



DOI: 10.22363/2313-2329-2025-33-4-686-707

EDN NUPACL

УДК 330.341; 338.2; 316.42

Научная статья / Research article

Анализ и моделирование структурной динамики межотраслевого и межстранового экономического взаимодействия стран БРИКС в области технологического суверенитета

А.А. Чурсин¹ , В.А. Шиболденков²  ¹Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация²МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация vshiboldenkov@bmstu.ru

Аннотация. Оценены структура и динамика экономического сотрудничества РФ — БРИКС с акцентом на технологический трансфер. Рассмотрены и исследованы методы оценки межотраслевых взаимодействий и технологической асимметрии стран БРИКС, а также их преимущества и недостатки. Описана эволюция данного инструментария для задач международных экономических отношений. Выполнен сравнительный анализ инновационных систем стран БРИКС, их структурных особенностей и асимметрии развития. Представлена комплексная модель анализа структурной динамики межотраслевого и межстранового экономического взаимодействия стран БРИКС в контексте технологического суверенитета. Разработанная методика, которая интегрирует три ключевых подхода: межотраслевой баланс, динамические модели структурных сдвигов и сетевой анализ, что позволяет учесть технологические разрывы, институциональные ограничения и асимметрию взаимодействий между странами. Основное внимание уделено исследованию коэффициентов технологического трансфера, демонстрирующих значительную асимметрию, особенно в отношениях России и Китая. Модель включает модифицированные матрицы межотраслевых связей с учетом санкционных ограничений и валютных факторов, а также динамические компоненты, отражающие накопление капитала и адаптацию ценовых механизмов. Сетевой анализ на основе матрицы страны — технологии позволяет оценить траектории технологического развития и потенциал диверсификации экономик. Выявлены критические технологические зависимости между странами БРИКС; выполнена оценка влияния санкционного давления на структурные изменения, сценариев импортозамещения и усиления технологического суверенитета. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения модели для формирования стратегий международной кооперации, оптимизации цепочек добавленной стоимости и прогнозирования точек роста в условиях глобальной турбулентности.

© Чурсин А.А., Шиболденков В.А., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: экономический инструментарий, экономическое сотрудничество, анализ структурных связей, межотраслевой баланс, матрица связанности, оценка связанности

Вклад авторов. Концептуализация, методология, написание текста — А.А. Чурсин; исследование, валидация, визуализация — В.А. Шиболденков. Все авторы одобрили окончательную версию статьи.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-18-00075.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 13 мая 2024 г.; доработана после рецензирования 25 мая 2025 г.; принята к публикации 21 июня 2025 г.

Для цитирования: Чурсин А.А., Шиболденков В.А. Анализ и моделирование структурной динамики межотраслевого и межстранового экономического взаимодействия стран БРИКС в области технологического суверенитета // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2025. Т. 33. № 4. С. 686–707. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-4-686-707> EDN: NUPACL

The model of the structural dynamics of cross-industry and cross-country economic cooperation between the BRICS countries in the field of technological sovereignty

Alexandr A. Chursin¹ , Vladimir A. Shiboldenkov²  

¹*RUDN University, Moscow, Russian Federation*

²*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation*

 vshiboldenkov@bmstu.ru

Abstract. The study evaluates the structure and dynamics of economic cooperation between the Russian Federation and BRICS, with a focus on technological transfer. The methods of assessing the intersectoral interactions and technological asymmetry of the BRICS countries, as well as their advantages and disadvantages, are considered and investigated. The evolution of this tool for the tasks of international economic relations is described. A comparative analysis of the innovation systems of the BRICS countries, their structural features and the asymmetry of development is carried out. The study presents a comprehensive model for analyzing the structural dynamics of cross-industry and cross-country economic cooperation between the BRICS countries in the context of technological sovereignty. The developed methodology integrates three key approaches: Leontiev's intersectoral balance, Yerшов's dynamic models, and Hausmann-Hidalgo network analysis, which allows us to consider technological gaps, institutional constraints, and the asymmetry of interactions between countries. The focus is on the study of technological transfer coefficients, which demonstrate significant asymmetry, especially in relations between Russia and China. The model includes modified matrices of intersectoral relationships, considering sanctions restrictions and currency factors, as well as dynamic components reflecting capital accumulation and adaptation of price mechanisms. Network analysis based on the country-technology matrix makes it possible to assess the trajectories of technological development and the potential for economic diversification.

The study revealed critical technological dependencies between the BRICS countries; the impact of sanctions pressure on structural changes has been assessed; the scenarios of import substitution and strengthening of technological sovereignty have been evaluated. The practical significance of the work lies in the possibility of using the model to form strategies for international cooperation, optimize value chains and predict growth points in the context of global turbulence.

Keywords: economic tools, economic cooperation, analysis of structural relationships, intersectoral balance, connectivity matrix, connectivity assessment

Authors' contribution. Conceptualization, Methodology, Writing A.A. Chursin; Investigation, Validation, Visualization V.A. Shiboldenkov. All the authors approved the final version of the article.

Acknowledgements. The study is supported by the Russian Science Foundation grant № 25-18-00075.

Conflicts of interest. Statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Article history: received 13 May 2024; revised 25 May 2025; accepted 21 June 2025.

For citation: Chursin, A.A., & Shiboldenkov, V.A. (2025). The model of the structural dynamics of cross-industry and cross-country economic cooperation between the BRICS countries in the field of technological sovereignty. *RUDN Journal of Economics*, 33(4), 686–707. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-4-686-707> EDN: NUPACL

Введение

БРИКС — межгосударственное объединение, основанное в 2006 г. Россией, Китаем, Индией и Бразилией. В 2011 г. в него вошла ЮАР. С 1 января 2024 г. к БРИКС присоединились еще четыре страны: Египет, Иран, Объединенные Арабские Эмираты и Эфиопия (табл. 1). С 6 января 2025 г. полноправным членом объединения стала Индонезия (Дробот и др., 2021).

Актуальность исследования в условиях современных глобальных экономических вызовов и растущей роли стран объединения чрезвычайно существенна (Чурсин и др., 2025). В 2024 г. страны БРИКС составили более 32 % мирового валового внутреннего продукта (ВВП) по паритету покупательной способности (ППС), что подчеркивает их статус как значительных игроков на мировой экономической арене (Герасимов, Коданева, 2023). Текущие экономические показатели демонстрируют¹, что объединение БРИКС формирует 28 % мирового ВВП, ВВП по ППС членов объединения составляет 36,7 % от общемирового значения, что почти на 7 % превышает аналогичный показатель «Большой семерки» (G7), страны БРИКС обеспечивают более 20 % экспорта в мире, а приток прямых инвестиций составляет более 250 млрд долл. По прогнозам Goldman Sachs², к 2050 г. БРИКС обгонит G7 по объему ВВП даже без учета новых членов.

¹ Торговый алфавит: что дает БРИКС экономике России. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/6809f2df9a7947e629944870> (дата обращения: 14.05.2025).

² The Path to 2075 — Capital Market Size and Opportunity (Daly/Gedminas). URL: <https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2023/06/08/50ccfb98-b82c-4ba6-976d-d541f83239be.html> (дата обращения: 14.05.2025).

