

оригинальная статья

<https://elibrary.ru/rdplqc>

Когнитивная модель диверсификации экономики Кузбасса в условиях управляемого сжатия

Мекуш Галина Егоровна

Кемеровский государственный университет, Россия, Кемерово

eLibrary Author SPIN: 9687-7770

<https://orcid.org/0000-0002-8102-392X>

mekush_ge@mail.ru

Курносов Алексей Викторович

Кемеровский государственный университет, Россия, Кемерово

eLibrary Author SPIN: 7701-4187

Аннотация: Рассмотрено использование когнитивного моделирования диверсификации экономики Кемеровской области – Кузбасса. Цель – сформировать различные сценарии развития экономики Кузбасса в условиях управляемого сжатия социально-экономического пространства на основе когнитивного моделирования. Актуальность темы обоснована тем, что Кузбасс является ресурсным регионом и в условиях санкционного давления остро ощущается проблема монопольной зависимости от угольной промышленности. Исследования развития ресурсозависимых регионов на основе когнитивного моделирования достаточно полно представлены в литературе. Новизна заключается в выборе факторов когнитивной модели, где целевыми факторами являются экономический рост, доходы новых отраслей, создание неугольной экономики, а факторами, на которые оказывается управляющее воздействие, – виды социально-экономического сжатия (экономическое, демографическое, физическое, коммуникационное). Когнитивная модель представлена ориентированным графом с 23 вершинами и 130 дугами. На основе графа построена матрица смежности, где экспертным путем определены коэффициенты интенсивности, которые показывают взаимное влияние на факторы. Все факторы когнитивной модели экономической системы Кузбасса объединены в агрегированные группы: социально-экономическое сжатие; отраслевые комплексы; инвестиции; рынок, государство, план; целевые факторы. Сформированы два сценария: инерционный и целевой. Импульсное воздействие на факторы сжатия позволяет прогнозировать развитие по сформированным сценариям. Установлен рост неугольной экономики и связанных с ней факторов, среди которых увеличение новых отраслей, инвестиций в новые отрасли. Это привело к повышению целевых факторов (а именно созданию неугольной экономики).

Ключевые слова: когнитивная модель, факторы когнитивной модели, диверсификация экономики, управляемое сжатие, структурные сдвиги, импульсное воздействие факторов, сценарии развития экономики

Цитирование: Мекуш Г. Е., Курносов А. В. Когнитивная модель диверсификации экономики Кузбасса в условиях управляемого сжатия. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки.* 2025. Т. 10. № 3. С. 468–479. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2025-10-3-468-479>

Поступила в редакцию 30.06.2025. Принята после рецензирования 21.07.2025. Принята в печать 21.07.2025.

full article

Cognitive Model of Economic Diversification in Kuzbass During Controlled Compression

Galina E. Mekush

Kemerovo State University, Russia, Kemerovo

eLibrary Author SPIN: 9687-7770

<https://orcid.org/0000-0002-8102-392X>

mekush_ge@mail.ru

Alexey V. Kurnosov

Kemerovo State University, Russia, Kemerovo

eLibrary Author SPIN: 7701-4187

Abstract: The article illustrates the method of cognitive modeling applied to the case of the Kemerovo Region, Russia. The authors developed various scenarios for the local economy in the context of a controlled compression of the socio- economic environment. The Kemerovo Region, or Kuzbass, is a mining region, and the current

economic sanctions affect its monopoly dependence in the coal industry. Although cognitive modeling is often applied to the development of resource-dependent regions, the novelty of this study lies in the choice of factors. The target factors involved economic growth, incomes of new industries, and a new, non-coal economy. The factors depended on the type of socio-economic compression, i.e., economic, demographic, physical, communicative, etc. The cognitive model was represented as an oriented graph with 23 vertices and 130 arcs. The graph made it possible to compile an adjacency matrix with the intensity coefficients determined by expert analysis. The matrix revealed a mutual influence on the factors. All factors in the cognitive model for local economic system were combined into the following aggregated groups: socio-economic compression; industry complexes; investments; market, government, plan; target factors. The modelling yielded an inertial and a target scenario. The impulse effect on the compression factors made it possible to predict the development in line with these two scenarios. The growth of the non-coal economy and related investments led to an increase in target factors.

Keywords: cognitive model, factors of cognitive model, economic diversification, controlled compression, structural shifts, impulse effects of factors, scenarios of economic development

Citation: Mekush G. E., Kurnosov A. V. Cognitive Model of Economic Diversification in Kuzbass During Controlled Compression. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki*, 2025, 10(3): 468–479. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2025-10-3-468-479>

Received 30 Jun 2025. Accepted after review 21 Jul 2025. Accepted for publication 21 Jul 2025.

Введение

Социально-экономическое развитие Кемеровской области – Кузбасса во многом определяется особенностями природно-географических, экономических и исторических факторов. За счет больших запасов угля в Кузбассе сформировалась ресурсозависимая экономика, основу которой составляет угольная промышленность. Это долгое время давало безусловные преимущества на внутреннем и внешнем рынках. Однако санкционное давление после 2022 г. привело к ухудшению основных позиций в добывающих отраслях и сокращению производства в смежных. Так, в 2024 г. добыча угля сократилась на 8,4 %, а смежное металлургическое производство – на 8,3 %¹.

