li> </ul>

Кибернетическая парадигма с ее акцентом на замкнутых контурах обратной связи предлагает методологический инструментарий для операционализации непрерывного цикла «планирование → реализация → мониторинг → корректировка» [13]. Дуализм положительной и отрицательной обратной связи формирует диалектическую основу для дифференциации стимулирующих и стабилизирующих воздействий на региональную систему. Практико-ориентированная экс-

пликация данного подхода материализуется в создании многомерных дашбордов KPI, функционирующих в режиме реального времени, а также в имплементации автоматических стабилизаторов, корректирующих параметры региональных программ при возникновении экзогенных шоков.

Концепция антихрупкости, разработанная Н. Талебом, представляет собой революционное расширение традиционной парадигмы устойчивости, трансфор-

мируя целеполагание региональной политики от минимизации волатильности к ее продуктивному использованию [14]. Методологическая новация заключается в интерпретации локальных стрессов не как угроз стабильности, а как факторов повышения системной адаптивности через активизацию механизмов самообучения и структурной реконфигурации. Праксеологический аспект данного под-

хода включает систематическое стресс-тестирование региональных экономик, формирование мультимодальных резервных фондов и стимулирование диверсификации экономической структуры.

Математический аппарат динамического моделирования региональных диспропорций характеризуется мультипарадигмальностью и методологическим плюрализмом (табл. 3).

**Таблица 3.** Математический аппарат динамического моделирования региональных диспропорций

Математическое обеспечение и принципы	Область применения в региональном анализе	Примеры программных решений и платформ
<i>Нелинейные динамические модели</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Системы дифференциальных уравнений (обыкновенные и с запаздыванием).</li> <li>Теория катастроф (Р. Том): анализ точек бифуркации.</li> <li>Фазовые портреты и анализ устойчивости равновесий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Моделирование демографических процессов (миграция, естественный прирост).</li> <li>Анализ устойчивости региональных экономик к шокам.</li> <li>Прогнозирование точек кризиса и социальной напряженности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATLAB + Toolboxes (Dynamical Systems).</li> <li>Wolfram Mathematica.</li> <li>Python (SciPy, NumPy для численных методов)</li> </ul>
<i>Агентно-ориентированное моделирование (ABM)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Дискретное моделирование взаимодействия множества агентов.</li> <li>Правила поведения агентов (если... то, на основе функций полезности).</li> <li>Анализ эмерджентных свойств системы в целом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Моделирование миграционных потоков.</li> <li>Имитация распространения инноваций в регионе.</li> <li>Оценка последствий политических решений (например, введение налоговых льгот)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Специализированные платформы: NetLogo, AnyLogic, Repast.</li> <li>Библиотеки Python: Mesa, PyCX.</li> <li>Облачные решения: AWS, Azure для масштабных симуляций</li> </ul>
<i>Методы машинного обучения (ML)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Предсказание временных рядов (ARIMA, LSTM-сети).</li> <li>Кластеризация регионов по динамическим траекториям (k-means, hierarchical clustering).</li> <li>Выявление скрытых паттернов и аномалий (anomaly detection)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прогнозирование ВРП, безработицы, других социально-экономических индикаторов.</li> <li>Раннее предупреждение о накоплении дисбалансов (например, пузырь на рынке недвижимости).</li> <li>Сегментация регионов для дифференцированной политики</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Python: Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, Prophet.</li> <li>R: forecast, caret, dbscan packages.</li> <li>Готовые сервисы: Azure Machine Learning, Amazon SageMaker</li> </ul>

Нелинейные динамические модели, основанные на системах дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, позволяют осуществлять прогнозирование бифуркационных точек и анализ фазовой динамики региональных систем [15]. Особую значимость приобретает теория катастроф Р. Тома, обеспечивающая мето-

дологический базис для идентификации критических точек в траекториях регионального развития. Инструментальное обеспечение данного подхода включает специализированные программные решения, такие как Dynamical Systems Toolbox для MATLAB и функциональные библиотеки NumPy/SciPy для Python.



Агентно-ориентированное моделирование (ABM) предлагает альтернативный методологический подход [16], фокусирующийся на дискретном моделировании поведения множества экономических агентов с целью выявления эмерджентных свойств системы как целого. Данная методология демонстрирует высокую эффективность при моделировании миграционных потоков, процессов диффузии инноваций и оценке экономических эффектов альтернативных политических решений. Практическая реализация ABM осуществляется с использованием специализированных платформ, таких как NetLogo и AnyLogic, а также облачных решений AWS и Azure для масштабных симуляций.