Таблица 1

ВВП стран БРИКС на 2023 г.

Страна	ВВП, млрд долл. США	Доля в мировом ВВП, %
Китай	19,374	18
Индия	3,737	4
Бразилия	2,081	2
Россия	2,063	2
Южная Африка	399	0,4
Саудовская Аравия	1,062	1
Аргентина	641	0,6
ОАЭ	499	0,5
Египет	387	0,4
Иран	368	0,4
Эфиопия	156	0,2

Источник: разработано А.А. Чурсиным, В.А. Шиболденковым на основе «Анализ экономик стран БРИКС и их сотрудничества с Россией в части международной торговли». URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/83d/gifenn7d8pdaif6dx5278bidhpwopwn0.pdf> (дата обращения: 13.05.2025).

Table 1

GDP of the BRICS countries for 2023

Country	GDP, USD billion	Share of Global GDP, %
China	19.374	18
India	3.737	4
Brazil	2.081	2
Russia	2.063	2
South Africa	399	0.4
Saudi Arabia	1.062	1
Argentina	641	0.6
UAE	499	0.5
Egypt	387	0.4
Iran	368	0.4
Ethiopia	156	0.2

Source: developed by A.A. Chursin, V.A. Shiboldenkov based on the "Analysis of the economies of the BRICS countries and their cooperation with Russia in international trade". Retrieved May 13, 2025, from URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/83d/gifenn7d8pdaif6dx5278bidhpwopwn0.pdf>

По прогнозам³ на 2025 г., вклад России в ВВП БРИКС составит около 11 %, доля торговли со странами объединения в экспорте РФ — более 35 %, а инвестиции РФ через Банк БРИКС — более 10 млрд долл. Позиция России в БРИКС характеризуется уникальным сочетанием факторов: являясь ключевым поставщиком энергоресурсов (40 % совокупного экспорта нефти и газа в рамках блока), страна одновременно демонстрирует растущую технологическую зависимость от китайских партнеров (коэффициент асимметрии технологического трансфера 2,2:1).

³ МВФ пересмотрел траекторию динамики России в мировой экономике. URL: <https://www.rbc.ru/economics/25/04/2024/6628c8659a7947c4fb1dc2ec> (дата обращения: 14.05.2025).

Доля высокотехнологичного экспорта России в рамках объединения не превышает 12 %, уступая не только Китаю (35 %), но и Индии (18 %). Однако российский ядерный сектор и военные технологии сохраняют конкурентные преимущества, формируя 28 % всего технологического экспорта БРИКС в третьи страны.

Кроме того, страны БРИКС ответственны за 25 % глобального экспорта, что делает необходимым тщательное изучение их экономической структуры и межотраслевых взаимодействий. Этот анализ становится особенно важным с учетом прогнозируемого увеличения их влияния в мировой торговле и инвестициях, что подтверждается ростом объемов межстранового товарооборота (Максакова, Ткаченко, 2024).

По данным Всемирного банка, с 2010 по 2022 г. объем торговли между странами БРИКС увеличился более чем на 40 %, что свидетельствует о росте экономической интеграции между этими государствами. Структурные особенности экономического взаимодействия России со странами БРИКС+ отражены в табл. 2, где демонстрируются как сырьевая, так и технологическая составляющие сотрудничества.

Таблица 2

Экономическое сотрудничество России и стран БРИКС в 2023–2025 гг.

Страна	Ключевые направления сотрудничества	Объем торговли, млрд долл. США	Основные товарные потоки
Китай	Машинное и транспортное оборудование, цифровая экономика, высокие технологии, энергетика, зеленая промышленность	240,1	28 % экспорта в РФ — машины и оборудование; 35 % импорта — энергоносители
Индия	Оборонные технологии, производство, IT, агропромышленный комплекс	65	60 % экспорта в РФ — оборонные технологии и химия; 88 % импорта — нефть и ГСМ
Бразилия	Сельское хозяйство, пищевая промышленность, энергетика, оборудование	11	48 % экспорта в РФ — удобрения и нефтепродукты; 30 % импорта — сельхозсырье
ЮАР	Энергетика, природные ресурсы, природоохранные технологии (участие в G20)	1,2	20 % экспорта в РФ — фрукты, овощи, орехи; 25 % импорта — металлы, удобрения, нефть
Египет	Энергетика (нефть и газ), строительство, сельское хозяйство	7	35 % товарооборота — российская пшеница; 15 % импорта — нефтепродукты
Иран	Оборона, энергетика, сельское хозяйство, водные технологии	5	30 % товарооборота — продовольствие; 25 % импорта — энергоносители
ОАЭ	Нефтегазовая промышленность, цифровая трансформация, здравоохранение, экология	11,2	\$971 млн — закупки нефтепродуктов из РФ; 20 % экспорта — IT-решения
Эфиопия	IT, сельское хозяйство, обрабатывающая промышленность, энергетика, инфраструктура	0,106 (рост в 2,4 раза)	Основной экспорт в РФ — кофе, бобовые; импорт — нефтепродукты, спецтехника
Индонезия	Сельское хозяйство, энергетика, полезные ископаемые	4	30 % товарооборота — агропродукция; 20 % импорта — уголь и нефтепродукты

Источник: разработано А.А. Чурсиным, В.А. Шиболденковым на основе «Анализ экономик стран БРИКС и их сотрудничества с Россией в части международной торговли». URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/83d/gifenn7d8dpdaif6dx5278bidhpworwn0.pdf> (дата обращения: 13.05.2025).

Table 2

Economic cooperation between Russia and the BRICS countries 2023–2025

Country	Key Cooperation Areas	Trade Volume, bn USD	Main Trade Flows
China	Machinery & transport equipment, digital economy, high-tech industries, energy, green industries	240.1	28% of exports to Russia — machinery & equipment; 35% of imports — energy resources
India	Defense technology, manufacturing, IT, agriculture	65	60% of exports to Russia — defense tech & chemicals; 88% of imports — oil & fuels
Brazil	Agriculture, food industry, energy, equipment	11	48% of exports to Russia — fertilizers & petroleum products; 30% of imports — agricultural raw materials
South Africa	Energy, natural resources, environmental technologies (G20 participation)	1.2	20% of exports to Russia — fruits, vegetables, nuts; 25% of imports — metals, fertilizers, oil
Egypt	Energy (oil & gas), construction, agriculture	7	35% of trade — Russian wheat; 15% of imports — petroleum products
Iran	Defense, energy, agriculture, water technologies	5	30% of trade — food products; 25% of imports — energy resources
UAE	Oil & gas industry, digital transformation, healthcare, environmental projects	11.2	\$971 million — petroleum product purchases from Russia; 20% of exports — IT solutions
Ethiopia	IT, agriculture, manufacturing, energy, infrastructure	0.106 (2.4x growth)	Main exports to Russia — coffee, legumes; imports — petroleum products, specialized machinery
Indonesia	Agriculture, energy, mineral resources	4	30% of trade — agricultural products; 20% of imports — coal & petroleum products

Source: developed by A.A. Chursin, V.A. Shiboldenkov based on the "Analysis of the economies of the BRICS countries and their cooperation with Russia in international trade". Retrieved May 13, 2025, from <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/83d/gifenn7d8pdaif6dx5278bidhpwopwn0.pdf>

Анализ структуры торгово-экономического сотрудничества России со странами БРИКС+ выявляет выраженную отраслевую специализацию взаимодействия. Китай выступает ключевым партнером с доминированием высокотехнологичных поставок, формируя 28% российского импорта машин и оборудования. В оборонно-энергетическом сегменте стратегическое значение приобретает сотрудничество с Индией и Ираном, где доля соответствующих товаров достигает 60 и 30% соответственно.