Исторически города формировались вокруг угледобывающих предприятий, что привело к проблеме моногородов, которая также обострилась из-за внешних санкций. Ее естественным решением является диверсификация экономики Кемеровской области. Экономическое развитие Кузбасса сопровождается такой негативной тенденцией, как демографическое сжатие, которое выражается в сокращении численности населения в силу превышения смертности над рождаемостью и его миграционным оттоком.

Виды сжатия социально-экономического пространства и его показатели рассмотрены в нашей ранней работе [1]. Количественная оценка сжатия в муниципальных образованиях Кузбасса проведена в статье [2]. Рассмотрены такие виды сжатия, как демографическое, экономическое и коммуникационное.

Установлена разнонаправленность видов сжатия и противоположное влияние на социально-экономическое развитие. В частности отмечено, что экономическое и коммуникационное сжатие дают положительные эффекты в силу компактности территории, транспортной доступности, покрытия территории сетью Интернет, телефонной, почтовой связью и т.д. Экономическое сжатие выражается в показателях производительности труда, валовой добавленной стоимости, инвестициях в основной капитал. Помимо этого, исследование, проведенное авторами с использованием методики структурных сдвигов, показало, что в регионе формируются новые неугольные кластеры [3], хотя основным видом деятельности по-прежнему остается добыча полезных ископаемых.

Таким образом, актуальной задачей является моделирование сценариев диверсификации экономики Кузбасса в условиях сжатия социально-экономического пространства. Моделирование проводилось на основе когнитивного подхода. Применение данного подхода к исследованию слабоструктурированных систем было предложено американским социологом Р. Аксельродом [4]. Развитие этого метода нашло отражение в трудах [5–7], в которых использовано понятие когнитивной карты. Далее в статье [8] проведен обзор методов построения и программного обеспечения когнитивных карт.

¹ Кузбасс языком цифр – 2025: стат. сб. Кемерово: Кемеровостат, 2025. 40 с. URL: https://42.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Кузбасс_языком_цифр_2025.pdf (дата обращения: 30.05.2025).

Многие авторы в качестве недостатка метода отмечают определенную субъективность, т.к. когнитивная модель базируется на основе мнений экспертов. На наш взгляд, этот недостаток также является и преимуществом, потому что большинство формальных методов представляются недостаточными для моделирования сложных слабоструктурированных систем в условиях неопределенности. Отметим, что когнитивное моделирование как универсальный инструмент имитационного моделирования достаточно широко используется в научных исследованиях.

В коллективной работе [9] представлены результаты когнитивного моделирования молодежного рынка труда с описанием экспериментальных расчетов. В статье [10] рассмотрены вопросы устойчивого развития агроэкосистем на землях сельскохозяйственного назначения через призму когнитивного моделирования. В работе [11] предлагают использовать когнитивные карты для анализа промышленно-инвестиционного развития типичного среднего города, импульсное моделирование, позволяющее исследовать динамические процессы экономического роста и саморазвития моногородов. Другие авторы [12] исследуют синергетический эффект инвестиционных проектов и их влияние на экономику России.

Большой интерес представляют работы, посвященные развитию регионов. Вопросы обеспечения конкурентоспособности региона, социально-экономического развития, выбор направлений развития региона на основе когнитивного моделирования изложены в трудах [13–18]. Отметим, что когнитивное моделирование не имеет единого общего программного обеспечения, например в статье [19] исследователи приводят перечень программ и их характеристики для пользователей.

Моделирование ресурсозависимой экономики различных регионов с использованием когнитивного подхода проводилось сибирскими учеными и достаточно представлено в научной литературе. Так, в труде [20] когнитивный подход использован для оценки сценариев развития Томской области. В качестве целевого фактора выбран валовой региональный продукт (ВРП), на изменение которого влияют ресурсные факторы, инфраструктура, инвестиции, внешняя конъюнктура, внешние риски. В коллективной монографии [21] когнитивное моделирование применено для формирования сценариев развития территории Дальнего Востока. Другие авторы [22] на основе когнитивного моделирования исследуют ресурсозависимую экономику, в частности влияние факторов, отражающих ресурсозависимость (нефть, газ, мировой нефтяной рынок)

на экономический рост и состояние институтов. Научное исследование [23] посвящено процессу диверсификации Азиатской России на основе когнитивного моделирования. Выбор метода исследования авторы объясняют тем, что, во-первых, формальные модели не всегда могут учесть качественные причинно-следственные связи, а во-вторых, ограничены источники информации.

Когнитивное моделирование, которое базируется на теории графов, позволяет определить причинно-следственные связи, прямое и обратное влияние факторов в слабоструктурированных системах. Краткий обзор научных работ позволяет сделать вывод о возможности использования когнитивного моделирования как хорошо разработанного метода в разных областях, в частности для развития ресурсозависимой экономики. Цель – сформировать различные сценарии развития экономики Кузбасса в условиях управляемого сжатия социально-экономического пространства на основе когнитивного моделирования. Использованы официальные данные Территориального органа Федеральной государственной службы статистики по Кемеровской области – Кузбассу (Кемеровостат). Теоретическую основу составили труды российских ученых и других специалистов в области когнитивного моделирования при исследовании ресурсозависимой экономики. Основным методом, который использовался в статье, – это метод когнитивного моделирования, позволяющий моделировать сценарии социально-экономического развития региона.