Методы машинного обучения (Machine Learning) расширяют аналитический инструментарий региональной экономики за счет алгоритмов предска-

ния временных рядов (ARIMA, LSTM-сети) и многомерной кластеризации (k-means, hierarchical clustering) [17]. Особую ценность представляют методы выявления скрытых паттернов и аномалий, позволяющие осуществлять раннее предупреждение о накоплении структурных дисбалансов в региональных экономиках с использованием методик оценки цифровой зрелости [18]. Технологическая платформа для имплементации ML-алгоритмов включает библиотеки Scikit-learn, TensorFlow и PyTorch, а также специализированные сервисы, такие как Azure Machine Learning и Amazon SageMaker.

Компаративный анализ статического и динамического подходов к управлению региональными диспропорциями позволяет идентифицировать ключевые дифференцирующие характеристики по шести фундаментальным критериям (табл. 4).

**Таблица 4.** Сравнительная характеристика подходов к управлению диспропорциями

Критерий	Статический подход	Динамический (адаптивный) подход	Преимущества динамического подхода
Восприятие системы	Простая, детерминированная, линейная	Сложная, стохастическая, нелинейная	Позволяет учесть реальную сложность и неопределенность
Цель управления	Достижение равновесия, стабильности	Развитие, адаптация, anti-fragility	Ориентация на long-term sustainability в условиях изменений
Основные инструменты	Трансферты, унифицированные программы	Стимулы, правила игры, платформы для самоорганизации	Большая гибкость и эффективность использования ресурсов
Роль обратной связи	Слабая, запаздывающая	Ключевая, в реальном времени	Позволяет быстро обнаруживать и корректировать ошибки
Отношение к рискам	Минимизация, избегание	Управление, использование opportunities	Превращение угроз в возможности для развития
Тип мышления	Линейное, редукционистское	Системное, нелинейное	Более адекватное сложности управленческих задач

В эпистемологическом аспекте наблюдается переход от восприятия региона как простой детерминированной системы к его интерпретации как сложной стохастической нелинейной структуры. В телеологическом измерении происходит трансформация целеполагания от достижения статического равновесия к обеспечению динамической адаптации и развития потенциала антихрупкости. В ин-

струментальном аспекте наблюдается переход от примата трансфертных механизмов к созданию институциональных условий для самоорганизации и эндогенного развития. Роль обратной связи эволюционирует от периферийной и запаздывающей к центральной и функционирующей в режиме реального времени. Отношение к рискам трансформируется от стратегии минимизации и избегания к

проактивному управлению и использованию возникающих возможностей. Наконец, в когнитивном измерении наблюдается переход от линейного редукционистского мышления к системному нелинейному подходу.

Имплементация динамического подхода в российской практике регионального управления требует пересмотра существующей парадигмы преодоления территориальных диспропорций с учетом особенностей управления пространственным развитием в условиях цифровизации [19]. Разработанные концептуальные основы динамического моделирования региональных диспропорций включают элементы оценки цифровой экосистемы региона, позволяя учитывать современные тенденции цифровизации экономического пространства [20]. Фокус политики должен смещаться от механистического выравнивания количественных показателей к наращиванию адаптационного потенциала каждого региона с учетом его уникальной институциональной и экономической специфики.

## Выводы

Проведенное исследование методологических оснований динамического моделирования региональных диспропорций позволяет сформулировать ряд концептуально значимых выводов, имеющих как теоретическую, так и практическую ценность в контексте совершенствования инструментария пространственного анализа экономических систем. Прежде всего, следует отметить, что выявленные закономерности территориальной дифференциации экономического развития демонстрируют персистентный характер, что свидетельствует о наличии устойчивых институциональных детерминант, обуславливающих воспроизводство региональных асимметрий. Эмпирическая верификация разработанных моделей подтверждает гипотезу о мультипликативном эффекте первоначальных территориальных преимуществ,

который в условиях рыночной экономики приводит к прогрессирующей поляризации экономического пространства.

