

Научная статья

УДК 338.24

DOI: 10.47475/1994-2796-2026-509-3-44-56

ФАКТОРНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СТРАН БРИКС+ КАК ОСНОВА ТИПОЛОГИИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ

Николай Дмитриевич Дмитриев^{1✉}, Василий Васильевич Сорокожердьеv²,
Александр Гарриевич Рубин³

¹ Высшая инженерно-экономическая школа, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, dmitriev_nd@spbstu.ru, 0000-0003-0282-1163

² Краснодарский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Краснодар, Россия, sorich@mail.ru, 0000-0001-9906-7712

³ Краснодарский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Краснодар, Россия, AGRubin@fa.ru, 0000-0001-9614-8138

Аннотация. Исследование посвящено эмпирическому анализу структурной неоднородности промышленного развития стран БРИКС+ на основе многомерного панельного массива социально-экономических показателей за 2000–2024 гг. Актуальность определяется расширением состава объединения, нарастающей асимметрией индустриальных траекторий стран-участниц и потребностью в инструментах идентификации режимно-специфических оснований промышленного роста в условиях трансформации мировой политико-экономической архитектуры. Цель исследования — выявление латентных факторных конфигураций, формирующих промышленное развитие стран БРИКС+, и количественная оценка их влияния на долю обрабатывающей промышленности в ВВП. Панельный массив охватывает демографические, образовательные, ресурсно-энергетические, инвестиционные, торговые и научно-технологические показатели национальных экономик. Для редукции размерности применён метод главных компонент; экономическая значимость выявленных факторов верифицирована посредством панельных регрессионных моделей со сквозной спецификацией и робастными оценками стандартных ошибок. Факторный анализ выявил устойчивые латентные компоненты, отражающие три доминирующих структурных измерения: человеческого капитала и индустриального потенциала; внешнеэкономической и инновационной ориентации; инвестиционно-структурных параметров. Пространственно-динамический анализ зафиксировал выраженную межстрановую дифференциацию по уровням и траекториям факторных оценок, указывая на сосуществование альтернативных режимов индустриального роста внутри объединения. Эконометрическая верификация подтвердила статистически значимое и разнонаправленное влияние выявленных компонент на долю обрабатывающей промышленности в ВВП. Полученные результаты формируют эмпирическую основу для типологизации стран БРИКС+ по режимам индустриального развития и создают аналитические предпосылки для выработки режимно-специфических стратегий промышленной трансформации в условиях усложняющейся многополярной мировой экономики.

Ключевые слова: БРИКС+, межстрановая дифференциация, факторный анализ, структурные траектории, промышленное развитие, промышленность, панельные данные, метод главных компонент

Благодарности: Результаты получены при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования в процессе реализации проекта «Управление устойчивым развитием промышленных структур в рамках концепции вода-энергия-продовольствие» (соглашение № 075-15-2024-673).

Для цитирования: Дмитриев Н. Д., Сорокожердьеv В. В., Рубин А. Г. Факторные конфигурации индустриального развития стран БРИКС+ как основа типологии индустриальных режимов // Вестник Челябинского государственного университета. 2026. № 3 (509). С. 44–56. DOI: 10.47475/1994-2796-2026-509-3-44-56

Original article

FACTOR CONFIGURATIONS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN BRICS+ COUNTRIES AS A BASIS FOR THE TYPOLOGY OF INDUSTRIAL REGIMES

Nikolay D. Dmitriev^{1✉}, Vasily V. Sorokozherdiev², Alexander G. Rubin³

¹ Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, dmitriev_nd@spbstu.ru, 0000-0003-0282-1163

² Krasnodar Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Krasnodar, Russia, sorich@mail.ru, 0000-0001-9906-7712

³ Krasnodar Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Krasnodar, Russia, AGRubin@fa.ru, 0000-0001-9614-8138

Abstract. The study presents an empirical analysis of the structural heterogeneity of industrial development across BRICS+ countries, drawing on a multidimensional panel dataset of socioeconomic indicators covering the period 2000–2024. The relevance of the research is driven by the expanding membership of the grouping, the growing asymmetry in the industrial trajectories of participating countries, and the need for analytical tools capable of identifying regime-specific foundations of industrial growth amid the ongoing transformation of the global political-economic architecture. The study aims to identify latent factor configurations shaping industrial development in BRICS+ countries and to quantitatively assess their effect on the manufacturing sector's share of GDP. The panel dataset encompasses demographic, educational, resource-energy, investment, trade, and science-technology indicators of national economies. Principal component analysis was applied for dimensionality reduction; the economic significance of the identified factors was verified through pooled panel regression models with robust standard error estimates. Factor analysis revealed stable latent components reflecting three dominant structural dimensions: human capital and industrial potential; external economic and innovation orientation; and investment-structural parameters. Spatial-dynamic analysis documented pronounced cross-country differentiation in the levels and trajectories of factor scores, pointing to the coexistence of alternative industrial growth regimes within the grouping. Econometric verification confirmed a statistically significant and divergent influence of the identified components on the manufacturing share of GDP. The findings provide an empirical foundation for classifying BRICS+ countries by industrial development regime and establish analytical preconditions for designing regime-specific strategies of industrial transformation in an increasingly complex multipolar world economy.

Keywords: BRICS+, cross-country differentiation, factor analysis, structural trajectories, industrial development, manufacturing, panel data, principal component analysis

Acknowledgments: The article is based on the results of a study conducted with the financial support of the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education of Russia in the process of implementing the project “Management of Sustainable Development of Industrial Structures within the Concept of Water-Energy-Food” (Agreement no. 075-15-2024-673).

For citation: Dmitriev ND, Sorokozherdiev VV, Rubin AG. Factor Configurations of Industrial Development in BRICS+ Countries as a Basis for the Typology of Industrial Regimes. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2026;(3(509)):44-56. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2026-509-3-44-56

Введение

Расширяющееся объединение БРИКС+ консолидирует крупные развивающиеся экономики, существенно различающиеся по демографическому потенциалу, отраслевой структуре и институциональным режимам индустриального развития. Совокупный вклад стран объединения в мировое производство формирует весомый полюс глобальной экономики, при этом промышленный сектор сохраняет системообразующее положение в воспроизводственных связях, инвестиционных потоках и технологических трансформациях. При формальной близости ориентиров промышленной политики фиксируется выраженная дифференциация параметров отраслевой динамики, производственной результативности

и темпов структурных сдвигов, что подтверждается сопоставительными исследованиями индустриальных траекторий стран объединения [1].