Результаты

Предложены два сценария диверсификации экономики Кузбасса на основе когнитивного моделирования. Когнитивная модель представляет собой когнитивную карту, составленную в виде ориентированного функционального графа (X, W) , который сформирован на основе экспертного заключения. Вершины графа $(X = \{x_i\})$ соответствуют рассматриваемым факторам ситуации, а направленные дуги, характеризующиеся знаками и параметрами интенсивности $(W = \{w_{ij}\}, w_{ij} [-1; +1])$, отражают отношения и взаимовлияния между этими факторами, где i, j – индексы факторов, а знаки *минус* и *плюс* означают направленность влияния между факторами. Когнитивная карта служит для выявления структуры причинных связей между элементами системы и оценки последствий воздействия на них или изменения характера связей.

Таким образом, при построении модели эксперты выявляют факторы, которые разделены на целевые и управляющие факторы, влияющие на целевые.

Эксперты выявляют взаимосвязи между факторами (положительная или отрицательная связь), также определяют интенсивность взаимовлияния факторов. Как правило, используется шкала от 0 до 1: 0,1 – слабое влияние факторов; 0,3 – умеренное влияние; 0,5 – существенное влияние; 0,7 – сильное влияние; 0,9 – очень сильное влияние. На основе графа формируется матрица смежности, в которой отражены коэффициенты взаимовлияния факторов. Возможны следующие эксперименты с моделью: моделирование саморазвития ситуации, т.е. без управляющего воздействия на систему; управляемое развитие ситуации, когда задается управляющее воздействие на управляющие факторы, т.е. импульс на факторы, что позволяет построить различные сценарии развития системы.

Последовательная реализация этапов когнитивного моделирования позволяет уточнить, выявить новые связи и закономерности в системе и выбрать сценарий ее развития.

I этап: построение когнитивной карты, т.е. имитация развития системы без управляющего воздействия со стороны. На этом этапе сформированы факторы, которые выделены в агрегированные группы, отражающие показатели сжатия социально-экономического пространства; отраслевые комплексы в соответствии с классификацией по ОКВЭД-2; инвестиции в старые и новые

отрасли обрабатывающего производства; рынок; государство; план и целевые факторы. В качестве целевых факторов выбраны показатели экономического роста, доходов новых отраслей, создания неугольной экономики. Выбор целевых факторов отражает задачу исследования, связанную с оценкой сценариев диверсифицированной экономики Кузбасса. Факторы и их содержание представлены в таблице 1.

На основе сформированной таблицы 1 построен граф, включающий 23 вершины и 130 дуг, которые указывают причинно-следственные связи между факторами. Весовые коэффициенты, показывающие интенсивность влияния факторов друг на друга, определялись экспертным путем с учетом сложившейся экономической ситуации. Некоторые коэффициенты имеют числовую характеристику, например динамика показателей, входящих в отраслевые комплексы, есть в открытом доступе. Факторы, входящие в группы *Государство*, *План*, *Рынок* имеют качественную характеристику. В результате построена матрица смежности, с которой проводился компьютерный эксперимент. Матрица является квадратной, где каждый элемент – коэффициент влияния факторов друг на друга и на целевые факторы. В таблице 2 коэффициенты интенсивности, показывающие отрицательное влияние, обозначены со знаком минус.

Табл. 1. Факторы когнитивной модели экономической системы Кузбасса

Tab. 1. Factors of cognitive model for Kuzbass economy

Агрегированные группы факторов	Фактор	Код	Характеристика фактора
Социально-экономическое сжатие	Экономическое сжатие	1-1 Compression	Динамика объемов производства и производительности труда как важнейшего показателя, отражающего изменение эффективности производства
	Демографическое сжатие	1-2 Compression	Сокращение численности занятого в экономике региона населения
	Физическое сжатие	1-3 Compression	Сокращение площади сельскохозяйственных земель
	Коммуникационное сжатие	1-4 Compression	Уровень связанности территории благодаря транспортной освоенности, развитию связи и возможности электронной торговли
Отраслевые комплексы	Сельское хозяйство	2-1 Agricultural industry	Развитие видов экономической деятельности по разделу А «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»
	Добыча полезных ископаемых	2-2 Res	Развитие видов экономической деятельности по разделу В «Добыча угля»
	Обрабатывающие производства:	2-3 Process	Развитие видов экономической деятельности по разделу С «Обрабатывающие производства»

