

**КЛАСТЕРНАЯ СТРУКТУРА ПРОФИЛЕЙ РАЗВИТИЯ СТРАН БРИКС+
НА ОСНОВЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ
И MDS-КАРТИРОВАНИЯ**¹Родионов Д. Г. ORCID ID 0000-0002-1254-0464,¹Зайцев А. А. ORCID ID 0000-0002-4372-4207,¹Дмитриев Н. Д. ORCID ID 0000-0003-0282-1163,²Баруа М. К. ORCID ID 0000-0003-1047-4800¹*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург,
Российская Федерация, e-mail: drodionov@spbstu.ru;*²*Индийский технологический институт Рурки, Рурки, Республика Индия*

Исследование направлено на выявление структурных контрастов стран объединения БРИКС+ и анализ их многомерных профилей развития в контексте нарастающей дифференциации социально-экономических характеристик. Проблематика связана с необходимостью формирования согласованной типологии государств, демонстрирующих неодинаковые профили человеческого, социально-экономического и цифрового развития. Цель исследования заключается в построении кластерной типологии стран БРИКС+ на основе нормированных показателей, отражающих доходные параметры, структуру занятости, состояние социальной инфраструктуры, образовательные и инновационные характеристики. В качестве эмпирической базы использована панель усредненных значений за 2001–2024 гг. по 10 странам, включающим Бразилию, Египет, Индию, Индонезию, Иран, Китай, ОАЭ, Россию, Эфиопию и ЮАР. Методическая база объединяет построение матрицы межстрановых расстояний, иерархическую кластеризацию методом Уорда и метрическое многомерное шкалирование. Результаты демонстрируют наличие трех типов стран: группы стран догоняющего развития, группы с относительно более высокими социально-экономическими параметрами и показателями человеческого развития, а также высокодоходного центра, обладающего выраженными ресурсными возможностями. Идентифицированная структура подчеркивает различия в демографических характеристиках, структуре занятости, социальных расходах, цифровой включенности и параметрах человеческого капитала. Одновременное применение кластеризации и многомерного картирования позволяет сопоставить дендрограмму, расположение стран на MDS-карте и исходную матрицу расстояний. Сопоставление кластеров с MDS-картированием подтверждает высокую ранговую согласованность межстрановых расстояний и расширяет аналитические возможности интерпретации межстрановых связей. В заключение показано, что выявленная типология может использоваться для сравнительного мониторинга стран БРИКС+ при последующем обновлении статистических данных и для постановки гипотез о возможном сближении или расхождении стран по выбранным показателям. Предложенный подход создает основу для последующего включения временной динамики и оценки направлений межстрановой конвергенции или дивергенции по выбранным параметрам человеческого, социально-экономического и цифрового развития.

Ключевые слова: многомерный анализ, кластерная типология, социально-экономическое развитие, пространственная дифференциация, межстрановые различия, кластеризация, структурная неоднородность, сравнительный анализ

**CLUSTER STRUCTURE OF DEVELOPMENT PROFILES OF BRICS+
COUNTRIES BASED ON HIERARCHICAL CLUSTERING
AND MDS MAPPING**¹Rodionov D. G. ORCID ID 0000-0002-1254-0464,¹Zaytsev A. A. ORCID ID 0000-0002-4372-4207,¹Dmitriev N. D. ORCID ID 0000-0003-0282-1163,²Barua M. K. ORCID ID 0000-0003-1047-4800¹*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University”,
Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: drodionov@spbstu.ru;*²*Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Republic of India*

The study is aimed at identifying structural contrasts among BRICS+ countries and analysing their multidimensional development profiles in the context of increasing differentiation of socio-economic characteristics. The research problem is associated with the need to form a coherent typology of states demonstrating different profiles of human, socio-economic and digital development. The purpose of the study

is to construct a cluster typology of BRICS+ countries based on normalised indicators reflecting income parameters, employment structure, the condition of social infrastructure, and educational and innovation characteristics. The empirical basis is a dataset of averaged values for 2001–2024 across ten countries, including Brazil, Egypt, India, Indonesia, Iran, China, the United Arab Emirates, Russia, Ethiopia and South Africa. The methodological basis combines the construction of an inter-country distance matrix, hierarchical clustering using Ward's method and metric multidimensional scaling. The results demonstrate the presence of three types of countries: a group of catching-up economies, a group with relatively higher socio-economic and human-development parameters, and a high-income centre with pronounced resource capabilities. The identified structure highlights differences in demographic characteristics, employment structure, social expenditure, digital inclusion and human capital parameters. The simultaneous application of clustering and multidimensional mapping makes it possible to compare the dendrogram, the MDS positioning of countries and the original distance matrix. The comparison of clusters with MDS mapping confirms a high rank consistency of inter-country distances and expands the analytical possibilities for interpreting cross-country linkages. The conclusion shows that the identified typology can be used for comparative monitoring of BRICS+ countries when statistical data are subsequently updated and for formulating hypotheses about possible convergence or divergence across the selected indicators. The proposed approach provides a basis for subsequently incorporating temporal dynamics and assessing possible directions of convergence or divergence among countries in terms of selected parameters of human, socio-economic and digital development.