Конвергентно-дивергентные процессы в региональном развитии, квантифицированные посредством индексов пространственного неравенства, демонстрируют нелинейную динамику, что указывает на комплексный характер механизмов, лежащих в основе формирования территориальных диспропорций. Используемый инструментарий пространственной эконометрики позволил идентифицировать эндогенные и экзогенные факторы, детерминирующие траектории регионального развития, и оценить их вклад в общую вариацию исследуемых показателей. Результаты декомпозиционного анализа свидетельствуют о доминирующей роли структурных факторов в генезисе межрегиональных различий, что актуализирует необходимость разработки дифференцированных подходов к формированию региональной экономической политики.

Имплементация методологии динамического моделирования позволила выявить бифуркационные точки в эволюции территориальных диспропорций и определить критические значения параметров, при которых происходит качественная трансформация пространственной организации экономики. Построенные прогностические модели демонстрируют высокую степень адекватности и могут служить эффективным инструментом сценарного прогнозирования региональной дифференциации при различных вариантах реализации государственной политики регионального развития. Интерпретация полученных результатов в контексте теоретических концепций пространственной экономики позволяет констатировать, что процессы кумулятивной причинности, описанные в работах Г. Мюрдаля и Н. Калдора, сохраняют свою релевантность для объяснения механизмов формирования региональных диспропорций в современных условиях.

В прикладном аспекте результаты исследования могут быть использованы для совершенствования методологии разработки программ регионального развития, направленных на сокращение территориальных диспропорций и обеспечение сбалансированного пространственного развития национальной экономики. Предложенный в работе методический аппарат оценки эффективности региональной политики, основанный на принципах мультикритериальной оптимизации, позволяет осуществлять комплекс-

ную оценку различных инструментов государственного воздействия на пространственные пропорции экономического развития. В целом проведенное исследование вносит существенный вклад в развитие теоретико-методологического инструментария пространственного анализа экономических систем и создает предпосылки для дальнейшего совершенствования механизмов управления региональным развитием в условиях возрастающей сложности и неопределенности экономических процессов.

### Список литературы

1. Генералов Д. А. Процессно-сетевой подход к управлению устойчивым сбалансированным развитием конкурентного потенциала региональной экономики // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 18 декабря 2024 года. Курск: Университетская книга, 2024. С. 111-114.
2. Волобуева Т. А. Математические методы и модели в цифровой экономике // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 15 декабря 2022 года / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2022. С. 150-153.
3. Sustainable Development of Agricultural Cooperation in Conditions of Economy Digitalization / N. Zhakhov, E. Bessonova, A. I. Pykhtin, I. G. Ershova // Journal of Law and Sustainable Development. 2023. Vol. 11, N 12. P. e2362. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v11i12.2362>
4. Попова Л. А. Динамика научных парадигм в изучении цифровой трансформации регионов // Исторические, философские, методологические проблемы современной науки: сборник статей 8-й Международной научной конференции молодых ученых, г. Курск, 22 мая 2025 года. Курск: Университетская книга, 2025. С. 293-297.
5. Гамаюнова О. А., Ладоса Е. Н. Распознавание образов при помощи нейросети // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 15 декабря 2022 года / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2022. С. 166-168.
6. Измалкова С. А., Сабина А. Л., Сычева Н. А. Цифровой формат взаимодействия региональных социально-экономических систем: технологические вызовы и новые возможности // Цифровая экономика и Индустрия 4.0: форсайт Россия: сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, г. Санкт-Петербург, 26–28 марта 2020 года / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. Т. 1. С. 351-359.
7. Бессонова Е. А., Бабичев А. О. Ключевые аспекты управления цифровой инновационной экосистемой экономики региона // Современная экономика: проблемы и решения. 2024. № 6(174). С. 33-47.
8. Авдеевская Е. А., Надежина О. С. Анализ методик оценки уровня экономической безопасности региона в условиях цифровизации // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022): сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием, г. Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2022 года. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 622-625.
9. Орлова Е. В. Шансы и риски цифровой трансформации промышленности // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 3-й Межрегиональной науч-

но-практической конференции, г. Курск, 11 ноября 2021 года / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2021. С. 290-292.

10. Концептуальные основы интеграции и управления в условиях глобализации и устойчивого развития экономики / Ю. Ф. Аношина, Е. Д. Дуденков, О. В. Дятлова [и др.]. Курск: Университетская книга, 2024. 250 с.

11. Кулагина Н. А. Исследование условий инновационного развития региональных систем как основа для разработки инструментария обеспечения экономической безопасности // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 15 декабря 2022 года / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2022. С. 319-322.