Агрегированные группы факторов	Характеристика фактора		
	Фактор	Код	
Отраслевые комплексы	– старые отрасли	2-3-1 Man-O	Развитие видов деятельности, технологически и экономически связанных с добычей полезных ископаемых
	– новые отрасли	2-3-2 Man-N	Развитие видов деятельности, способствующих структурным сдвигам и диверсификации экономики
	Энергообеспечение	2-4 Energy supply	Развитие видов экономической деятельности по разделу D «Обеспечение населения и промышленности энергоресурсами»
	Строительство	2-5 Construction	Развитие видов экономической деятельности по разделу F «Строительство»
	Торговля оптовая и розничная	2-6 Trading	Развитие видов экономической деятельности по разделу G «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов»
	Транспортировка и хранение	2-7 Transportation and storage	Развитие видов экономической деятельности по разделу H «Транспортировка и хранение», в том числе почтовую и курьерскую связь
	Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	2-8 Hotels and restaurants	Развитие видов экономической деятельности по разделу I «Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания» как ключевых факторов развития туризма
	Деятельность профессиональная, научная и техническая	2-9 Science	Развитие видов экономической деятельности по разделу M «Деятельность профессиональная, научная и техническая», в том числе научные исследования и разработки
	Образование	2-10 Education	Развитие видов экономической деятельности по разделу P «Образование»
	Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений	2-11 Culture, sports and leisure	Развитие видов экономической деятельности по разделу R «Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений», способствующих развитию туризма и изменению структуры занятости населения
Инвестиции	– в новые отрасли	2-12 Investing in new industries	Динамика инвестиций в новые отрасли, способствующие диверсификации экономики региона
	– в старые отрасли	2-13 Investing in old industries	Динамика инвестиций в традиционные для региона отрасли, в том числе в добычу полезных ископаемых
Рынок		2-14 Market	Влияние рыночной конъюнктуры на ценообразование в старых и новых отраслях, в том числе на мировом рынке энергоносителей
Государство		2-15 State	Влияние государственной экономической политики на диверсификацию экономики региона (специальные региональные программы и национальные проекты)
План		2-16 Plan	Стратегические приоритеты в региональной экономической политике и их влияние на структурные сдвиги и кластерообразование
Целевые факторы	Экономический рост; доходы новых отраслей; создание неугольной экономики	2-17 Income	Доходы от функционирования экономики, используемые на развитие новых видов деятельности, в том числе для создания неугольной экономики

Табл. 2. Матрица коэффициентов взаимовлияния между факторами в когнитивной модели структурных сдвигов и социально-экономического сжатия
Tab. 2. Matrix of mutual influence coefficients for factors in the cognitive model of structural shifts and socio-economic compression

Фактор	1-1 Compression	1-2 Compression	1-3 Compression	1-4 Compression	2-1 Agricultural Industry	2-2 Res	2-3 Process	2-3-1 Man-O	2-3-2 Man-N	2-4 Energy supply	2-5 Construction	2-6 Trading	2-7 Transportation and storage	2-8 Hotels and restaurants	2-9 Science	2-10 Education	2-11 Culture, sports and leisure	2-12 Investing in new industries	2-13 Investing in old industries	2-14 Market	2-15 State	2-16 Plan	2-17 Income
Экономическое сжатие	-	-	-	-	-	0,5	-	0,3	0,5	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,7	0,5	0,5	-	0,3	0,9
Демографическое сжатие	-	-	-	-	-0,5	-0,3	-	-0,3	-0,5	-	-0,5	-	-	-0,5	-	-0,5	-0,3	-	-	-0,5	-	-0,5	-0,5
Физическое сжатие	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Коммуникационное сжатие	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0,5	0,1	0,1	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,7
Сельское хозяйство	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,3	0,5
Добыча полезных ископаемых	0,5	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
Обрабатывающие производства:	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	0,5	0,5	0,5	0,7
– старые отрасли	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-0,1	0,1	0,5
– новые отрасли	0,5	0,5	-	-	-	-0,3	-	-0,3	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5	-	0,7	0,5
Энергообеспечение	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,5	0,3
Строительство	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5
Торговля оптовая и розничная	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,3	-	-	0,3
Транспортировка и хранение	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,3	0,3	0,5
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	-	0,5	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,7	-	-	0,5	0,5	0,7
Деятельность профессиональная, научная и техническая	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,3	-
Образование	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,5	0,5	0,3
Культура	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,3	-	-	-	-
Инвестиции в новые отрасли	-	-	-	-	-	-0,3	0,7	-0,3	0,5	-	0,3	-	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	0,7
Инвестиции в старые отрасли	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	-0,3	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,3	0,1	0,5
Рынок	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-0,1	-	-	-	0,7
Государство	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	0,3	-	-	-	0,5
План	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,7	0,5	-	-	0,3	0,5	-	0,5	-	0,5	0,3	0,1	-	-	0,3
Экономический рост; доходы новых отраслей; создание новой экономики	0,1	0,3	-	-	0,1	-	0,3	0,3	0,5	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,5	0,3	-	0,3	0,3	-

II этап: управляемое развитие ситуации и анализ сценариев ее развития. В качестве факторов, на которые оказывается управляющее воздействие, выбраны 4 вида социально-экономического сжатия. Чтобы выявить влияние каждого фактора сжатия на целевые факторы (а именно на создание неугольной экономики) последовательно задавались значения $+10\%$ – для каждого фактора и -10% – для демографического сжатия. Результаты расчетов приведены на рисунке. Установлено, что наибольшее влияние на целевые факторы оказывают экономическое и демографическое сжатие. Экономическое сжатие обеспечивает рост новых и старых отраслей на 0,3 и 0,1 п.п. соответственно и инвестиций в новые и старые отрасли на 0,6 и 0,2 п.п. соответственно. Демографическое сжатие, в свою очередь, стимулирует рост новых и старых отраслей на 0,3 и 0,1 п.п. соответственно и инвестиций в новые и старые отрасли на 0,7 и 0,2 п.п. соответственно. Физическое сжатие не влияет на рост новых и старых отраслей, при этом инвестиции в новые и старые отрасли повышаются на 0,1 п.п. Коммуникационное сжатие приводит к увеличению новых отраслей на 0,1 п.п. и инвестиций в новые отрасли на 0,3 п.п. На старые отрасли коммуникационное сжатие не влияет и, следовательно, сокращает инвестиции в старые отрасли. Таким образом, факторы социально-экономического сжатия влияют на целевые факторы и поэтому их можно использовать для построения сценариев развития региона.