Интерес к промышленному развитию стран БРИКС+ усиливается на фоне углубления интеграции и перестройки мирохозяйственных связей. В научной литературе подчёркиваются асимметричность эффектов сотрудничества, различия в институциональных механизмах и неодинаковая способность национальных экономик трансформировать интеграционные импульсы в устойчивые промышленные результаты [2]. Инфраструктурные механизмы кооперации в высокотехнологичных секторах сопряжены с институциональными ограничениями и расхождениями в технологической политике, формируя

дифференцированные перспективы промышленного взаимодействия [3]. Такая неоднородность формирует запрос на факторную декомпозицию, ориентированную на выявление латентных сочетаний демографических, технологических, ресурсных и внешнеэкономических параметров.

Дивергенция отраслевых профилей, распределение ролей между секторами экономики и различия в экспортных преимуществах порождают неоднородные модели промышленного развития, осложняя применение унифицированных инструментов промышленной политики. Это усиливает значимость методов агрегирования многомерных показателей в обобщённые факторные конструкции, пригодные для межстранового сопоставления [4]. Современные концепции указывают на нарастающую зависимость промышленного роста от конфигурации научно-технологических ресурсов, энергетических режимов и институциональной совместимости, а также на необходимость синтеза факторной базы развития, позволяющей сопоставлять страны по совокупности структурных характеристик, а не по изолированным индикаторам [5].

В настоящем исследовании выполнен сравнительный анализ стран БРИКС+ на основе панельного массива данных за длительный временной горизонт. Метод главных компонент (РСА) применён для идентификации латентных факторных конфигураций, определяющих структурные и динамические характеристики промышленного сектора; панельные регрессионные оценки служат инструментом количественной верификации влияния выявленных факторов с учётом межстрановой неоднородности.

Цель исследования — выявление латентной факторной структуры развития стран БРИКС+ на основе многомерных статистических индикаторов и количественная оценка влияния выделенных факторов на параметры промышленного развития.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- формирование панельного массива показателей стран БРИКС+, охватывающего структурные, демографические, образовательные, ресурсные, инвестиционные, торговые и научно-технологические характеристики;
- факторная декомпозиция многомерного пространства индикаторов РСА с определением числа компонент по критерию собственных значений и доле объяснённой дисперсии;

- анализ пространственной и динамической дифференциации стран БРИКС+ в пространстве ключевых факторных компонент;

- эконометрическая верификация влияния выделенных компонент на долю обрабатывающей промышленности в ВВП.

Объект исследования — страны БРИКС+ как совокупность национальных экономик с неоднородными траекториями и различной структурой промышленного сектора. Предмет — факторные конфигурации, формируемые демографическими, образовательными, ресурсными, инвестиционными, торговыми и научно-технологическими параметрами, и их статистически верифицированное влияние на долю обрабатывающей промышленности в ВВП.

Материалы и методы исследования

Теоретическая основа исследования сформирована в рамках анализа структурной трансформации мировой экономики и усиления её полицентричности. Эмпирические оценки фиксируют устойчивый рост доли стран БРИКС в мировом ВВП при относительном сокращении вклада развитых экономик — тенденция, сопровождающаяся изменениями отраслевых пропорций, экспортных режимов и научно-технологических профилей. На интервале 2003–2023 гг. зафиксированы ускоренные темпы роста стран БРИКС при сохранении выраженной внутригрупповой неоднородности по социально-экономическим и технологическим характеристикам [6]. Процессы геополитической фрагментации и институциональной реконфигурации механизмов глобального управления усиливают запрос на инструментарий межстранового сопоставления, ориентированный на синтез взаимосвязанных индикаторов. Расширение до формата БРИКС+ сопровождается асимметричностью эффектов участия и множественностью каналов реализации интеграционного потенциала — торгово-экономического, институционального и регионального [7].

Самостоятельное место в исследовательской повестке занимает научно-технологическое взаимодействие стран БРИКС. Рост инвестиций в НИОКР и расширение кооперационных форм сочетаются с сохраняющимся разрывом по отношению к развитым экономикам и зависимостью от внешних источников технологий. Асимметричная структура инновационного профиля и институциональные ограничения обуславливают потребность в агрегированном анализе научно-технологических параметров в составе многомерных факторных конфигураций [8]. Обоснование

многомерных методов опирается на концепции рентного регулирования, демонстрирующие доминирующее влияние структуры использования ресурсного потенциала и институциональной организации воспроизводственных процессов на долгосрочные траектории развития [9].

Актуальные эмпирические исследования по странам БРИКС применяют панельные методы, учитывающие временную динамику и гетерогенность эффектов. Результаты анализа влияния финансовых технологий, возобновляемой энергетики и индустриализации выявляют расхождения краткосрочных и долгосрочных эффектов, определяемых уровнем институциональной зрелости экономик, что обосновывает применение робастных панельных спецификаций [10]. Высокая доля стран БРИКС в глобальных выбросах CO₂ и зависимость экологических показателей от сочетания индустриализации, институционального качества и энергетической структуры подтверждены эмпирически [11]; энергоэффективность, инвестиции в НИОКР и «зелёные» технологии ассоциируются со снижением углеродоёмкости национальных экономик [12, 13].

Пространственное расширение БРИКС+ открывает новые направления экономического взаимодействия. Анализ арктической повестки выявляет различия стратегических интересов стран-участниц, усиливая запрос на их типологизацию [14]. Панельные оценки водно-энергетико-климатических взаимодействий фиксируют нелинейные эффекты и высокую чувствительность результатов к спецификации моделей, подтверждая целесообразность применения методов снижения размерности, включая PCA [15]. Микроуровневые исследования устойчивого производства дополняют макроэкономический анализ, подчёркивая роль структурно-технологических факторов [16]. Энергетический профиль стран БРИКС рассматривается как базовый элемент устойчивого роста [17], а парадигма «вода — энергия — продовольствие» задаёт комплексную структуру пространственной дифференциации и каналы трансляции ресурсных режимов в механизмы устойчивого индустриального воспроизводства [18].

В совокупности рассмотренные исследования свидетельствуют о том, что промышленное развитие стран БРИКС+ определяется устойчивыми сочетаниями демографических, ресурсных, инвестиционных, научно-технологических и институциональных факторов – что обосновывает применение многомерного факторного анализа

и панельной эконометрики для выявления латентных структурных конфигураций и количественной оценки их влияния в межстрановом разрезе.

Эмпирическая база охватывает десять стран БРИКС+ с ежегодными наблюдениями за 2000–2024 гг., обеспечивая достаточную временную протяжённость для анализа структурной динамики и устойчивых межстрановых различий. Перечисленные выше индикаторы сгруппированы в шесть тематических блоков — структурные параметры промышленности, внешнеэкономические, инвестиционные, ресурсно-энергетические, демографо-образовательные и научно-технологические – и в совокупности обеспечивают комплексное описание промышленного сектора и условий его воспроизводства в сопоставимом межстрановом разрезе.