12. Digital platforms state regulation strategy / A. A. Anferov, V. V. Blinov, A. I. Sperkach [et al.]. Chennai: Notion Press, 2024. 206 p.

13. Бессонова Е. А., Батталов Р. М., Жахов Н. В. Формирование региональной инновационной подсистемы в условиях цифровой трансформации. Курск: Университетская книга, 2023. 235 с.

14. Цифровизация как ключевой фактор повышения инвестиционной привлекательности региона в целях обеспечения экономической безопасности / С. А. Маркина, В. А. Ерофеева, Т. Ю. Ткачева [и др.] / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2023. 143 с.

15. Сиваев Е. А., Головина А. Н. Вклад искусственного интеллекта в достижение научно-технологического суверенитета российской промышленности // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 18 декабря 2024 года. Курск: Университетская книга, 2024. С. 488-494.

16. Бессонова Е. А., Лопатина Н. Д. Перспективы и тенденции цифровизации проектного управления в регионе // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2024. Т. 14, № 1. С. 20-33.

17. Тронина И. А., Татенко Г. И. Региональные экосистемы в условиях цифровой трансформации // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022): сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием, г. Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2022 года. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 474-477.

18. Бабкин А. В., Михайлов П. А., Здоленкова С. В. Методика оценки цифровой зрелости предприятия на основе анализа внешних и внутренних факторов // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022): сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием, г. Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2022 года. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 679-682.

19. Елистратов Г. М. Особенности управления пространственным развитием экономики региона в условиях цифровизации // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 18 декабря 2024 года. Курск: Университетская книга, 2024. С. 169-174.

20. Бабищев А. О., Бессонова Е. А. Ключевые аспекты разработки методического подхода к оценке развития цифровой экосистемы региона // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 15 декабря 2022 года / Юго-Западный государственный университет. Курск, 2022. С. 63-67.

## References

1. Generalov D.A. Process-network approach to managing sustainable balanced development of regional economy's competitive potential. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 6-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 18 dekabrya 2024 goda* = *Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference, 18 December 2024, Kursk*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2024. P. 111-114. (In Russ.)

2. Volobueva T.A. Mathematical methods and models in digital economy. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 4-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 15 dekabrya 2022 goda* = *Digital economy: problems and prospects of develop-*

*ment: Collection of scientific articles of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference, 15 December 2022, Kursk.* Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2022. P. 150-153. (In Russ.)

3. Zhakhov N., Bessonova E., Pykhtin A.I., Ershova I.G. Sustainable Development of Agricultural Cooperation in Conditions of Economy Digitalization. *Journal of Law and Sustainable Development*. 2023;11(12):e2362. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v11i12.2362>

4. Popova L.A. Dynamics of scientific paradigms in the study of digital transformation of regions. In: *Istoricheskie, filosofskie, metodologicheskie problemy sovremennoi nauki: sbornik statei 8-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh, g. Kursk, 22 maya 2025 goda = Historical, philosophical, and methodological problems of modern science: A collection of articles from the 8th International Scientific Conference of Young Scientists, 22 May 2025, Kursk.* Kursk: Universitetskaya kniga; 2025. P. 293-297. (In Russ.)

5. Gamayunova O.A., Ladosha E.N. Pattern recognition using neural networks. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 4-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 15 dekabrya 2022 goda = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference, 15 December 2022, Kursk.* Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2022. P. 166-168. (In Russ.)

6. Izmalkova S.A., Sabinina A.L., Sycheva N.A. Digital format of interaction between regional socio-economic systems: Technological challenges and new opportunities. In: *Tsifrovaya ekonomika i Industriya 4.0: forsait Rossiya: sbornik trudov nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem, g. Sankt-Peterburg, 26–28 marta 2020 goda = Digital Economy and Industry 4.0: Foresight Russia: Proceedings of a scientific and practical conference with foreign participation, 26-28 March 2020, St. Petersburg.* Saint Petersburg: POLITEKh-PRESS; 2020. P. 351-359. (In Russ.)

7. Bessonova E.A., Babichev A.O. Key aspects of managing a regional economy's digital innovation ecosystem. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya = Modern Economics: Problems and Solutions*. 2024;6:33-47. (In Russ.)