Были разработаны два сценария, где в качестве управляющих факторов выбраны виды сжатия. Такие целевые факторы, как экономический рост, создание неугольной экономики, отражают диверсификацию экономики. Управляющее воздействие

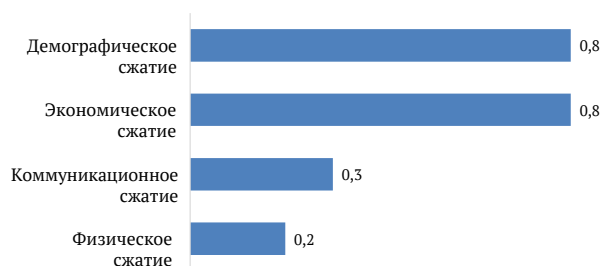


Рис. Влияние факторов социально-экономического сжатия на целевые факторы, п.п.

Fig. Effect of socio-economic compression types on target factors, pp

осуществлялось с помощью импульсного моделирования. Для этого в вершины графа управляющих факторов внесены импульсы. Система выходит из состояния равновесия, происходит разбалансировка между элементами, изменяются коэффициенты интенсивностей. Затем влияние импульсного воздействия ослабевает, и система приходит в устойчивое состояние, при котором факторы получают новые значения, показывающие ухудшение или улучшение фактора. Импульсное воздействие проходит ряд итераций, обеспечивающих сходимость, т.е. приведение факторов к некоторым стабильным значениям. Для проверки устойчивости модели принято использовать доказательство Ф. С. Робертса [24]. Импульсный процесс будет устойчивым, если каждое собственное число матрицы смежности по абсолютной величине будет < 1 .

Расчеты проведены по схеме, описанной в работах [17; 25], и включают задание формализованного правила распространения импульса в модели по формуле:

$$V(t) = V(исх) + (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^t) T \times P(0),$$

где I – единичная матрица размерности $(n \times n)$; A – матрица весовых коэффициентов дуг (матрица смежности) когнитивной модели размерности $(n \times n)$; T – оператор транспонирования; t – степень матрицы A ; $V(исх) = (V_1(исх), V_2(исх), V_3(исх), \dots, V_n(исх))$ – вектор исходных значений факторов модели; $P(0) = (P_1(0), P_2(0), P_3(0), \dots, P_n(0))$ – вектор заданных импульсов; $V(t) = (V_1(t), V_2(t), V_3(t), \dots, V_n(t))$ – вектор значений факторов на шаге итерации t .

Инерционный сценарий базируется на оценке видов сжатия за 2020–2025 гг. Например, численность населения Кузбасса в 2025 г. составила 2547684 человека, тогда как в 2021 г. – 2622269 человек². Депопуляция Кемеровской области за год приравнивается к 1,1 %. Физическое сжатие оценивалось по изменению посевных площадей под зерновые, т.к. они составляют 95 % всех посевных площадей. Показатели экономического сжатия по агломерациям рассчитаны в работе одного из авторов [2]. Коммуникационное сжатие оценивалось по протяженности автомобильных дорог с 2018 по 2023 гг.³ Таким образом, инерционный сценарий предполагает продолжение тенденций, которые сложились за прошлый период.

² Численность населения Кемеровской области – Кузбасса на начало года. *Кемеровостат*. URL: [https://42.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Численность населения Кемеровской области – Кузбасса на начало года\(7\).pdf](https://42.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Численность населения Кемеровской области – Кузбасса на начало года(7).pdf) (дата обращения: 20.06.2025).

³ Протяженность путей сообщения. *Кемеровостат*. URL: <https://42.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ПРОТЯЖЁННОСТЬ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ 2019–2023.pdf> (дата обращения: 20.06.2025).

Целевой сценарий базируется на предпосылке, что произойдет снижение сокращения численности населения. Предполагается, что новые кластеры могут увеличить приток людей из других регионов. Кроме того, по итогам 2024 г. по многим видам экономической деятельности произошло увеличение среднегодовой численности населения. Оценочно заданы импульсы для экономического, физического и коммуникационного сжатия. Выбран умеренный рост, т.к. есть ограничения по вовлечению новых посевных площадей и протяженности автомобильных дорог.

Сценарии когнитивного моделирования диверсификации экономики Кузбасса приведены в таблице 3.

Результаты компьютерных расчетов по двум сценариям показаны в таблицах 4, 5. Исходя из этих данных можно выявить общую закономерность – увеличение значений факторов по обоим сценариям, т.к. импульсы по сценариям имеют одинаковую направленность и различаются только числовыми значениями. Также следует отметить, что изменение факторов когнитивной модели экономической системы Кузбасса в большей степени происходит по целевому сценарию при воздействии импульсов на факторы социально-экономического сжатия. Для всех факторов характерен рост, за исключением добычи полезных ископаемых (–1,18 и –1,35 для инерционного и целевого сценариев соответственно) и культуры (–0,19 и –0,20). Минимальный рост демонстрируют сельское хозяйство (+0,07 и +0,01) с тенденцией сокращения по целевому сценарию, старые отрасли (+0,59 и +0,59) и образование (+0,72 и +0,75).