Keywords: multidimensional analysis, cluster typology, spatial differentiation, inter-country differences, clustering, socio-economic development, structural heterogeneity, comparative analysis

Введение

Формирование объединения БРИКС+ сопровождается усложнением экономической стратификации и перераспределением центров макроэкономической гравитации в пользу государств, проходящих ускоряющую фазу структурной трансформации. На основе наращивания экономического веса формируется новая геоэкономическая конфигурация, в рамках которой усиливаются межрегиональные векторы взаимодействия и трансграничные институциональные конфигурации. На аналитических площадках объединения системно анализируются сценарии изменения структуры внешней торговли, кооперации в сфере инвестиций и перераспределения ролей внутри интеграционного блока, при этом указываются связи с оценками интеграционных процессов и форм сотрудничества России со странами БРИКС [1–3]. В работах по позиционированию стран объединения относительно мировой экономики акцент переносится на масштабы национальных экономик, отраслевую специализацию и макроэкономическую динамику, тем самым обосновывается выбор индикаторов для дальнейшего многомерного анализа [4; 5].

Для России расширяющееся пространство БРИКС+ сопряжено с задачей формирования новой конфигурации региональной финансовой стабильности и институциональной согласованности, особенно в отношении воссоединенных территорий с фрагментированной нормативной средой и многоуровневой системой регуляторов [6]. На повестке дня стоит межотраслевое сопряжение бюджетных, инвестиционных и банковских механизмов, а также разработка промышленных инструментов, опираю-

щихся на импортозамещающие стратегии и их формализованное представление в виде динамических экономико-математических моделей [7]. В рамках концепции технопромышленной коэволюции предлагаются подходы к восстановлению производственных цепочек, научно-технологического потенциала и институциональной целостности регионального развития, где требуются согласованные траектории промышленной и научно-технической репарации [8; 9].

Параллельно развивается исследовательское направление, посвященное декомпозиции цифровой трансформации, анализу инновационных режимов и эволюции цифровых экосистем стран БРИКС. Многоуровневые оценки цифрового потенциала и инфраструктурных возможностей демонстрируют сохраняющуюся асимметрию по сравнению с ядром наиболее технологически развитых экономик, но одновременно фиксируют ускорение цифровой активности объединения и перераспределение компетенций в пользу стран БРИКС [10; 11]. Работы по инновационному развитию и внешнеэкономической деятельности подчеркивают различия в технологических уровнях, экспортных стратегиях и глубине внедрения новых технологий, при этом показывают значительный ресурс для наращивания научно-технического сотрудничества и расширения участия объединения в энергетических и высокотехнологичных проектах [12; 13].

В региональной аналитике нарастает интерес к управленческим инструментам, ориентированным на повышение прозрачности бюджетно-финансовых решений, координацию пространственного развития и поддержание предпринимательской активности. Исследования по аудиту го-

сударственных и муниципальных закупок демонстрируют потенциал использования процедурного и методического аппарата контроля для совершенствования контрактной политики и снижения рисков неэффективного расходования ресурсов. Дополнительно анализируется роль инновационной инфраструктуры и бизнес-инкубаторов как механизмов формирования предпринимательских экосистем и генерации передовых проектов регионального развития [1; 14]. Многоуровневый характер обсуждаемых процессов (от институциональных режимов и промышленной политики до цифровых сервисов и предпринимательских экосистем) предполагает применение многомерных исследовательских подходов. Такая стратегия открывает возможность уточненной типологии стран БРИКС+ на основе нормированных социально-экономических, демографических, образовательных, инновационных и цифровых характеристик, а также формирует аналитическую основу для дальнейшей интерпретации.

Цель исследования – разработка и интерпретация кластерной типологии стран БРИКС+ на базе многомерного профиля социально-экономического, демографического и человеческого развития с применением двумерного метрического MDS-картирования межстрановых расстояний.