Большинство переменных характеризуется полным покрытием по странам и периодам наблюдений (коэффициент покрытия = 1). Ограниченные пропуски зафиксированы лишь для отдельных институциональных и фискальных индикаторов (покрытие ≈ 0,8); они учтены на этапе предварительной обработки данных и не оказывают критического влияния на итоговые оценки. Перед применением PCA все переменные стандартизованы до нулевого среднего и единичного стандартного отклонения, что обеспечивает сопоставимость разноразмерных показателей и корректность выявления латентной факторной структуры.

Архитектура исследования выстроена на интеграции процедур снижения размерности и панельного эконометрического анализа. Эмпирическую базу формирует сбалансированная панель десяти стран БРИКС+ с 25 ежегодными наблюдениями по каждой стране (2000–2024 гг.), охватывающая структурные параметры промышленности, демографические, образовательные, ресурсные, инвестиционные, торговые и научно-технологические характеристики национальных экономик. Формат данных обеспечивает анализ как межстрановой неоднородности, так и долгосрочных траекторий изменений.

В основу факторного анализа положены следующие индикаторы: доля промышленности и обрабатывающей промышленности в ВВП; экспорт и импорт товаров и услуг (% ВВП); валовое накопление основного капитала (% ВВП); энергопотребление на душу населения (кг н.э.); доля населения в возрасте 15–64 лет и уровень участия в рабочей силе; охват средним и высшим образованием; расходы на НИОКР (% ВВП);

число патентных заявок резидентов и нерезидентов; продолжительность регистрации предприятий (дней); уровень государственного долга (% ВВП). Перед применением РСА все переменные стандартизованы до нулевого среднего и единичного стандартного отклонения, что обеспечивает сопоставимость разноразмерных показателей и корректность выявления латентной факторной структуры.

Для идентификации латентных закономерностей совместной изменчивости исходных показателей используется метод РСА. В матричной форме преобразование стандартизованного массива описывается выражением:

$$Z = XW, \quad (1)$$

где X — матрица стандартизованных признаков размерности $N \times K$, W — матрица собственных векторов ковариационной матрицы, а Z — ма-

трица факторных оценок. Отбор компонент осуществляется по критерию собственных чисел, превышающих единицу. Содержательная трактовка факторной структуры основана на анализе матрицы нагрузок:

$$l_{ij} = \sqrt{\lambda_j} w_{ij}, \quad (2)$$

где λ_j — собственное число j -й компоненты, а w_{ij} — элемент соответствующего собственного вектора. Дополнительно рассчитываются коммуналности; для большинства показателей их значения превышают 0,7–0,8, подтверждая высокую репрезентативность факторного разложения.

На рис. 1 отражена архитектура перехода от исходных индикаторов через латентные факторные компоненты к индексу промышленного развития и связанным управленческим режимам трансформации.

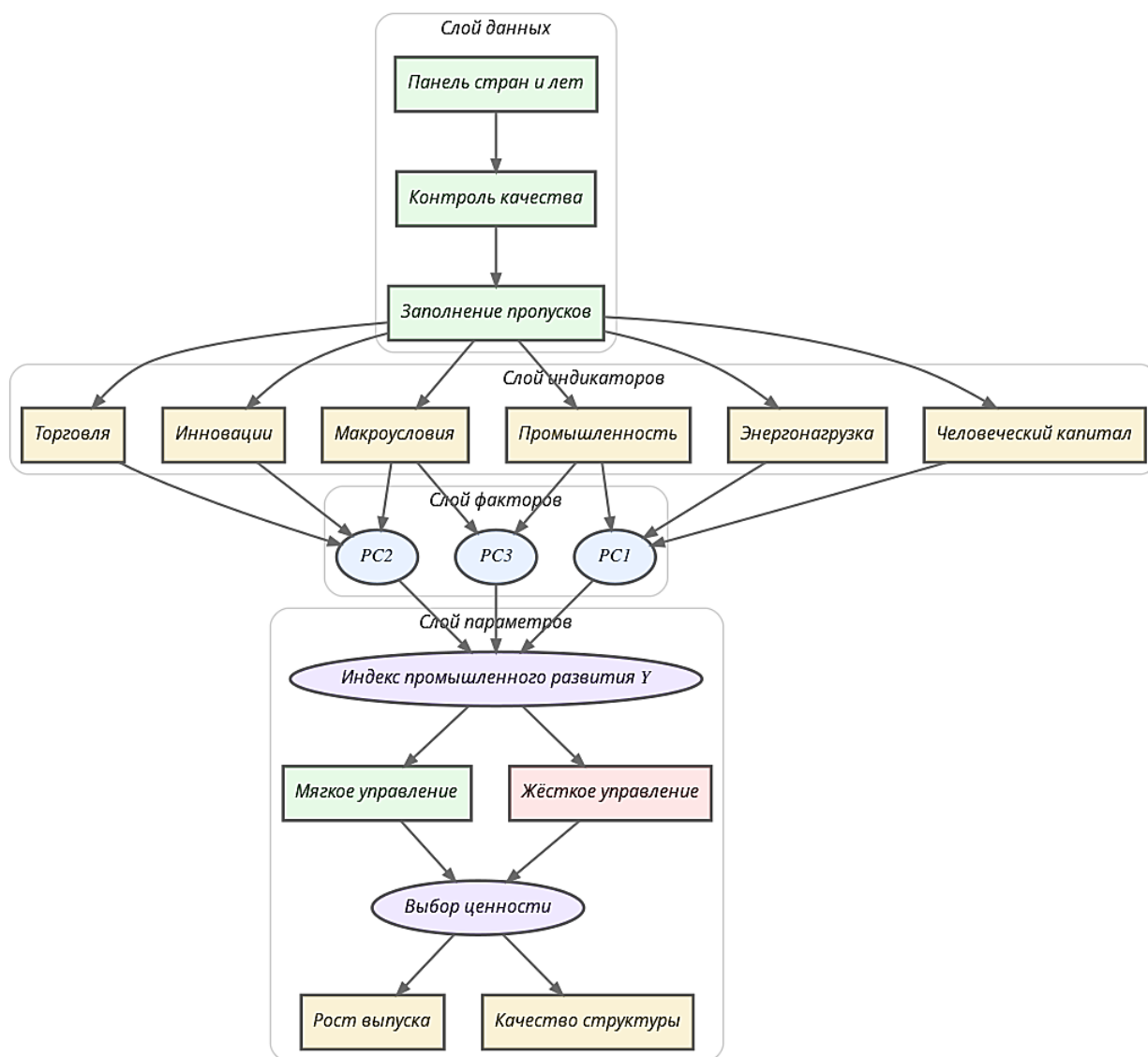


Рис. 1. Архитектура факторного представления промышленного развития стран БРИКС+
 Fig. 1. Architecture of the Factor Representation of Industrial Development in BRICS+
 Источник: составлено авторами