В таблице 6 приведены результаты расчетов, позволяющие оценить влияние факторов социально-экономического сжатия на целевые факторы (а именно на создание неугольной экономики) и факторы, отражающие диверсификацию экономики региона.

Так, по двум сценариям наблюдается одинаковая тенденция при изменении значений факторов, однако по целевому сценарию прирост значительно выше, чем по инерционному. Помимо этого, растет значение факторов *План*, *Государство*, что подтверждает текущую тенденцию по принятию решений по созданию новых кластеров и развитию неугольных отраслей. Стоит отметить, что прирост новых отраслей значительно превышает прирост старых, причем добыча полезных ископаемых сокращается. Также наблюдается увеличение значений практически всех факторов, на которые оказывается управляющее воздействие, кроме физического сжатия. Это вполне закономерно, т.к. посевные площади ограничены в силу природно-географических

Табл. 3. Сценарии когнитивного моделирования диверсификации экономики Кузбасса для определения импульсного воздействия, %

Tab. 3. Scenarios of cognitive modeling of Kuzbass economic diversification for impulse impact, %

Импульс для:	Сценарий	
	инерционный	целевой
экономического сжатия	+8,00	+9,00
демографического сжатия	–1,10	–0,80
физического сжатия	+3,90	+5,00
коммуникационного сжатия	+2,53	+5,00

Табл. 4. Изменение факторов при импульсном воздействии по инерционному сценарию

Tab. 4. Changes in factors during impulse action: inertial scenario

Фактор	Значение
Сельское хозяйство	+0,07
Добыча полезных ископаемых	–1,18
Обрабатывающие производства:	+5,10
– старые отрасли	+0,59
– новые отрасли	+6,84
Энергообеспечение	+4,39
Строительство	+1,99
Торговля оптовая и розничная	+2,70
Транспортировка и хранение	+4,97
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	+7,64
Деятельность профессиональная, научная и техническая	+1,23
Образование	+0,72
Культура	–0,19
Инвестиции в новые отрасли	+11,66
Инвестиции в старые отрасли	+3,64
Рынок	+2,98
Государство	+6,64
План	+7,00
Создание неугольной экономики	+11,60

Табл. 5. Изменения факторов при импульсном воздействии по целевому сценарию

Tab. 5. Changes in factors during impulse action: target scenario

Фактор	Значение
Сельское хозяйство	+0,01
Добыча полезных ископаемых	-1,35
Обрабатывающие производства:	+5,57
– старые отрасли	+0,59
– новые отрасли	+7,50
Энергообеспечение	+4,83
Строительство	+2,15
Торговля оптовая и розничная	+2,95
Транспортировка и хранение	+5,45
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	+8,37
Деятельность профессиональная, научная и техническая	+1,36
Образование	+0,75
Культура	-0,20
Инвестиции в новые отрасли	+12,90
Инвестиции в старые отрасли	+3,97
Рынок	+3,14
Государство	+7,30
План	+8,09
Создание неугольной экономики	+12,90

Табл. 6. Изменения факторов при импульсном воздействии по двум сценариям развития экономики Кузбасса

Tab. 6. Changes in factors under impulse action: two scenarios of Kuzbass economic development

Фактор	Сценарий	
	инерционный	целевой
Экономическое сжатие	+3,76	+4,15
Демографическое сжатие	+5,10	+5,67
Физическое сжатие	-0,089	-0,104
Коммуникационное сжатие	+1,8	+2,01
Добыча полезных ископаемых	-1,18	-1,71
Обрабатывающие производства:	+4,39	+4,86
– старые отрасли	+0,053	+0,052
– новые отрасли	+6,26	+6,93
Инвестиции в новые отрасли	+10,91	+12,11
Инвестиции в старые отрасли	+3,072	+3,12
Рынок	+2,16	+2,37
Государство	+6,13	+6,77
План	+6,99	+7,72
Создание неугольной экономики	+11,57	+12,79

Прим.: цветом выделены факторы, по которым наблюдается значительное приращение.

условий. Целевые факторы по двум сценариям показывают значительный рост, т. е. импульсное воздействие на факторы социально-экономического сжатия приводит к диверсификации экономики.

Полученные выводы подтверждают результаты ранее проводимых исследований авторов [1–3] о формировании новых кластеров и отхода от монополии угольной промышленности.

Заключение

Изучение и прогнозирование развития регионов ресурсного типа широко представлены в трудах сибирских ученых. Кемеровская область – Кузбасс является ресурсозависимым регионом с монополией одной отрасли. В условиях санкционного давления проблема моногородов обострилась с новой силой, и диверсификация экономики Кузбасса стала очень

актуальной. Важно понимать, что диверсификация экономики не означает отказ от угольной промышленности, а предполагает создание новых неугольных производств, которые смогут создать рабочие места и обеспечат приток налоговых поступлений.

Многие ученые в качестве метода прогнозирования социально-экономического развития регионов используют когнитивное моделирование. Его алгоритмы достаточно хорошо разработаны и описаны в научной литературе. Когнитивное моделирование позволяет строить различные сценарии и с помощью импульсного воздействия на управляющие факторы просчитывать различные варианты развития. По сути, когнитивное моделирование является имитационным моделированием, где сама модель представляет ориентированный граф, построенный на основе оценочных суждений экспертов.