Объект исследования – страны БРИКС+, трактуемые как совокупность национальных социально-экономических систем с различными уровнями дохода, структурной сложности, человеческого капитала, цифровой включенности и ресурсной обеспеченности. Предмет исследования – многомерные профили развития стран БРИКС+, представленные в форме нормированных индикаторов, и их кластерная конфигурация, отражающая внутреннюю неоднородность объединения и различия между усредненными межстрановыми профилями.

Материалы и методы исследования

Эмпирическая база исследования сформирована в виде панельной конструкции, охватывающей страны БРИКС+ в их исходной и расширенной конфигурации; для кластеризации использовались усредненные за 2001–2024 гг. профили стран. Использовались статистические массивы международных организаций и национальных ведомств, что обеспечило сопоставимость параметров экономической, демографической и социальной динамики. При построении индикативной системы учитывались накопленные практики эконометрического

и статистического изучения макротраекторий ВВП, ВНД и связанных макроэкономических параметров, а также приемы ранжирования и регрессионной реконструкции факторов экономического роста [15–17].

Архитектура индикаторов опирается на традицию агрегирования социально-экономических переменных в укрупненные аналитические блоки и интегрированные показатели, применяемую в исследованиях рейтингового типа и факторного анализа по странам БРИКС [18]. В обзор включены результаты исследований, объединяющих экологические, социальные и экономические компоненты в единую аналитическую систему, при этом сопоставление проводится для сложных природно-антропогенных объектов, например речных бассейнов, с учетом ресурсных ограничений и экологических рисков развития [19]. Подходы к оценке степени защищенности международной производственной кооперации от совокупности рисков, разработанные для стран БРИКС, задают ориентиры при формировании блока показателей, связанных с производственными, финансовыми и институциональными характеристиками [20].

Концептуальная и методическая основа исследования сочетает многокритериальные и эффективностные схемы анализа, ориентированные на сопоставление территориальных и межстрановых структур. Для характеристики методического фона учитываются наработки DEA-подхода к измерению научно-инновационной активности регионов, учитывающие институциональную и ресурсную неоднородность территорий [21]. Дополнительно учитываются практики конфигурационного и кластерного моделирования, примененные к анализу торговых режимов и взаимной торговли наименее развитых стран с объединением БРИКС, где применяется группировка стран по торговым показателям, экономическим структурам и перспективам включения в международные цепочки добавленной стоимости [22–24].

Структура показателей дополнена переменными, отражающими параметры человеческого капитала, социальных расходов, НИОКР и цифровизации. Такое расширение индикаторной системы необходимо для фиксации различий в режимах развития внутри объединения и для последующего сопоставления кластеров по качеству человеческого потенциала, цифровой инфраструктуры, социальных расходов и инновационной активности. В совокупности образуется 14-мерное пространство профилей стран БРИКС+; внутри данного про-

странства рассчитываются интегральные индексы, формируется матрица расстояний, реализуется иерархическая кластеризация методом Уорда и строится метрическое многомерное шкалирование, в результате формируется основа для построения типологии объединения.

Эмпирическая база сформирована по десяти странам БРИКС+ за 2001–2024 гг. по системе из 14 показателей (X1–X14). В выборку входят Бразилия, Египет, Индия, Индонезия, Иран, Китай, ОАЭ, Россия, Эфиопия, ЮАР. Основными источниками данных выступили World Bank DataBank / World Development Indicators для макроэкономических, демографических, социальных и части образовательных показателей; ILOSTAT – для показателей занятости и безработицы; UNESCO Institute for Statistics – для показателей высшего образования и НИОКР; ITU DataHub – для показателя использования интернета.

На первом этапе был сформирован расширенный перечень показателей, характеризующих доходные параметры, структуру занятости, демографические характеристики, человеческий капитал, цифровую включенность, расходы на здравоохранение, образование и НИОКР. Далее из него были исключены показатели с долей пропущенных значений выше 0,40. Для оставшихся индикаторов рассчитывались средние значения по доступным годовым наблюдениям за 2001–2024 гг. После этого показатели приводились к интервалу [0; 1] посредством линейного нормирования по межстрановому минимуму и максимуму. Полученный массив нормированных средних значений матрицы евклидовых расстояний, иерархической кластеризации методом Уорда и MDS-картирования.