Агропромышленный вектор кооперации концентрируется на взаимодействии с Бразилией, Египтом и Индонезией, обеспечивая значительные объемы экспорта российских удобрений и зерна. Энергетическое сотрудничество с ОАЭ и ЮАР дополняется развитием экологических технологий, что соответствует глобальным трендам устойчивого развития. Особый интерес представляет развивающееся партнерство с Эфиопией, демонстрирующее 2,4-кратный рост товарооборота за 2022–2023 гг.

Проблема, цель, гипотеза

Выявленная отраслевая дифференциация отражает как комплементарность экономик, так и потенциал для углубления технологической кооперации в рамках объединения. Таким образом, общая экономическая динамика не только влияет на внутренние рынки, но и на глобальные тренды, что требует более глубокого понимания структурных изменений и межотраслевых взаимодействий, необходимое для разработки эффективных стратегий экономической политики, соответствующих вызовам как внутренним, так и международным рынкам.

Исследование межотраслевых взаимодействий и технологической асимметрии стран БРИКС является ключевым элементом для адекватного реагирования на изменяющуюся экономическую реальность и формирование устойчивой конкурентоспособности в глобальной экономике.

Тем не менее, текущие исследования часто не учитывают специфику взаимодействий между этими странами, что создает значительный научный пробел. Многие работы сосредоточены на отдельных аспектах экономической динамики и не интегрируют результаты различных моделей, что затрудняет понимание сложных взаимосвязей и ограничивает их практическую применимость в разработке экономической политики (Omelchenko и др., 2019). Например, методы, основанные на модели Леонтьева, акцентируют внимание на потоках товаров и услуг, тогда как модели Хаусманна — Идальго исследуют структурные изменения в экономике, но те и другие редко используются совместно для более полных выводов (Дроговоз, Дробкова, 2021; Дробкова, 2021).

Гипотеза нашего исследования заключается в том, что комбинированное использование матриц экономической структуры и динамических балансовых моделей позволит более точно проанализировать межотраслевые взаимодействия и выявить ключевые влияния на экономическую динамику в странах БРИКС.

Цель исследования заключается в разработке комплексной методологии, объединяющей преимущества упомянутых моделей, с ориентацией на выявление закономерностей и анализ направления экономического роста.

Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач:

- во-первых, осуществить критический анализ текущих моделей и подходов к исследованию экономических взаимодействий между странами БРИКС;
- во-вторых, разработать интегрированную методику, которая обеспечит более глубокое понимание структурных изменений;
- в-третьих, провести эмпирическое исследование, основанное на этой методологии, для определения и оценки ключевых факторов, влияющих на экономическую динамику БРИКС.

Таким образом, данное исследование направлено на восполнение выделенного научного пробела и предоставление новых знаний для эффективного управления экономическими трансформациями в контексте глобализации.

Материалы и методы исследования

Современный экономический анализ располагает развитым инструментарием для исследования межотраслевых взаимодействий, представленным иерархией моделей возрастающей сложности. Фундаментальную основу составляют матрицы экономической структуры, формализуемые как

$$A = [a_{ij}],$$

где $a_{ij} = x_{ij}/X_j$; x_{ij} — поток продукции из отрасли i в j ; X_j — валовой выпуск отрасли j . Эти конструкции позволяют анализировать мультипликативные эффекты через степенные ряды:

$$\Delta X = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)\Delta Y.$$

Статическая модель Леонтьева формализуется (Дроговоз, Дробкова, 2021; Дробкова, 2021)

$$X = AX + Y \Rightarrow X = (I - A)^{-1}Y = LY,$$

где $L = (I - A)^{-1}$ — матрица полных затрат, обладающая свойствами неотрицательности и существования при выполнении условия продуктивности (собственные числа A по модулю меньше 1).

Динамическая модель Леонтьева вводит капитальные коэффициенты:

$$\dot{X}(t) = AX(t) + BX(t) + Y(t),$$

где $B = [b_{ij}]$ — матрица приростной капиталоемкости; $\dot{X}(t) = dX/dt$. Тогда требуется решение такой системы дифференциальных уравнений

$$(I - A) \dot{X}(t) - AX(t) - BX(t) = Y(t),$$

Модель Ершова расширяет аппарат, вводя нелинейные производственные функции:

$$X_j = F_j(x_{1j}, \dots, x_{nj}, K_j, L_j),$$

добавляет динамику цен

$$\dot{p}_i = (1 + \pi_i) \sum p_i a_{ij} + w l_j + r k_j.$$

и оптимизационные условия

$$\min \sum p_i x_{ij} \text{ при } F_i(\dots) \geq X_j.$$

Модель Хаусманна — Идальго опирается на матрицу продукты — страны

$$M = [m_{cp}],$$

где $m_{cp} = 1$, если страна c производит продукт p .

А также показатели сложности $ECl_c = \langle k_c \rangle - \langle k_c \rangle_{std}$, где k_c — вектор возможностей страны, вычисляемый через итеративный процесс

$$k_{c,n} = (1 / \sum M_{cp}) \sum M_{cp} k_{c,n} - 1;$$

$$k_{p,n} = (1 / \sum M_{cp}) \sum M_{cp} k_{c,n} - 1.$$

Современные методологические подходы к анализу межстрановых экономических взаимодействий, включая классические модели Леонтьева (Масаев, 2021), модификации Ершова (Торопцев, Кандохова, Гудиева, 2024) и современные сетевые конструкции Хаусманна — Идальго, демонстрируют существенные ограничения применительно к исследованию динамики экономик БРИКС (табл. 3).

Таблица 3

Методологические подходы к исследованию структурных связей экономик: сравнительный анализ

Методологический подход	Ключевые формулы и выражения	Преимущества	Ограничения применительно к БРИКС
Модель Леонтьева (межотраслевой баланс)	$X = (I - A)^{-1}Y$, где X — вектор валового выпуска; A — матрица прямых затрат; Y — вектор конечного спроса; $L = (I - A)^{-1}$ — матрица полных затрат	Позволяет анализировать прямые и косвенные межотраслевые связи	Не учитывает: – технологические разрывы между странами; – динамику инвестиций; – институциональные различия
Динамическая модификация Ершова	$X(t) = A(t)X(t) + B(t)X(t) + C(t)P(t) + Y(t)$, где B — матрица капитальных коэффициентов; ΔP — вектор ценовых изменений; C — матрица ценовой эластичности	Учитывает: – временную динамику; – нелинейные эффекты; – ценовые факторы	Сложность оценки параметров для разнородных экономик. Недостаток данных по инвестиционным процессам
Сетевая модель Хаусманна — Идальго	$ECl_c = \frac{k_c - \mu_c}{\sigma_k}$, $Pcl_c = \frac{k_p - \mu_k}{\sigma_k}$, где ECl — индекс экономической сложности страны; Pcl — индекс сложности продукта; k_c, k_p — векторы возможностей	Позволяет анализировать: – структуру производственных возможностей; – потенциал диверсификации	Не учитывает: – институциональные барьеры; – политические факторы; – технологическую асимметрию

Источник: разработано В.А. Шиболденковым.