На следующем этапе выполняется панельное моделирование влияния выделенных факторов на долю обрабатывающей промышленности в ВВП. Базовая спецификация с фиксированными странами эффектами задаётся уравнением:

$$\widehat{Y}_{it} = \alpha_i + \beta_1 PC1_{it} + \beta_2 PC2_{it} + \beta_3 PC3_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

где \widehat{Y}_{it} — доля обрабатывающей промышленности в ВВП страны i в момент времени t , PCk_{it} — оценки PCA, α_i — индивидуальные страновые эффекты, а ε_{it} — стохастическая составляющая. Для контроля мультиколлинеарности применяется диагностика на основе коэффициентов инфляции дисперсии (VIF); спецификации с $VIF > 10$ исключаются. Оценивание выполнено с робастными стандартными ошибками, включая корректировки Driscoll–Kraay и кластеризацию по странам; обобщённая значимость моделей проверяется F-критерием.

Аналитический блок дополнен четырьмя диагностическими процедурами: оценкой концентрации факторных нагрузок и эффективно-числа доминирующих переменных в каждой компоненте; приближённым восстановлением корреляционной структуры исходных признаков на основе отобранных компонент; анализом атипичности стран по статистикам T^2 и Q с формированием рангового ряда; сопоставлением коэффициентов альтернативных регрессионных спецификаций для проверки устойчивости знаков и диапазонов оценок.

Рис. 2 иллюстрирует типологизацию стран БРИКС+ в пространстве факторных компонент и служит аналитической основой для сопоставления индустриальных траекторий и управленческих режимов внутри объединения.

Применяемый методический инструментарий сопрягает факторную декомпозицию многомерного массива с эконометрической оценкой влияния выявленных компонент на параметры промышленного развития. Такая комбинация обеспечивает межстрановую сопоставимость по латентным структурным характеристикам, сокращает размерность исходного пространства без утраты содержательной информативности и учитывает ненаблюдаемую межстрановую неоднородность. Полученные оценки служат эмпирической основой для анализа индустриальных траекторий и идентификации альтернативных режимов промышленной трансформации в рамках БРИКС+.

Результаты исследования и их обсуждение
Факторная структура промышленного развития стран БРИКС+

В результате применения PCA к стандартизованному панельному массиву по критерию собственных чисел ($\lambda > 1$) отобраны три главные компоненты. PC1 объясняет около 34 % суммарной дисперсии, PC2 — порядка 25 %, PC3 — около 14 %; совокупная объяснённая дисперсия трёх компонент составляет около 73 %. Коммунальности варьируются в диапазоне 0,777–0,951, свидетельствуя об адекватности факторной спецификации. Наиболее высокие значения зафиксированы

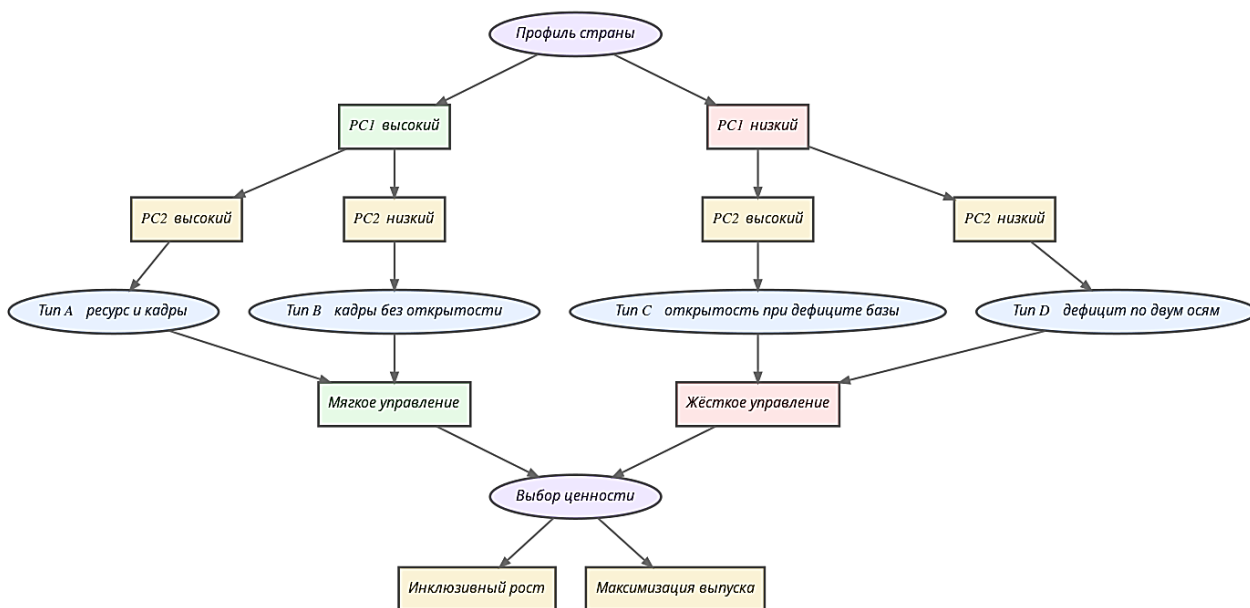


Рис. 2. Типологизация стран БРИКС+ в пространстве ключевых факторных компонент
 Fig. 2. Typology of BRICS+ Countries in the Space of Key Factor Components

Источник: составлено авторами

для доли населения в возрасте 15–64 лет и экспорта товаров и услуг ($> 0,94$), доли промышленности в ВВП и энергопотребления на душу населения ($\approx 0,908-0,909$).

Интерпретация главных компонент:

PC1 — фактор человеческого капитала и индустриального потенциала. Наибольшие веса вкладываются в долю населения в возрасте 15–64 лет ($\approx 17,2\%$), охват средним образованием и энергопотребление на душу населения (по $\approx 13,6\%$), охват высшим образованием ($\approx 11,1\%$), доля промышленности в ВВП ($\approx 8,1\%$) и расходы на НИОКР ($\approx 7,3\%$). Компонента отражает совокупность демографических характеристик, образовательного уровня и индустриально-ресурсного обеспечения. Высокие значения PC1 характерны для стран с широкой трудоспособной базой, развитой системой образования и интенсивным энергопотреблением.