В статье описаны результаты сценарного прогнозирования экономики Кузбасса при управляющем воздействии факторов сжатия. Сформированы два сценария – инерционный и целевой. В качестве факторов социально-экономического сжатия выбраны 4 его вида – демографическое, экономическое, физическое и коммуникационное. Импульсное воздействие на эти факторы показывает, что опережающее развитие принадлежит новым отраслям, не связанным с добычей полезных ископаемых. Основы диверсификации заложены в современной экономике Кемеровской области: созданы территории опережающего развития, формируется туристский кластер в Шерегеше.

Дальнейшее исследование может быть направлено на увеличение количества сценариев и включение нового вектора управляющих факторов.

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

Conflict of interests: The authors declared no potential conflict of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Критерии авторства: А. В. Курносов – сбор данных, моделирование и интерпретация полученных результатов, написание статьи. Г. Е. Мекуш – концептуализация, визуализация, написание статьи.

Contribution: A. V. Kurnosov was responsible for the data collection, modeling, interpretation, and drafting. G. E. Mekush provided the research concept and visualization and wrote the article.

Литература / References

1. Мекуш Г. Е., Курносов А. В. Критерии и показатели «сжатия» экономического пространства региона. *Перспективы развития современных социально-экономических процессов*: XLV Междунар. науч.-практ. конф. (Анапа, 21 декабря 2023 г.) Анапа: НИЦ ЭСП, 2023. С. 27–34. [Mekush G. E., Kurnosov A. V. Criteria and indicators of the compression of regional economic environment. *Prospects for the development of modern socio-economic processes*: Proc. XLV Intern. Sci.-Prac. Conf., Anapa, 21 Dec 2023. Anapa: SRC ESP, 2023, 27–34. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/newjrr>
2. Курносов А. В. Оценка типов и масштабов «сжатия» социально-экономического пространства муниципальных образований Кузбасса. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2025. № 3. С. 59–71. [Kurnosov A. V. Assessment of the types and scales of "compression" of the socio-economic space of Kuzbass municipalities. *Regionalnye problemy preobrazovaniya ekonomiki*, 2025, (3): 59–71. (In Russ.)] <https://doi.org/10.26726/rppe2025v3aotas>
3. Мекуш Г. Е., Панов А. А., Курносов А. В. Структурные сдвиги и кластерообразование как основа конкурентоспособности экономики региона. *Региональная экономика: теория и практика*. 2024. Т. 22. № 12. С. 2213–2233. [Mekush G. E., Panov A. A., Kurnosov A. V. Structural changes and cluster formation as the basis of the competitiveness of the region's economy. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2024, 22(12): 2213–2233. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24891/re.22.12.2213>
4. Axelrod R. *Structure of decision, the cognitive maps of political elites*. Princeton: Princeton University, 1976, 404.
5. Casti J. *Connectivity, complexity, and catastrophe in large-scale systems*. Chichester–NY–Brisbane–Toronto: John Wiley & Sons, 1979, 203.
6. Atkin R. H. *Combinatorial connectivities in social systems. An application of simplicial complex structures to the study of large organisations*. Birkhäuser Basel, 1977, 245. <https://doi.org/10.1007/978-3-0348-5750-5>
7. Roberts F. S. *Graph theory and its applications to problems of society*. Philadelphia: SIAM, 1978, 122.
8. Felix G., Nápoles G., Falcon R., Froelich W., Vanhoof K., Bello R. A review on methods and software for fuzzy cognitive maps. *Artificial Intelligence Review*, 2019, 52: 1707–1737. <https://doi.org/10.1007/s10462-017-9575-1>
9. Саак А. А., Горелова Г. В., Каурова О. В. Имитационное когнитивное моделирование молодежного рынка труда. *Научно-теоретический журнал*. 2020. № 3. С. 164–176. [Saak A. A., Gorelova G. V., Kaurova O. V. Imitation cognitive modeling of the youth labor market. *Nauchno-teoreticheskij zhurnal*, 2020, (3): 164–176. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ksoody>
10. Долматова Л. Г., Мамадиев А. Х. Применение когнитивного моделирования в сфере эколого-экономической эффективности использования земельных ресурсов. *Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки*. 2022. Т. 15. № 6. С. 234–241. [Dolmatova L. G., Mamadiyev A. Kh. Application of cognitive modeling in the sphere environmental and economic