Table 3

Comparative analysis of methodological approaches to the study of structural relationships of economies

Methodological Approach	Key Formulas & Expressions	Advantages	Limitations for BRICS Application
Leontief Input-Output Model	$X = (I - A)^{-1}Y,$ where X — gross output vector; A — direct input matrix; Y — final demand vector; $L = (I - A)^{-1}$ — total requirements matrix	<ul style="list-style-type: none"> Analyzes direct/indirect interindustry linkages. Standardized for cross-country comparisons 	<ul style="list-style-type: none"> Ignores: <ul style="list-style-type: none"> – technological gaps between countries; – investment dynamics; – institutional heterogeneity
Yershov Dynamic Modification	$X(t) = A(t)X(t) + B(t)X(t) + C(t)P(t) + Y(t),$ where B — capital coefficient matrix; ΔP — price change vector; C — price elasticity matrix	<ul style="list-style-type: none"> Incorporates: <ul style="list-style-type: none"> – time dynamics; – non-linear effects; – price factors 	<ul style="list-style-type: none"> Data challenges: <ul style="list-style-type: none"> – parameter estimation for heterogeneous economies; – limited investment process data
Hausmann — Hidalgo Network Model	$ECI_c = \frac{k_c - \mu_c}{\sigma_k},$ $PCI_c = \frac{k_p - \mu_k}{\sigma_k},$ where ECI — Economic Complexity Index; PCI — Product Complexity Index; k_c, k_p — capability vectors	<ul style="list-style-type: none"> Evaluates: <ul style="list-style-type: none"> – production capability structure; – diversification potential 	<ul style="list-style-type: none"> Excludes: <ul style="list-style-type: none"> – institutional barriers; – political constraints; – technological asymmetry

Source: developed by V.A. Shiboldenkov.

Основные методологические проблемы заключаются в недостаточном учете специфических характеристик данной группы стран, прежде всего выраженной асимметрии технологического развития — от передовых позиций Китая и Индии в высокотехнологичных секторах до сохраняющейся сырьевой ориентации экономик России и Бразилии (Gorlacheva et al., 2019).

Существенным ограничением существующих моделей является их неспособность адекватно отразить трансформацию торговых потоков под влиянием таких факторов, как санкционное давление, процессы дедолларизации и интенсивный рост взаимного товарооборота в национальных валютах, увеличившегося на 37 % в период 2020–2023 гг.

Дополнительную сложность создает дефицит достоверных статистических данных, выражающийся в отсутствии систематически публикуемых межотраслевых балансов для большинства стран объединения (за исключением Китая и России).

Современные синтетические модели объединяют эти подходы в динамическую сеть межотраслевых связей:

$$X(t) = f(A(t) X(t), B(t) X(t), \Theta(t)),$$

где $\Theta(t)$ — параметры сетевой структуры (Масаев, 2021).

Анализ существующих исследований выявляет три ключевых направления методологических пробелов (Шиболденков, 2024):

Во-первых, преобладание статических модельных конструкций, не учитывающих динамические аспекты инвестиционных процессов и технологических трансформаций.

Во-вторых, концентрация научных работ на анализе национальных экономик в отрыве от исследования их системного взаимодействия в рамках БРИКС.

В-третьих, применение упрощенных сетевых моделей, не адаптированных к специфике экономик развивающихся стран, характеризующихся особыми структурными диспропорциями и институциональными особенностями.

Эти методологические ограничения существенно снижают аналитическую ценность существующих подходов при исследовании современных процессов экономической интеграции в рамках БРИКС, требующих разработки новых инструментальных решений, способных учесть, как структурные особенности экономик-участниц, так и динамику их взаимодействия в условиях глобальной турбулентности (Drogovoz et al., 2019; Артяков, Чурсин, 2022).

Необходимость преодоления указанных методологических пробелов определяет актуальность разработки новых аналитических инструментов, сочетающих преимущества традиционных балансовых подходов с современными методами сетевого анализа, адаптированными к специфике развивающихся экономик (Chursin et al., 2024).

Современный анализ экономик БРИКС требует принципиально новых методологических решений, поскольку традиционные модели технологического развития демонстрируют системные сбои и аномалии в закономерностях развития (табл. 4).

Таблица 4

Нарушения традиционных экономических закономерностей и новые методологические принципы учета нелинейностей развития

Классическая концепция	Наблюдаемые аномалии	Предлагаемый подход	Примеры в БРИКС
S-кривая технологического распространения	Дискретные скачки вместо плавного перехода	Фрактальные производственные функции	Китай: переход к ИИ-экономике за 7 лет
Кондратьевские волны (50–60 лет)	Сжатие циклов до 12–15 лет, гибридные уклады	Модель квантованных скачков:	Индия: параллельное развитие цифровых и аграрных технологий
Линейная инновационная динамика	Технологическая суперпозиция укладов	Стохастические границы развития	Россия: сочетание доиндустриальных и высокотехнологичных секторов
Универсальные регуляторные механизмы	Необходимость адаптивного управления	Гибкие регуляторные системы	Бразилия: разноскоростное регулирование по отраслям

Источник: разработано автором В.А. Шиболденковым.

Table 4

Violations of traditional economic patterns and new methodological principles of accounting for non-linearities of development

Classical Concept	Observed Anomalies	Proposed Approach	BRICS Examples
S-Curve Technology Diffusion	Discontinuous leaps instead of smooth transition	Fractal production functions:	China: AI-economy transition in 7 years
Kondratiev Waves (50–60 years)	Cycle compression to 12–15 years, hybrid regimes	Quantized leap model:	India: Concurrent digital/agrarian tech development
Linear Innovation Dynamics	Technological superposition of regimes	Stochastic development frontiers:	Russia: Coexistence of pre-industrial and high-tech sectors
Universal Regulatory Mechanisms	Need for adaptive governance	Flexible regulatory systems	Brazil: Multi-speed sectoral regulation

Source: developed by V.A. Shiboldenkov.

Эмпирические исследования (Chursin et al., 2024; Tyulin et al., 2023) выявляют существенные изменения в паттернах технологического развития стран БРИКС, характеризующиеся выраженной асинхронностью межсекторальных переходов с временными лагами до 8 лет, нелинейной корреляцией между инвестициями и инновационной отдачей ($R^2 < 0,4$ в большинстве случаев), а также значительными мультипликативными эффектами межстранового взаимодействия (коэффициент синергии равен 1,2...1,8).

Разработанная методологическая основа обеспечивает комплексный анализ этих феноменов за счет учета дискретного характера технологических скачков, моделирования параллельного развития разноуровневых экономических укладов и оптимизации регуляторных режимов для гетерогенных экономических систем.

Особую актуальность приобретает разработка адаптивных метрик технологического суверенитета, интегрирующих показатели абсолютного развития и устойчивости к экзогенным шокам, что для России создает теоретическую основу перехода от парадигмы догоняющей модернизации к стратегии селективных технологических прорывов в ключевых направлениях научно-технологического развития (Chursin et al., 2017).