PC2 — фактор внешнеторговой и инновационной открытости. Доминирующие нагрузки приходятся на импорт товаров и услуг ($\approx 18,1\%$), патент-

ные заявки резидентов ($\approx 15,5\%$), экспорт ($\approx 14,0\%$) и государственный долг ($\approx 13,5\%$). Дополнительные вклады вносят доля обрабатывающей промышленности, участие в рабочей силе и расходы на НИОКР. Высокие значения PC2 соответствуют экономикам с развитой внешней торговлей и активным патентным процессом на фоне повышенной роли государственного заимствования.

PC3 — инвестиционно-структурное измерение. Компонента характеризуется менее концентрированной структурой нагрузок и отражает вторичные комбинации институциональных и структурных характеристик, не охваченных первыми двумя факторами. Несмотря на меньший вклад в суммарную дисперсию, PC3 сохраняет статистическую значимость на этапе панельного моделирования.

Пространственная и динамическая дифференциация стран БРИКС+

Проекция стран БРИКС+ в пространстве PC1 и PC2 за 2024 г. (рис. 3) фиксирует выраженную межстрановую неоднородность по сочетанию

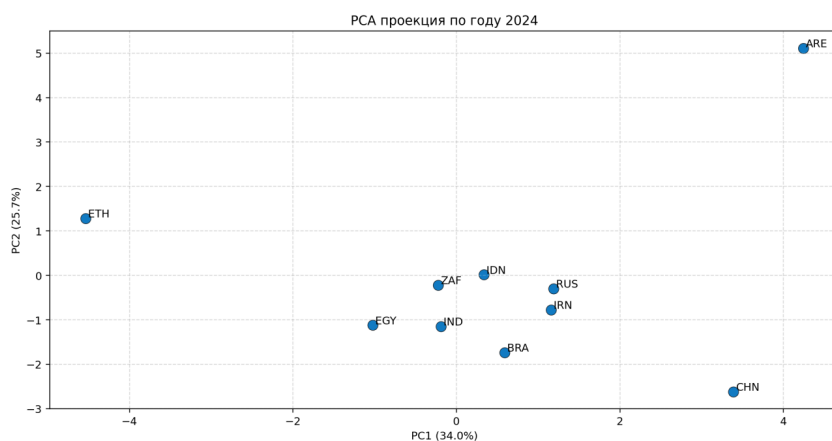


Рис. 3. Проекция стран БРИКС+ в пространстве главных компонент PC1 и PC2, 2024 г.

Fig. 3. Projection of BRICS+ Countries in the PC1–PC2 Factor Space, 2024

Источник: составлено авторами

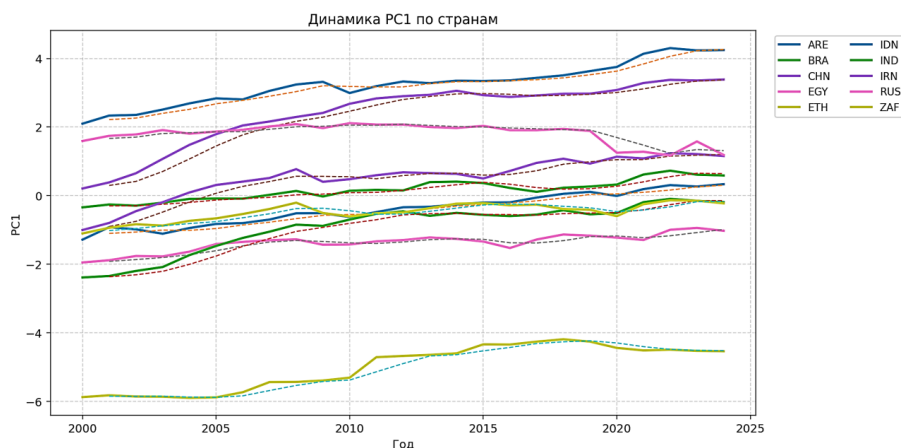


Рис. 4. Динамика PC1 по странам БРИКС+, 2000–2024 гг.

Fig. 4. PC1 Dynamics across BRICS+ Countries, 2000–2024

Источник: составлено авторами

факторов человеческого капитала, индустриального потенциала и внешнеэкономической ориентации. Страны с высокими положительными значениями обеих компонент образуют обособленные кластеры; экономики в зоне отрицательных значений одной или обеих осей характеризуются структурными ограничениями демографического либо торгово-инновационного характера.

Динамика PC1 за 2000–2024 гг. (рис. 4) демонстрирует различия в темпах накопления человеческого капитала и индустриального потенциала. Для части стран характерен устойчивый восходящий тренд, отражающий поступательное расширение демографического и образовательного потенциала; для других – волатильная или квазистационарная траектория, указывающая на ограниченность структурных сдвигов.

Динамика PC2 (рис. 5) фиксирует изменения внешнеэкономической вовлечённости и иннова-

ционной активности. Устойчиво положительные значения PC2 ассоциированы с высокой торговой интенсивностью и активным патентным процессом; отрицательные или слабовариабельные значения указывают на ограниченную интеграцию в глобальные товарные и технологические потоки. Разнонаправленность траекторий PC2 подчёркивает асимметрию инновационно-экспортных стратегий внутри объединения.

Совместный анализ траекторий в двумерном факторном пространстве (рис. 6) позволяет разграничить доминирующие каналы структурной трансформации. Для ряда стран характерно поступательное смещение вдоль оси PC1 при стабильных значениях PC2 — свидетельство приоритета внутреннего накопления факторов развития. В других случаях движение преимущественно вдоль PC2 при умеренной динамике PC1 указывает на доминирование внешнеэкономических

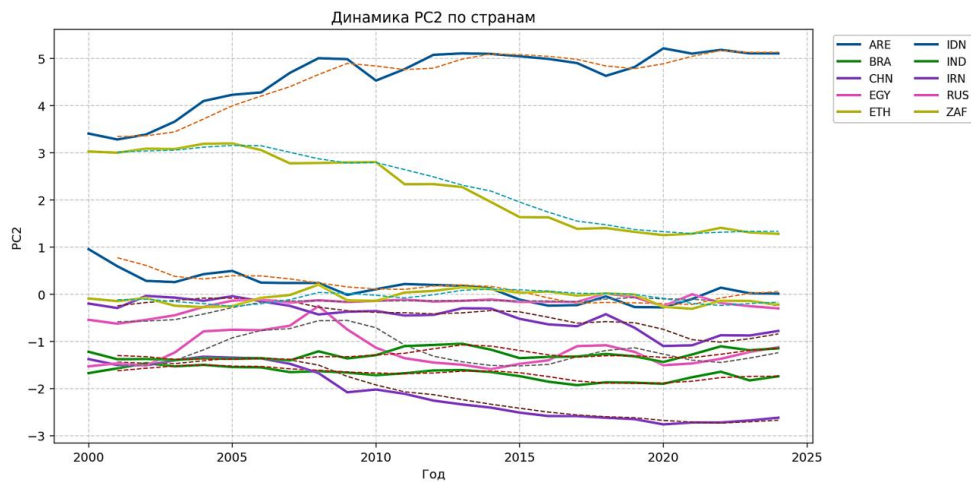


Рис. 5. Динамика PC2 по странам БРИКС+, 2000–2024 гг.
 Fig. 5. PC2 Dynamics across BRICS+ Countries, 2000–2024
 Источник: составлено авторами