- efficiency of use land resources. *Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*, 2022, 15(6): 234–241. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2022-6-234-241>
11. Рогачев А. Ф., Шохнех А. В., Медведева Л. Н. Экономико-математическое моделирование управления развитием средних и моногородов с использованием когнитивных карт. *Аудит и финансовый анализ*. 2017. № 2. С. 122–124. [Rogachev A. F., Shokhnekh A. V., Medvedeva L. N. Economic-mathematical modeling of management development of medium and single-industry towns with the use of cognitive maps. *Audit i finansovyy analiz*, 2017, (2): 122–124. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ylktys>
 12. Ягольницер М. А., Овсянникова М. А., Костин А. В. Синергия инвестиционных проектов: когнитивный подход. *Мир экономики и управления*. 2022. Т. 22. № 3. С. 51–65. [Yagolnitser M. A., Ovsiannikova M. A., Kostin A. V. Synergy of investment projects: A cognitive approach. *World of Economics and Management*, 2022, 22(3): 51–65. (In Russ.)] <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2022-22-3-51-65>
 13. Арженовский И. В., Дахин А. В. Когнитивная регионология: опыт моделирования региональных социально-экономических процессов. *Регионология*. 2020. Т. 28. № 3. С. 470–489. [Arzhenovskiy I. V., Dakhin A. V. Cognitive regionology: The experience of modeling regional socio-economic processes. *Russian Journal of Regional Studies*, 2020, 28(3): 470–489. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15507/2413-1407.112.028.202003.470-489>
 14. Сидоров А. А., Сапрон Д. В. Концептуальные основы когнитивного моделирования социально-экономического развития муниципальных образований. *Доклады ТУСУР*. 2015. № 2. С. 130–135. [Sidorov A. A., Sapron D. V. Conceptual basis for cognitive modeling of social and economic development of municipal formations. *Proceedings of TUSUR University*, 2015, (2): 130–135. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ubprcj>
 15. Сергиенко О. В. Когнитивное моделирование стратегического устойчивого социально-экономического развития аграрного сектора экономики региона. *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2023. Т. 17. № 3. С. 242–250. [Sergienko O. V. Cognitive modeling of strategic-sustainable socio-economic development of the agricultural sector in the regional economy. *Russian Journal of Social Sciences and Humanities*, 2023, 17(3): 242–250. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/cmmttom>
 16. Захарова Е. Н., Иванова М. В. Когнитивное моделирование процесса обеспечения региональной конкурентоустойчивости. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2022. Т. 12. № 7-1. С. 55–64. [Zakharova E. N., Ivanova M. V. Cognitive modeling of the process of ensuring regional competitiveness. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 2022, 12(7-1): 55–64. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/nkpwit>
 17. Дабиев Д. Ф. Разработка модели выбора наиболее эффективных направлений развития региона на основе когнитивного моделирования. *Фундаментальные исследования*. 2022. № 1. С. 16–21. [Dabiev D. F. Development of a model for choosing the most effective directions of regional development based on cognitive modeling. *Fundamental research*, 2022, (1): 16–21. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17513/fr.43186>
 18. Митяков Е. С., Карпухина Н. Н., Митяков С. Н., Ладынин А. И. Когнитивное моделирование экономического развития промышленных экосистем. *Экономика промышленности*. 2025. № 18. С. 63–77. [Mityakov E. S., Karpukhina N. N., Mityakov S. N., Ladynin A. I. Cognitive modelling of economic development of industrial ecosystems. *Russian Journal of Industrial Economics*, 2025, (18): 63–77. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-1-1383>
 19. Макареня Т. А., Маннаа А. С., Калиниченко А. И., Петренко С. В. Когнитивное моделирование социально-экономических систем: ретроспективный анализ инструментов и информационных систем. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2023. № 3. С. 84–94. [Makarenya T. A., Mannaa A. S., Kalinichenko A. I., Petrenko S. V. Cognitive modeling of socio-economic systems: A retrospective analysis of tools and information systems. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Systems Analysis and Information Technologies*, 2023, (3): 84–94. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17308/sait/1995-5499/2023/3/84-94>
 20. Белан А. К., Шмат В. В. Анализ влияния ресурсных и нересурсных факторов на рост экономики Томской области с применением когнитивного подхода. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки*. 2015. Т. 15. № 1. С. 78–93. [Belan A. K., Shmat V. V. Analysis of resource and non-resource factors' influence on economic growth of Tomsk Region using cognitive approach. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Socialno-ekonomicheskie nauki*, 2015, 15(1): 78–93. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/tvrsuj>
 21. Природно-ресурсный сектор Дальнего Востока России: «проклятие» или локомотив развития? отв. ред. Н. В. Гальцева. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2022. 336 с. [The natural resources sector in the Russian Far East:

- A curse or a driver of development?* ed. Galtseva N. V. Khabarovsk: ERI FEB RAS, 2022, 336. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/hdwxxb>
22. Морозова М. Е., Шмат В. В. Как познать механизмы ресурсозависимости? Применение метода когнитивного моделирования при исследовании ресурсозависимой экономики. *ЭКО*. 2015. № 6. С. 146–159. [Morozova M. E., Shmat V. V. How to cognize the mechanisms of resource dependence? Application of cognitive modeling in the study of resource-dependent economy. *EKO*, 2015, (6): 146–159. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/tsoarb>
23. Крюков В. А., Шмат В. В. Азиатская Россия – условия и препятствия поступательной диверсификации экономики макрорегиона. *Пространственная экономика*. 2022. Т. 18. № 1. С. 34–72. [Kryukov V. A., Shmat V. V. Asian Russia – conditions for and obstacles to progressive diversification of macroregional economy. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2022, 18(1): 34–72. (In Russ.)] <https://dx.doi.org/10.14530/se.2022.1.034-072>
24. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложением к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, 1986. 496 с. [Roberts F. S. *Discrete mathematical models, with applications to social, biological, and environmental problems*. Moscow: Nauka, 1986, 496. (In Russ.)]
25. Захарова А. А., Подвесовский А. Г., Исаев Р. А. Нечеткие когнитивные модели в управлении слабоструктурированными социально-экономическими системами. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2020. № 4. С. 5–23. [Zakharova A. A., Podvesovskii A. G., Isaev R. A. Fuzzy cognitive models in management of semi-structured socio-economic systems. *Information and mathematical technologies in science and management*, 2020, (4): 5–23. (In Russ.)] <https://doi.org/10.38028/ESI.2020.20.4.001>