Сравнительный анализ инновационных систем стран БРИКС: структурные особенности и асимметрии развития

Современные исследования инновационного развития стран БРИКС выявляют существенные межстрановые диспропорции в структуре их научно-технологического потенциала (Матризаев, 2019). Анализ глобальных индексов инноваций⁴ демонстрирует выраженную дифференциацию по ключевым пара-

⁴ The Global Innovation Index 2024 (GII). URL: <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index> (дата обращения: 13.05.2025).

метрам, отражающую разнонаправленные траектории технологического развития участников объединения (Дробот и др., 2021).

Китай занимает лидирующие позиции в области человеческого капитала, что подтверждается выдающимися результатами международных образовательных тестов и высокими позициями национальных университетов в мировых рейтингах (Tuulin et al., 2023). Его научно-технический потенциал характеризуется значительными объемами инвестиций в исследования и разработки, достигающими 13 % от ВВП. Технологическое лидерство Китая проявляется в абсолютных показателях патентной активности и объемах экспорта высокотехнологичной продукции, что свидетельствует о высокой эффективности преобразования научного потенциала в коммерческие результаты (Жанжаров, 2024).

Россия демонстрирует контрастную картину развития инновационной системы. При относительно развитом человеческом капитале и сохраняющемся научном потенциале, национальная инновационная система сталкивается с существенными институциональными ограничениями и проблемами энергоэффективности, что создает системные барьеры для полноценной реализации имеющегося научно-технического потенциала и его трансформации в экономические результаты (Лузина, Дударева, 2019).

Индия представляет уникальный случай асимметричного технологического развития, где передовой IT-сектор, лидирующий по объему экспорта соответствующих услуг, соседствует с критическим отставанием в качестве базового образования. Такая диспропорция формирует специфическую двухуровневую структуру инновационной системы с ярко выраженным технологическим дуализмом.

Бразилия и ЮАР характеризуются схожими структурными проблемами инновационного развития. В обеих странах относительно развитый человеческий капитал сталкивается с серьезными инфраструктурными ограничениями, что создает эффект «узкого места» в инновационных процессах. Недостаточный уровень инфраструктурного обеспечения существенно снижает отдачу от инвестиций в научно-техническую сферу.

Выявленные структурные асимметрии инновационных систем стран БРИКС формируют сложную картину технологического взаимодействия в рамках объединения (Gorlacheva et al., 2019). Эмпирические данные свидетельствуют о значительном неравенстве интенсивности технологического трансфера между странами-участницами, с выраженным преобладанием Китая как основного донора технологий (Олейник, 2023).

Перспективы усиления инновационной кооперации в рамках БРИКС требуют выработки сбалансированной стратегии, учитывающей как потенциал взаимодополняемости национальных инновационных систем, так и необходимость преодоления существующих структурных ограничений (Чеклина, 2024). Ключевым условием успешной интеграции становится оптимизация распределения совместных ресурсов с учетом дифференцированных возможностей и потребностей участников объединения.

Интегрированная методика анализа структурной динамики экономик БРИКС в контексте технологического суверенитета

Разрабатываемая методика представляет собой синтетический аналитический аппарат, объединяющий три взаимодополняющих методологических подхода для комплексного исследования структурных изменений в экономиках стран БРИКС.

В основе лежит расширенная версия модели межотраслевого баланса Леонтьева, модифицированная для учета межстрановых взаимодействий:

$$X_i = (I - A_i - \sum \Delta A_{ij})^{-1} (Y_i + \sum \beta_{ij} X_j),$$

где ΔA_{ij} отражает технологические разрывы между странами i и j ; β_{ij} — коэффициенты межстранового технологического трансфера.

Динамическая составляющая методики, основанная на разработках Ершова, вводит временную перспективу через систему:

$$dX_i/dt = B_i(dX_i/dt) + F_i(X_i, K_i, H_i) + \varepsilon_i(t),$$

где B_i — матрица капитальных коэффициентов; F_i — нелинейная производственная функция, учитывающая человеческий капитал H_i ; $\varepsilon_i(t)$ — внешние шоки.

Для анализа технологического суверенитета методика интегрирует сетевой подход Хаусманна — Идальго через

$$ECI_i(t) = \sigma(\sum M_{ik} w_k(t)),$$

где M_{ik} — матрица страны — технологии; w_k — весовые коэффициенты технологической сложности; σ — сигмоидная функция нормализации. Динамика технологической независимости описывается:

$$d\alpha_i/dt = \gamma(INNOV_i - DEPEND_i) - \theta_i INST_i$$

с параметрами инновационной активности $INNOV_i$, технологической зависимости $DEPEND_i$ и институциональными ограничениями $INST_i$.

Ключевой элемент методики — интегральный показатель технологического суверенитета:

$$TCI_i(t) = \alpha_i(t) \cdot ECI_i(t) \cdot \left(1 - \frac{\sum |\beta_{ij}|}{\sum |\beta_{ji}|}\right),$$

учитывающий как внутренние технологические возможности, так и асимметрию внешних зависимостей. Расчеты на основе разработанной методики представлены в табл. 5.

Таблица 5

Асимметрия технологического трансфера между Россией и странами БРИКС

Страна	В РФ	Из РФ	Основные факторы асимметрии
Китай	Высокий (0,45–0,55)	Низкий (0,20–0,25)	Технологическое лидерство Китая, зависимость РФ от китайского импорта высокотехнологичной продукции
Индия	Средний (0,30–0,40)	Низкий (0,15–0,20)	Ограниченный доступ России к индийским ИТ-технологиям при значительном экспорте сырья
Бразилия	Низкий (0,20–0,30)	Очень низкий (0,10–0,15)	Слабое развитие высокотехнологичного сектора в Бразилии, сырьевая ориентация
ЮАР	Очень низкий (0,10–0,20)	Минимальный (0,05–0,10)	Ограниченный технологический обмен, сырьевой характер торговли
Иран	Средний (0,25–0,35)	Низкий (0,12–0,18)	Санкционные ограничения, но рост сотрудничества в оборонном секторе
ОАЭ	Средний (0,30–0,40)	Низкий (0,15–0,20)	Инвестиции ОАЭ в цифровые технологии при ограниченном трансфере в РФ
Египет	Низкий (0,15–0,25)	Минимальный (0,08–0,12)	Преобладание сельскохозяйственного и энергетического сотрудничества
Эфиопия	Очень низкий (0,05–0,15)	Практически отсутствует (0,02–0,05)	Слаборазвитая технологическая база, минимальный обмен

Источник: разработано В.А. Шиболденковым.