8. Avduevskaya E.A., Nadezhina O.S. Analysis of methodologies for assessing regional economic security levels in digitalization conditions. In: *Tsifrovaya transformatsiya ekonomicheskikh sistem: problemy i perspektivy (EKOPROM-2022): sbornik trudov VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem, g. Sankt-Peterburg, 11–12 noyabrya 2022 goda = Digital transformation of economic systems: problems and prospects (ECOPROM-2022): Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with foreign participation, 11-12 November 2022, St. Petersburg.* Saint Petersburg: POLITEKh-PRESS; 2022. P. 622-625. (In Russ.)

9. Orlova E.V. Opportunities and risks of industrial digital transformation. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 3-i Mezhhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 11 noyabrya 2021 goda = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 3rd Interregional Scientific and Practical Conference, 11 November 2021, Kursk.* Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2021. P. 290-292. (In Russ.)

10. Anoshina Iu.F., Dudenkov E.D., Diatlova O.V., et al. Conceptual foundations of integration and management in conditions of globalization and sustainable economic development. Kursk: Universitetskaya kniga; 2024. 250 p. (In Russ.)

11. Kulagina N.A. Study of regional systems' innovation development conditions as basis for developing economic security tools. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 4-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 15 dekabrya 2022 goda = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference, 15 December 2022, Kursk.* Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2022. P. 319-322. (In Russ.) EDN UMLVRZ

12. Anferov A.A., Blinov V.V., Sperkach A.I., et al. Digital platforms state regulation strategy. Chennai: Notion Press; 2024. 206 p.

13. Bessonova E.A., Battalov R.M., Zhakhov N.V. Formation of a regional innovation subsystem in conditions of digital transformation. Kursk: Universitetskaya kniga; 2023. 235 p. (In Russ.)

14. Markina S.A., Erofeeva V.A., Tkacheva T.Iu., et al. Digitalization as a key factor in enhancing regional investment attractiveness for ensuring economic security. Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2023. 143 p. (In Russ.)

15. Sivaev E.A., Golovina A.N. Artificial intelligence contribution to achieving scientific-technological sovereignty of Russian industry. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 6-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 18 dekabrya 2024 goda = Digital economy: problems and prospects of development: collection of scientific articles of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference, 18 December 2024, Kursk*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2024. P. 488-494. (In Russ.)
16. Bessonova E.A., Lopatina N.D. Prospects and trends of digital transformation in regional project management. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2024;14(1):20-33. (In Russ.)
17. Tronina I.A., Tatenko G.I. Regional ecosystems in conditions of digital transformation. In: *Tsifrovaya transformatsiya ekonomicheskikh sistem: problemy i perspektivy (EKOPROM-2022): sbornik trudov VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem, g. Sankt-Peterburg, 11–12 noyabrya 2022 goda = Digital transformation of economic systems: problems and prospects (ECOPROM-2022): Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with foreign participation, 11-12 November 2022, St. Petersburg*. Saint Petersburg: POLITEKh-PRESS; 2022. P. 474-477. (In Russ.)
18. Babkin A.V., Mikhailov P.A., Zdolnikova S.V. Methodology for assessing enterprise digital maturity based on analysis of external and internal factors. In: *Tsifrovaya transformatsiya ekonomicheskikh sistem: problemy i perspektivy (EKOPROM-2022): sbornik trudov VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem, g. Sankt-Peterburg, 11–12 noyabrya 2022 goda = Digital transformation of economic systems: problems and prospects (ECOPROM-2022): Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with foreign participation, 11-12 November 2022, St. Petersburg*. Saint Petersburg: POLITEKh-PRESS; 2022. P. 679-682. (In Russ.)
19. Elistratov G.M. Features of managing regional economic spatial development in digitalization conditions. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 6-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 18 dekabrya 2024 goda = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference, 18 December 2024, Kursk*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2024. P. 169-174. (In Russ.)
20. Babichev A.O., Bessonova E.A. Key aspects of developing a methodological approach to assessing regional digital ecosystem development. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 4-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 15 dekabrya 2022 goda = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference, 15 December 2022, Kursk*. Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2022. P. 63-67. (In Russ.)

### Информация об авторах / Information about the Authors

**Попова Людмила Александровна**, аспирант кафедры экономики, управления и аудита, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: kurskludmila46@gmail.com

**Lyudmila A. Popova**, Postgraduate at the Department of Economics, Management and Audit, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: kurskludmila46@gmail.com

**Жахов Николай Владимирович**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, управления и аудита, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: zhakhov@mail.ru

**Nikolay V. Zhakhov**, Doctor of Sciences (Economics), Professor of the Department of Economics, Management and Audit, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: zhakhov@mail.ru