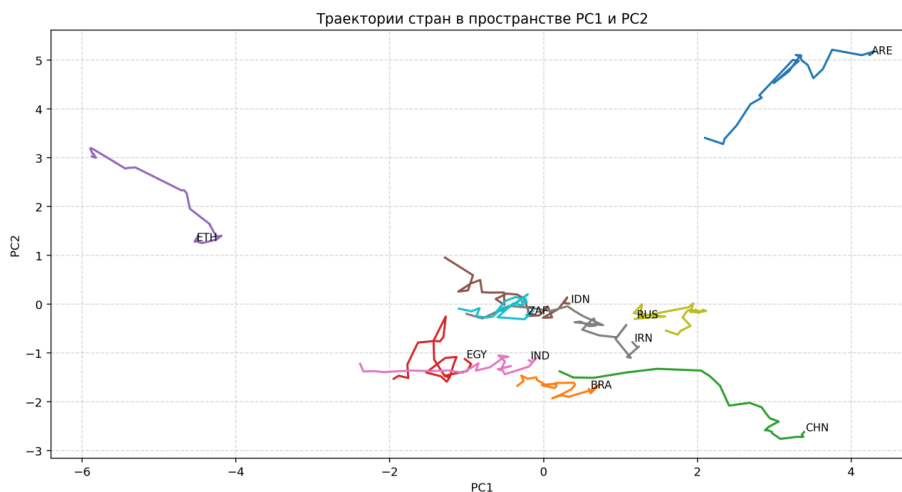


Рис. 6. Траектории стран БРИКС+ в пространстве PC1–PC2, 2000–2024 гг.
 Fig. 6. BRICS+ Country Trajectories in the PC1–PC2 Factor Space, 2000–2024
 Источник: составлено авторами

и инновационных каналов. Признаки факторной конвергенции внутри объединения ограничены, тогда как расхождение индустриальных траекторий прослеживается устойчиво.

В совокупности факторный и динамический анализ подтверждают структурную дифференциацию стран БРИКС+ по фундаментальным измерениям индустриального развития: страны различаются не только по уровням, но и по направлению движения в факторном пространстве, что свидетельствует о сосуществовании альтернативных режимов промышленной трансформации внутри объединения. Полученные закономерности формируют основу для эконометрической верификации влияния латентных факторов на долю обрабатывающей промышленности в ВВП.

Эконометрическая верификация влияния компонент

Сквозная спецификация Pooled OLS с робастной ковариационной матрицей демонстрирует высокую объясняющую способность: R^2 (overall) = 0,743 при $N = 250$ наблюдениях (10 стран, 25 периодов). Совместная значимость регрессоров подтверждена F-тестом: $F(3, 246) = 343,05$, $p < 0,001$. Оценённое уравнение принимает вид:

$$\widehat{Y}_{it} = 15.512 + 1.0876 PC1_{it} - 1.9567 PC2_{it} + 2.6450 PC3_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (4)$$

где \widehat{Y}_{it} — оценка доли обрабатывающей промышленности в ВВП страны i в момент времени t , PCk_{it} — оценки главных компонент, а ε_{it} — стохастический остаток.

Все три коэффициента статистически значимы на уровне $p < 0,001$. PC1 оказывает положительное воздействие ($\beta_1 = 1,088$; SE = 0,097; $t = 11,27$; 95 % ДИ [0,898; 1,278]), подтверждая устойчивую связь демографо-образовательного и индустриального потенциала с расширением обрабатывающего сектора. PC3 демонстрирует наибольшую маргинальную отдачу ($\beta_3 = 2,645$; SE = 0,173; $t = 15,26$; 95 % ДИ [2,304; 2,986]), отражая определяющую роль инвестиционно-структурного измерения. PC2 оказывает отрицательное воздействие ($\beta_2 = -1,957$; SE = 0,072; $t = -27,04$; 95 % ДИ [-2,099; -1,814]): внешнеторгово-инновационная ориентация ассоциирована с относительным снижением доли обрабатывающей промышленности в ВВП, что согласуется с моделями сервисизации и экспортной специализации в высокоинтегрированных экономиках.

Результирующая спецификация количественно фиксирует асимметричное и разнонаправленное

влияние латентных факторов на параметры промышленного развития, формируя эконометрически верифицированную основу для типологизации стран БРИКС+.

Диагностики РСА и устойчивость выводов

Спектр собственных чисел демонстрирует отчётливый излом после третьей компоненты, подтверждая иерархическую структуру латентных факторов. Накопленная доля объяснённой дисперсии первых пяти компонент превышает 0,75, что свидетельствует о доминировании ограниченного числа структурных факторов при приемлемом уровне компрессии массива.

Матрица нагрузок демонстрирует устойчивую содержательную кластеризацию: PC1 агрегирует демографические, образовательные и энергоиндустриальные характеристики; PC2 концентрирует внешнеторговые показатели и патентную активность; PC3 ассоциирована с инвестиционными и структурными параметрами, расширяя трактовку каналов дифференциации. Индексы концентрации нагрузок умеренны для PC1–PC2, подтверждая распределённый вклад переменных, и возрастают для PC4–PC5, характеризую их вспомогательную роль.

Приближённое восстановление корреляционной структуры на основе первых трёх компонент воспроизводит основные блоки совместной изменчивости и значимую долю исходной коллинеарности, подтверждая: редуцированное факторное представление сохраняет системные взаимосвязи между показателями без их содержательного искажения.