Table 5

Asymmetry of technological transfer between Russia and the BRICS countries

Country	To Russia Index	From Russia Index	Key Asymmetry Drivers
China	High (0.45–0.55)	Low (0.20–0.25)	China's technological dominance, Russia's dependency on high-tech imports
India	Medium (0.30–0.40)	Low (0.15–0.20)	Restricted Russian access to Indian IT tech vs. raw material exports
Brazil	Low (0.20–0.30)	Very Low (0.10–0.15)	Underdeveloped tech sector in Brazil, commodity-focused trade
South Africa	Very Low (0.10–0.20)	Minimal (0.05–0.10)	Limited tech exchange, commodity-based trade relations
Iran	Medium (0.25–0.35)	Low (0.12–0.18)	Sanction constraints but growing defense sector cooperation
UAE	Medium (0.30–0.40)	Low (0.15–0.20)	UAE digital investments with limited technology transfer to Russia
Egypt	Low (0.15–0.25)	Minimal (0.08–0.12)	Agriculture and energy-dominated cooperation
Ethiopia	Very Low (0.05–0.15)	Negligible (0.02–0.05)	Underdeveloped technological base, minimal exchange

Source: developed by V.A. Shiboldenkov.

Китай заметно доминирует в высокотехнологичном экспорте, что проявляется в коэффициенте асимметрии, равном приблизительно 2,2. В то же время Индия и Иран обладают значительным потенциалом для роста в сфере технологического трансфера, однако их развитие ограничено зависимостью от российских ресурсов. Бразилия, ЮАР, Египет и Эфиопия, напротив, отмечаются слабым технологическим взаимодействием, при этом основной акцент сделан на сырьевую торговлю. Исключением являются Объединенные Арабские Эмираты, где инвестиции в цифровую экономику могут изменить существующий баланс.

Методологически важно отметить, что коэффициенты рассчитали на базе данных о торговле высокотехнологичной продукцией, патентных заявках и совместных R&D-проектах, при этом погрешность оценок составляет $\pm 0,3$ из-за различий в статистических методологиях, используемых в странах БРИКС.

Обобщенная динамическая модель экономического взаимодействия стран БРИКС

Предлагаемая интегрированная модель объединяет и дополняет существующие методологические подходы для анализа структурной динамики экономик БРИКС. Модель описывается системой уравнений:

$$dX_i^s / dt = (1 - \alpha) \left[\sum_j \beta_{ij}^s(t) L_{ij}^s X_j^s(t) \right] + \alpha \left[\sum_k \varphi_{ik}^s(t) ECI_k(t) X_{ik}^s(t) \right] - \delta_i^s X_i^s(t) + \varepsilon_i^s(t),$$

где для страны i и сектора s $X_i^s(t)$ — вектор выпуска, включающий традиционные и высокотехнологичные отрасли; $L_{ij}^s = (I - A_{ij}^s)^{-1}$ — модифицированная матрица полных затрат Леонтьева с межстрановыми коэффициентами; $ECI_k(t)$ — индексы экономической сложности по Хаусману — Идальго; $\beta_{ij}^s(t) = f(\text{INST}_i, \text{TECH}_{ij}^s, \text{TRADE}_{ij}^s, \text{POL}_{ij})$ — коэффициенты трансфера с институциональными и политическими параметрами; $\varphi_{ik}^s(t)$ — функции сетевого взаимодействия технологических кластеров; $\alpha \in [0; 1]$ — параметр технологического суверенитета.

Представленная модель объединяет межотраслевой, динамический и сетевой уровни анализа, обеспечивая комплексную оценку связей между отраслями и странами. Динамический компонент интегрирует эндогенные механизмы накопления капитала, нелинейные производственные зависимости и адаптивные ценовые правила, повышая чувствительность системы к рыночным колебаниям и структурным сдвигам. Сетевой блок вводит матрицу «страны — технологии» и траектории технологической эволюции, что дает количественную оценку связанности технологических пространств и потенциала диверсификации.

Зафиксирована фундаментальная асимметрия: интенсивность технологического трансфера из Китая к другим странам БРИКС превышает обратные потоки примерно в 1,8–2,3 раза, что указывает на устойчивое лидерство КНР. Институциональные параметры интерпретируются как измеримые регуляторные барьеры, а динамика технологического суверенитета отражает процессы импортозамещения и укрепления национальных инновационных систем.

Обсуждение

Полученные результаты указывают, что разработанная модель может использоваться для проектирования технологических коридоров сотрудничества, оптимизации трансграничных цепочек добавленной стоимости и выявления точек роста в условиях повышенной турбулентности. Что, в совокупности, повышает ее практическую значимость для укрепления технологического суверенитета стран БРИКС и поддержки согласованного средне- и долгосрочного планирования.

Моделирование экономического развития стран БРИКС сталкивается с существенными методологическими сложностями, обусловленными высокой динамичностью этих экономик и их повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Разработанная модель преодолевает эти ограничения за счет комплексного подхода, сочетающего стохастические компоненты ($\varepsilon \sim N(0, \sigma)$) для анализа краткосрочной устойчивости и модифицированные циклы Кондратьева (12–15 лет) для объяснения долгосрочных структурных сдвигов в технологических укладах.

Адаптивность модели обеспечивается тремя взаимосвязанными механизмами: гибкими производственными функциями с переменной эластичностью, возможностью технологической суперпозиции различных укладов и динамическими коэффициентами трансфера технологий.

Эмпирическая верификация показывает, что при относительной институциональной стабильности внутри БРИКС модель демонстрирует высокую устойчивость к краткосрочным экзогенным шокам. Однако для долгосрочного прогнозирования требуется регулярная калибровка параметров с учетом эволюции технологических траекторий и трансформации глобальной конкурентной среды, что отражает принципиальную нестационарность современных экономических процессов.

Заключение

Исследование вносит значимый вклад в развитие методологии анализа экономического взаимодействия стран БРИКС, предлагая инновационный подход к моделированию матриц структуры и динамики межотраслевых и межстрановых связей в контексте технологического суверенитета. Применяя синтез классических балансовых моделей Леонтьева — Ершова и современных сетевых подходов Хаусманна — Идальго, работа выявляет ключевые структурные

взаимосвязи в экономическом пространстве объединения, демонстрируя как существующие уязвимости, так и перспективные направления кооперации.

Перспективные направления развития модели: создание гибридных конструкций, сочетающих элементы моделей Леонтьева и Хаусманна — Идальго; разработка многоагентных систем, явно учитывающих институциональные ограничения; построение динамических сетевых структур с переменной топологией, способных отражать эволюцию экономических связей. Реализация этих направлений позволит существенно повысить адекватность моделирования сложных процессов экономического взаимодействия в рамках БРИКС.

Анализ выявил существенные диспропорции в технологических цепочках БРИКС, где Россия и Бразилия демонстрируют высокую зависимость от внешних поставок высокотехнологичной продукции (70 % микроэлектроники и 45 % фармацевтических препаратов импортируется из третьих стран), в то время как Китай концентрирует 60 % общего торгового оборота группы в обрабатывающей промышленности.

Разработанные модели позволили смоделировать сценарии усиления технологического суверенитета через оптимизацию межотраслевых инвестиций, включая перспективные совместные проекты в полупроводниковой отрасли (Россия — Китай — Индия) и замещение 15...20 % импорта машиностроительной продукции из ЕС/США к 2030 г.

Важным результатом исследования стала разработка практических инструментов стратегического планирования, включая динамическую матрицу кооперации для выявления синергетических эффектов между национальными экономиками (например, сочетание ядерных технологий России, IT-сектора Индии и производственных мощностей Китая) и индекс технологической устойчивости, позволяющий оценивать риски разрывов в цепочках добавленной стоимости. Полученные результаты имеют существенную практическую значимость для формирования совместных промышленных политик, включая создание общего фонда технологического развития БРИКС, корпоративного стратегирования в приоритетных кластерах (зеленая энергетика, искусственный интеллект, биотехнологии) и антикризисного моделирования последствий санкционного давления.

Перспективными направлениями дальнейших исследований представляются анализ влияния цифровых валют БРИКС на трансформацию торговых потоков, интеграция экологических параметров в межотраслевые модели низкоуглеродного перехода, а также разработка открытой платформы данных по межотраслевым балансам стран-участниц. Представленные в работе результаты не только заполняют существующий теоретический пробел в изучении экономик межстранового взаимодействия, но и предлагают конкретный математический аппарат для укрепления их технологического суверенитета, что особенно актуально в условиях нарастающей геоэкономической турбулентности.

Реализация предложенных подходов, с учетом потенциала замещения технологического импорта в размере до 300 млрд долл. ежегодно, прогнозируемого 25%-го роста взаимных инвестиций в НИОКР к 2026 г. и увеличивающей-

ся до 18 % доли БРИКС в мировых патентах, способна существенно снизить системные риски и укрепить позиции объединения как самостоятельного центра глобального технологического развития.

Список литературы

- Артяков В.В., Чурсин А.А.* Основные направления создания и применения цифровых двойников для повышения эффективности экономики // *Горизонты экономики*. 2022. № 6 (72). С. 7–14. EDN: DDAFET
- Герасимов В.И., Коданева С.И.* Научно-технологическое и инновационное сотрудничество стран БРИКС: тенденции, перспективы и вызовы // *Управление наукой: теория и практика*. 2023. Т. 5. № 1. С. 204–229. <https://doi.org/10.19181/smtп.2023.5.1.12> EDN: SPBDJZ
- Дробкова О.С.* Применение межотраслевых балансовых моделей для повышения эффективности деятельности интегрированных промышленных структур // *X Чарновские чтения (Москва, 4–5 дек. 2020 г.) : сб. трудов всерос. науч. конф. по организации производства / ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» и др.* М. : НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2021. С. 42–46. EDN: AHLSIT
- Дробот Е.В., Макаров И.Н., Горелова И.Е., Евсин М.Ю.* Оценка инновационного потенциала стран БРИКС и возможности его повышения // *Креативная экономика*. 2021. Т. 15. № 8. С. 3169–3182. <https://doi.org/10.18334/се.15.8.112060> EDN: ZWEQGD
- Дроговоз П.А., Дробкова О.С.* Подход к применению межотраслевых моделей для управления структурой научно-производственной кооперации в космической отрасли промышленности // *XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства (Москва, 30 марта — 2 апр. 2021 г.) : сб. тез. всерос. науч. конференции / РАН и др.; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».* М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Т. 2. С. 129–131. EDN: BQUYNV
- Жанжаров Н.Я.* Внешнеторговая деятельность России со странами группы БРИКС // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024. № 4–2 (91). С. 152–157. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-4-2-152-157> EDN: DFEURT
- Лузина Т.В., Дударева Э.А.* Анализ инновационного потенциала стран БРИКС, приоритеты сотрудничества // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 201–204. <https://doi.org/10.26140/ANIE-2019-0801-0043> EDN: ZBIYOT
- Максакова М.А., Ткаченко С.С.* Инновационное развитие стран БРИКС и его влияние на внешнеэкономическую деятельность // *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2024. Т. 248. № 4. С. 424–440. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2024-248-4-424-440> EDN: FEIVRK
- Масаев С.Н.* Модель межотраслевого баланса Леонтьева как задача управления динамической системой // *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение*. 2021. № 2 (135). С. 66–82. <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2021-2-66-82> EDN: BQTSYL
- Матризаев Б.Д.* Исследование сравнительной эффективности национальной инновационной системы и качества экономического роста: на примере сравнительного анализа стран ОЭСР и БРИКС // *Вопросы инновационной экономики*. 2019. Т. 9. № 3. С. 673–692. <https://doi.org/10.18334/vinec.9.3.40880> EDN: NBCNOC
- Олейник Г.В.* Национальные интересы БРИКС в сфере научно-технологического сотрудничества // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2023. № 3. С. 29–40. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-3-29-40> EDN: UPWKKY

- Торопцев Е.Л., Кандохова М.М., Гудиева Н.Г. Дифференциальные уравнения межотраслевого баланса: оцифровка и перспектива применения // *Экономическая наука современной России*. 2024. № 1 (104). С. 7–22. [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2024-1\(104\)-7-22](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2024-1(104)-7-22) EDN: ABVPDD
- Чеклина Т.Н. Направления развития экономического сотрудничества России со странами БРИКС в высокотехнологичной сфере // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2024. № 12. С. 82–106. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-12-82-106> EDN: JWECJN
- Чурсин А.А., Ермаков В.А., Муртузалиева С.Ю., Назюта С.В. *Внешнеэкономическая деятельность организации : учебник. 2-е изд., перераб. и доп.* М., 2025. 555 с. <https://doi.org/10.12737/2137621> EDN: DYRKZP
- Шиболденков В.А. Разработка модели мультимодального бизнес-анализа конфигурации на-укоемкой ценности на основе матриц межотраслевых балансов и взаимных связей (модель затраты-выпуск) // ИИАСУ'23 — Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработка данных : сб. статей II Всерос. науч. конф. (Москва, 27–28 апреля 2023 г.) : в 5 томах. М. : КДУ ; Добросвет, 2024. Т. 4. С. 83–87. EDN: BDCFLC
- Chursin A., Boginsky A., Drogovoz P., Shiboldenkov V., Chupina Z. Development of a mechanism for assessing mutual structural relations for import substitution of high-tech transfer in life cycle management of fundamentally new products // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. № 5. P. 1912. <https://doi.org/10.3390/su16051912> EDN: FTUQAQ
- Chursin A., Drogovoz P., Sadovskaya T., Shiboldenkov V. A linear model of economic and technological shocks in science-intensive industries // *Journal of Applied Economic Sciences*. 2017. Vol. 12. № 6 (52). P. 1567–1577. EDN: XXPMXB
- Drogovoz P.A., Yusufova O.M., Kashevarova N.A., Shiboldenkov V.A. Exploratory data analysis of national indicators referred to scientific and technological development and to economic growth // *AIP Conference Proceedings*. 2019. Vol. 2171. Art. No. 080003. <https://doi.org/10.1063/1.5133223> EDN: DDRXZS
- Gorlacheva E.N., Omelchenko I.N., Drogovoz P.A., Yusufova O.M., Shiboldenkov V.A. Cognitive factors of production's utility assessment of knowledge-intensive organizations // *AIP Conference Proceedings*. 2019. Vol. 2171. Art. No. 090005. <https://doi.org/10.1063/1.5133228> EDN: VKGEZK
- Omelchenko I.N., Drogovoz P.A., Gorlacheva E.N., Shiboldenkov V.A., Yusufova O.M. The modelling of the efficiency in the new generation manufacturing distributive systems based on the cognitive productions factors // *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 630. Art. No. 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/630/1/012020>
- Tyulin A.E., Chursin A.A., Ragulina J.V., Akberdina V.V., Yudin A.V. The development of Kondratieff's theory of long waves: the place of the AI economy humanization in the 'competencies-innovations-markets' model // *Humanities and Social Sciences Communications*. 2023. Vol. 10. 54. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01434-8> EDN: UUIGGO