Обсуждение результатов

Выделенные латентные компоненты фиксируют структурную неоднородность промышленных траекторий стран БРИКС+ и допускают содержательную экономическую интерпретацию:

PC1 — демографо-индустриальный фактор — агрегирует человеческий капитал, возрастную структуру предложения труда и энергоинтенсивность производства. Доминирующие нагрузки: доля населения 15–64 лет (17,2 %), охват средним образованием и энергопотребление на душу населения (по 13,6 %), охват высшим образованием (11,1 %), доля промышленности в ВВП (8,1 %) и расходы на НИОКР (7,3 %). Компонента объясняет около 34 % суммарной дисперсии. Максимальные факторные оценки по PC1 характерны для Китая, Индии и России, что согласуется с концентрацией трудового потенциала, накоплением компетенций и высокой энергоёмкостью выпуска. Положительный коэффициент

в регрессии ($\beta_1 = 1,088$; $p < 0,001$) подтверждает: композитная комбинация демографии, образования и энергетической обеспеченности устойчиво ассоциирована с ростом доли обрабатывающей промышленности в ВВП.

PC2 — фактор внешнеэкономической и инновационной открытости — концентрирует импорт товаров и услуг (18,1 %), патентные заявки резидентов (15,5 %), экспорт (14,0 %) и государственный долг (13,5 %); объясняет около 25–26 % дисперсии. Отрицательный коэффициент ($\beta_2 = -1,957$; $p < 0,001$) интерпретируется как проявление структурного рассогласования между торговой открытостью и масштабированием промышленной добавленной стоимости. Механизмы включают ресурсно-сырьевую экспортную специализацию, импорто-зависимое технологическое обновление и опережающее расширение финансово-торговых операций относительно производственного ядра.

Сопоставление PC1 и PC2 формирует эмпирическую основу для разграничения двух альтернативных режимов индустриализации: первый опирается на демографо-компетентностную базу и ресурсно-энергетическую обеспеченность; второй — на внешние рынки и технологические цепочки при повышенной чувствительности к долговым и институциональным ограничениям. Полученные результаты согласуются с ранее зафиксированной в литературе асимметрией промышленного роста внутри БРИКС и конкретизируют источники дивергенции, задавая основу для дифференцированных стратегий индустриального развития, где приоритеты и инструменты соотносятся с доминирующей факторной конфигурацией страны. Перспективное направление исследований связано с динамическими спецификациями, тестами структурных разрывов и сегментацией выборки по уровню дохода и экспортной специализации.

Заключение

Настоящее исследование посвящено эмпирическому выявлению латентных факторных конфигураций промышленного развития стран БРИКС+

и оценке их влияния на долю обрабатывающей промышленности в ВВП. Поставленная цель достигнута: на основе сопоставимого панельного массива показателей за 2000–2024 гг., охватывающего демографические, образовательные, ресурсно-энергетические, инвестиционные, торговые и научно-технологические характеристики национальных экономик, проведён факторный и эконометрический анализ структурных различий индустриальных траекторий внутри объединения.

По результатам исследования сформулированы следующие выводы:

- факторная декомпозиция методом PCA выявила устойчивую латентную структуру, сводимую к трём содержательно интерпретируемым измерениям: демографо-компетентностному и индустриально-ресурсному профилю, внешне-торгово-инновационной ориентации и инвестиционно-структурным параметрам;

- пространственно-динамический анализ зафиксировал выраженную межстрановую асимметрию уровней и траекторий факторных оценок, свидетельствующую о сосуществовании альтернативных режимов индустриального роста внутри БРИКС+, а не о конвергенции к единой модели;

- эконометрическая верификация подтвердила статистически значимое и разнонаправленное влияние выявленных компонент на долю обрабатывающей промышленности в ВВП, указывая на различную природу факторных механизмов в разных группах стран.

Полученные результаты формируют эмпирическую основу для типологизации стран БРИКС+ по режимам индустриального развития и создают аналитические предпосылки для отказа от универсальных рекомендаций в пользу режимно-специфических стратегий промышленной трансформации. Дальнейшие исследования целесообразно направить на детализацию механизмов перехода между режимами и на выявление институциональных условий, определяющих устойчивость или смену индустриальных траекторий в странах объединения.

Список источников

1. Стариков Е. Н., Ткаченко И. Н., Вукович Н. А. Промышленное развитие стран БРИКС: ключевые тенденции и особенности // ЭКО. 2024. № 6. С. 155–171.
2. Гретченко А. И., Горохова И. В., Гретченко А. А. Интеграция стран БРИКС в развивающемся глобальном пространстве: текущее состояние и перспективы // Экономика и управление. 2025. № 6. С. 689–699.
3. Пономаренко Е. В., Дрожжин Д. И. Потенциал сотрудничества России со странами БРИКС+: проблемы и перспективы // Научные труды Вольного экономического общества России. 2025. № 3. С. 276–289.

4. Растопчина Ю. Л., Ковалева Е. И., Жуковский А. Д. Промышленное развитие и сравнительный обзор специализаций стран БРИКС // *Международная торговля и торговая политика*. 2024. № 1. С. 64–80.
5. Дмитриев Н. Д., Сорокожердьев В. В. Диалектика технологического суверенитета и индустриального развития в условиях устойчивых преобразований стран БРИКС // *Национальные экономики в условиях глобальных и локальных трансформаций* : сборник статей конференции. 2025. С. 39–46.
6. Пономарев С. В., Языкова С. В., Шапошникова И. В., Плеханова Е. О. Перспективы экономического и технологического развития БРИКС в период изменения геополитического ландшафта // *Вестник Сургутского государственного университета*. 2025. № 1. С. 70–85.
7. Сергеева Н. В. Россия и БРИКС в новых геополитических реалиях // *Экономика. Налоги. Право*. 2024. № 1. С. 119–131.
8. Кашуро И. А., Ступенькова З. Е. Научно-технологическое сотрудничество стран БРИКС на современном этапе // *Вестник Московского университета. Серия 27. Глобалистика и геополитика*. 2024. № 3. С. 74–84.
9. Зайцев А. А., Дмитриев Н. Д., Кичигин О. Э. Методологические основы и инструменты рентного регулирования ресурсного потенциала социально-экономического развития. Санкт-Петербург: Астерион, 2024. 200 с.
10. Abdelkader S. B., Si Mohammed K., Shah S. A. R. FinTech and Financial Stability in BRICS Economies // *Energies*. 2026. No. 1. P. 263.
11. Saba C. S., Djemo C. R. T., Ngepah N. The crucial roles of ICT, renewable energy sources, industrialization, and institutional quality in achieving environmental sustainability in BRICS // *Environmental Science and Pollution Research*. 2024. Vol. 31. P. 35083–35114.
12. Alfaisal A., Xia T., Kafel K., Sher Khan. Economic performance and carbon emissions: revisiting the role of tourism and energy efficiency for BRICS economies // *Environment, Development and Sustainability*. 2025. Vol. 27. P. 12045–12066.
13. Sachan A., Pradhan A.K., Mohindra V. How do governance indicators, trade openness, industrialization, and population growth affect environmental degradation in BRICS Nations? // *Discover Sustainability*. 2024. Vol. 5. P. 193.
14. Стрельникова И. А. Арктическая кооперация в рамках БРИКС в условиях его расширения и трансформации глобального управления для меняющегося мира // *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика*. 2025. № 1. С. 10.
15. Kyire S. K. C., Asare J. K., Samadi S. M., Dhaka S. S. Interactive Dynamics of Water–Energy–Climate Change–Food Production Conundrum: Evidence from BRICS // *Proceedings*. 2025. Vol. 131. P. 85.
16. Harun M. H. S., Taha Z., Abdul Salaam H. Sustainable manufacturing: Effect of material selection and design on the environmental impact in the manufacturing process // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2013. Vol. 50. P. 012060.
17. Barykina Y. N., Chernykh A. G., Bao Na. Energy production as a basis for sustainable development in the BRICS countries // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 990. P. 012016.
18. Дмитриев Н. Д. Пространственная специфика формирования сбалансированных моделей развития промышленных структур с опорой на ресурсную триаду «вода — энергия — продовольствие» // *Национальные экономики в условиях глобальных и локальных трансформаций*: сборник статей конференции. 2025. С. 34–39.

References

1. Starikov EN, Tkachenko IN, Vukovich NA. Industrial Development of BRICS Countries: Key Trends and Features. *EKO=ECO*. 2024;(6):155-171. (In Russ.).
2. Gretchenko AI, Gorokhova IV, Gretchenko AA. Integration of BRICS Countries into the Emerging Global Space: Current State and Prospects. *Ekonomika i upravleniye=Economics and Management*. 2025;(6):689-699. (In Russ.).
3. Ponomarenko EV, Drozhzhin DI. Potential of Russia's Cooperation with BRICS+ Countries: Problems and Prospects. *Nauchnyye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii=Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2025;(3):276-289. (In Russ.).
4. Rastopchina YL, Kovaleva EI, Zhukovsky AD. Industrial Development and Comparative Review of BRICS

Countries' Specializations. *Mezhdunarodnaya trgovlya i trgovaya politika=International Trade and Trade Policy*. 2024;(1):64-80. (In Russ.).

5. Dmitriev ND, Sorokozherdiev VV. Dialectics of Technological Sovereignty and Industrial Development under Sustainable Transformations of BRICS Countries. *Dialektika tekhnologicheskogo suvereniteta i industrial'nogo razvitiya v usloviyakh ustoychivyykh preobrazovaniy stran BRIKS=National Economies in the Context of Global and Local Transformations: Conference Proceedings*. 2025. p. 39-46. (In Russ.).

6. Ponomarev SV, Yazykova SV, Shaposhnikova IV, Plekhanova EO. Prospects for Economic and Technological Development of BRICS amid the Changing Geopolitical Landscape. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta=Bulletin of Surgut State University*. 2025;(1):70-85. (In Russ.).

7. Sergeeva NV. Russia and BRICS in New Geopolitical Realities. *Ekonomika. Nalogi. Pravo=Economics. Taxes. Law*. 2024;(1):119-131. (In Russ.).

8. Kashuro IA, Stupenkova ZE. Scientific and Technological Cooperation of BRICS Countries at the Current Stage. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 27. Globalistika i geopolitika=Moscow University Bulletin. Series 27. Global Studies and Geopolitics*. 2024;(3):74-84. (In Russ.).

9. Zaytsev AA, Dmitriev ND, Kichigin OE. Metodologicheskiye osnovy i instrumenty rentnogo regulirovaniya resursnogo potentsiala sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya=Methodological Foundations and Instruments of Rent Regulation of the Resource Potential of Socio-Economic Development. Saint Petersburg, Asterion; 2024. 200 p. (In Russ.).

10. Abdelkader SB, Si Mohammed K, Shah SAR. FinTech and Financial Stability in BRICS Economies. *Energies*. 2026;19(1):263.

11. Saba CS, Djemo CRT, Ngepah N. The Crucial Roles of ICT, Renewable Energy Sources, Industrialization, and Institutional Quality in Achieving Environmental Sustainability in BRICS. *Environmental Science and Pollution Research*. 2024;31:35083-35114.

12. Alfaisal A, Xia T, Kafeel K, Sher Khan. Economic Performance and Carbon Emissions: Revisiting the Role of Tourism and Energy Efficiency for BRICS Economies. *Environment, Development and Sustainability*. 2025;27:12045-12066.

13. Sachan A, Pradhan AK, Mohindra V. How Do Governance Indicators, Trade Openness, Industrialization, and Population Growth Affect Environmental Degradation in BRICS Nations? *Discover Sustainability*. 2024;5:193.

14. Strelnikova IA. Arctic Cooperation within BRICS amid Its Expansion and the Transformation of Global Governance for a Changing World. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy: obrazovaniye, nauka, novaya ekonomika=International Organisations Research Journal: Education, Science, New Economy*. 2025;(1):10. (In Russ.).

15. Kyire SKC, Asare JK, Samadi SM, Dhaka SS. Interactive Dynamics of Water–Energy–Climate Change–Food Production Conundrum: Evidence from BRICS. *Proceedings*. 2025;131:85.

16. Harun MHS, Taha Z, Abdul Salaam H. Sustainable Manufacturing: Effect of Material Selection and Design on the Environmental Impact in the Manufacturing Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2013;50:012060.

17. Barykina YN, Chernykh AG, Bao Na. Energy Production as a Basis for Sustainable Development in the BRICS Countries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;990:012016.

18. Dmitriev ND. Spatial Specificity of Forming Balanced Development Models of Industrial Structures Based on the Water–Energy–Food Resource Triad. *National Economies in the Context of Global and Local Transformations: Conference Proceedings*. 2025. Pp. 34-39. (In Russ.).

Информация об авторах

Н. Д. Дмитриев — кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, заведующий лабораторией «Моделирование и цифровизация социально-экономических систем».

В. В. Сорокожердьеv — кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.

А. Г. Рубин — кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга.

Information about the authors

N. D. Dmitriev — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Graduate School of Industrial Economics, Head of the Laboratory for Modeling and Digitalization of Socio-Economic Systems.

V. V. Sorokozherdiev — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management and Marketing.

A. G. Rubin — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management and Marketing.

Статья поступила в редакцию 20.01.2026; одобрена после рецензирования 17.03.2026; принята к публикации 15.04.2026.

The article was submitted 20.01.2026; approved after reviewing 17.03.2026; accepted for publication 15.04.2026.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.