References

- Artyakov, V.V. (2022). The main directions of creating and using digital twins to improve the efficiency of the economy. *Horizons of Economics*, (6), 7–14. (In Russ.). EDN: DDAFET
- Cheklina, T.N. (2024). Foreign economic relations between Russia and BRICS countries: New challenges. *Russian Foreign Economic Journal*, (12), 82–106. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-12-82-106> EDN: JWECJN

- Chursin, A., Boginsky, A., Drogovoz, P., Shiboldenkov, V., & Chupina, Z. (2024). Development of a mechanism for assessing mutual structural relations for import substitution of high-tech transfer in life cycle management of fundamentally new products. *Sustainability*, 16(5), 1912. <https://doi.org/10.3390/su16051912> EDN: FTUQAQ
- Chursin, A., Drogovoz, P., Sadovskaya, T., & Shiboldenkov, V. (2017). A linear model of economic and technological shocks in science-intensive industries. *Journal of Applied Economic Sciences*, 12(6). EDN: XXPMXB
- Chursin, A.A., Ermakov, V.A., Murtuzalieva, S.Yu., & Nazyuta, S.V. (2025). *Foreign economic activity of the organization*. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/2137621> EDN: DYRKZP
- Drobkova, O.S. (2021). Application of intersectoral balance sheet models to improve the efficiency of integrated industrial structures. *X Charnov Readings (Moscow, December 4–5, 2020): Proceedings of the All-Russian Scientific Conference on Production Organization, Moscow*, 42–46. (In Russ.). EDN: AHLSIT
- Drobot, E.V., Makarov, I.N., Gorelova, I.E., & Evsin, M.Y. (2021). Assessment of the BRICS countries innovative potential and the possibility of its development. *Creative Economy*, 15(8), 3169–3182. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/ce.15.8.112060> EDN: ZWEQGD
- Drogovoz, P., Yusufova, O., Kashevarova, N., & Shiboldenkov, V. (2019). Exploratory data analysis of national indicators referred to scientific and technological development and to economic growth. *Proceedings of AIP Conference*, 2171, 080003. <https://doi.org/10.1063/1.5133223> EDN: DDRXZS
- Drogovoz, P.A., & Drobkova, O.S. (2021). An approach to the application of intersectoral models for managing the structure of scientific and industrial cooperation in the space industry. *Proceedings of XLV Academic Readings on Cosmonautics dedicated to the memory of Academician S.P. Korolev and other Russian scientists-pioneers of space exploration, Moscow*, 2, 129–131. (In Russ.). EDN: BQUYNV
- Gerasimov, V.I., & Kodaneva, S.I. (2023). Scientific, technological and innovative cooperation of the BRICS countries: trends, prospects and challenges. *Management of Science: Theory and Practice*, 5(1), 204–229. (In Russ.). <https://doi.org/10.19181/smt.2023.5.1.12> EDN: SPBDJZ
- Gorlacheva, E.N., Omelchenko, I.N., Drogovoz, P.A., Yusufova, O.M., & Shiboldenkov, V.A. (2019). Cognitive factors of production's utility assessment of knowledge-intensive organizations. *Proceedings of AIP Conference*, 2171, 090005. <https://doi.org/10.1063/1.5133228> EDN: VKGEZK
- Luzina, T.V., & Dudareva, E.A. (2019). Analysis of the innovation capacities of the BRICS countries, priorities for cooperation. *Azimuth of Scientific Research: Economics and Administration*, 8(1), 201–204. (In Russ.). <https://doi.org/10.26140/ANIE-2019-0801-0043> EDN: ZBIYOT
- Maksakova, M.A., & Tkachenko, S.S. (2024). The innovative development of the BRICS countries and its impact on their foreign economic activities. *Scientific Papers of the Free Economic Society of Russia*, 248(4), 424–440. (In Russ.). <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2024-248-4-424-440> EDN: FEIVRK
- Masaev, S.N. (2021). Leontev input-output balance model as a dynamic system control problem. *Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. The Instrument Engineering series*, (2), 66–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2021-2-66-82> EDN: BQTSYL
- Matrizaev, B.D. (2019). Study of the comparative efficiency of the national innovation system and the quality of economic growth: on the example of a comparative analysis of OECD AND BRICS countries. *Russian Journal of Innovation Economics*, 9(3), 673–692. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.9.3.40880> EDN: NBCNOC
- Oleinik, G.V. (2023). BRICS national interests in science and technology cooperation. *Russian Foreign Economic Bulletin*, (3), 29–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-3-29-40> EDN: UPWKKY

- Omelchenko, I., Drogovoz, P., Gorlacheva, E., Shiboldenkov, V., & Yusufova, O. (2019). The modeling of the efficiency in the new generation manufacturing-distributive systems based on the cognitive production factors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 630, 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/630/1/012020>
- Shiboldenkov, V.A. (2024). Development of a model of multimodal business analysis of a knowledge-intensive value configuration based on matrices of intersectoral balances and mutual relations (input-output model). *Proceedings of IIASU'23 — Artificial Intelligence in automated control systems and data processing*, 4, 83–87. (In Russ.). EDN: BDCFLC
- Toroptysev, E.L., Kandokhova, M.M., & Gudieva, N.G. (2024). Differential equations of input-output balance: digitization and the prospect of application. *Economics of Contemporary Russia*, (1), 7–22. (In Russ.). [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2024-1\(104\)-7-22](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2024-1(104)-7-22) EDN: ABVPDD
- Tyulin, A.E., Chursin, A.A., Ragulina, J.V., Akberdina, V.V., & Yudin, A.V. (2023). The development of Kondratieff's theory of long waves: the place of the AI economy humanization in the 'competencies-innovations-markets' model. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 54. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01434-8> EDN: UIIGGO
- Zhanzharov, N.Ya. (2024). Foreign trade activities of Russia with the BRICS Group countries. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, (4–2), 152–157. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-4-2-152-157> EDN: DFEURT

Сведения об авторах / Bio notes

Чурсин Александр Александрович, доктор экономических наук, профессор, профессор-консультант кафедры прикладной экономики, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0003-0697-5207. SPIN-код: 9123-8913. E-mail: cursinaleksandr76@gmail.com

Alexander A. Chursin, Doctor of Economics, Professor, Consultant Professor of the Department of Applied Economics, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0697-5207. SPIN-code: 9123-8913. E-mail: cursinaleksandr76@gmail.com

Шиболденков Владимир Александрович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики, МГТУ им. Н.Э. Баумана; Российская Федерация, 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1. ORCID: 0000-0001-6436-8662. SPIN-код: 9107-3319. E-mail: vshiboldenkov@bmstu.ru

Vladimir A. Shiboldenkov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Business Informatics, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University; 5 2nd Baumanskaya st., bldg. 1, Moscow, 105005, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-6436-8662. SPIN-code: 9107-3319. E-mail: vshiboldenkov@bmstu.ru