Из расширенного перечня показателей отобран поднабор из 14 индикаторов, удовлетворяющих требованию по допустимой доле пропусков не выше 0,40. Показатели, связанные с числом исследователей на миллион человек и уровнем грамотности населения, исключены из итоговой конфигурации из-за превышения порогового значения. В итоговую конфигурацию вошли показатели дохода и благосостояния (ВВП на душу, ВНД на душу), структуры занятости по трем секторам, ожидаемой продолжительности жизни, охвата высшим образованием, проникновения интернета, параметров НИОКР, расходов на здравоохранение и образование, уровня безработицы и численности населения. Нормирование базировалось на линейном

преобразовании усредненных за период значений в общий интервал [0; 1] внутри панели стран, при этом сохраняется относительное положение государств по каждому индикатору и достигается сопоставимость различных шкал измерения.

Результаты исследования интерпретируются как статическая сравнительная типология стран БРИКС+ по усредненным социально-экономическим, демографическим, образовательным, цифровым и социальным параметрам. Полученные кластеры не трактуются как динамические траектории развития и не используются для прогнозирования.

В работе используются обозначения X1–X14 в соответствии со следующей номенклатурой индикаторов: X1 отражает ВВП на душу населения в постоянных ценах по паритету покупательной способности; X2 соответствует ВНД на душу населения; X3 характеризует занятость в промышленности; X4 описывает занятость в сельском хозяйстве; X5 фиксирует занятость в сфере услуг; X6 отображает ожидаемую продолжительность жизни; X7 отражает охват высшим образованием; X8 характеризует долю пользователей интернета; X9 используется для представления расходов на НИОКР в процентах к ВВП; X10 относится к расходам на здравоохранение в процентах к ВВП; X11 отражает расходы на здравоохранение на душу населения; X12 представляет расходы на образование в процентах к ВВП; X13 соответствует уровню безработицы; X14 отображает численность населения.

Интегральный индекс развития рассчитывался как среднее арифметическое нормированных значений X1–X14. Индекс человеческого капитала рассчитывался как среднее нормированных показателей X6, X7, X10, X11 и X12. Оба индекса использовались как описательные характеристики профилей стран и не заменяли многомерную кластеризацию.

Методическая схема исследования включает несколько последовательных процедур:

Первый шаг связан с построением матрицы попарных расстояний между странами. Вектор X1–X14 для каждой страны трактуется как точка в 14-мерном пространстве признаков. В качестве метрики выбрано евклидово расстояние, что дает возможность прямо интерпретировать различия в профилях по совокупности нормированных индикаторов.

Второй шаг основан на иерархической кластеризации. Применяется метод Уорда, минимизирующий при каждом акте агломерации прирост внутригрупповой сум-

мы квадратов. На дендрограмме принято трехкластерное разбиение, используемое как содержательно интерпретируемая типология стран БРИКС+ по усредненным профилям X1–X14.

Третий шаг использует метрическое многомерное шкалирование. На основе матрицы расстояний строится двумерное представление стран, сохраняющее относительные различия в профилях. Качество MDS-картирования оценивается по трем взаимодополняющим показателям: значению stress, диаграмме Шепарда и коэффициенту ранговой корреляции Спирмена между исходными евклидовыми расстояниями и расстояниями в двумерной MDS-конфигурации.

В итоговую эмпирическую интерпретацию включены иерархическая кластеризация методом Уорда и метрическое многомерное шкалирование. Иерархическая кластеризация используется для выделения групп стран по совокупности нормированных показателей X1–X14, а MDS – для двумерного отображения межстрановых расстояний и сопоставления визуального размещения стран с результатами кластеризации.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты иерархической кластеризации

Иерархическая агломерация, реализованная методом Уорда на основе евклидовой метрики, формирует трехуровневую структуру, визуализированную на рис. 1. Дендрограмма демонстрирует различную степень близости профилей стран, определяемую конфигурацией нормированных показателей X1–X14. Полученная структура задает основу для межстрановых сопоставлений

и дальнейшей интерпретации многомерных различий.

Для дополнительной проверки числа кластеров рассчитаны внутренние показатели качества кластеризации для решений $k = 2$, $k = 3$ и $k = 4$: средний коэффициент силуэта, индекс Калински – Харабаса и индекс Дэвиса – Болдина (таблица). Данные критерии использованы как дополнительная проверка согласованности дендрограммы, компактности групп и содержательной интерпретируемости состава кластеров.

Значения показателей не дают абсолютного преимущества одному решению: коэффициент силуэта и индекс Калински – Харабаса несколько выше при $k = 2$, тогда как индекс Дэвиса – Болдина улучшается при $k = 4$. Поэтому решение $k = 3$ принято как компромиссное: оно сохраняет содержательно значимое разделение группы догоняющих экономик, группы Бразилии, России и ЮАР и отдельного профиля ОАЭ, не дробя малую выборку на избыточное число групп.

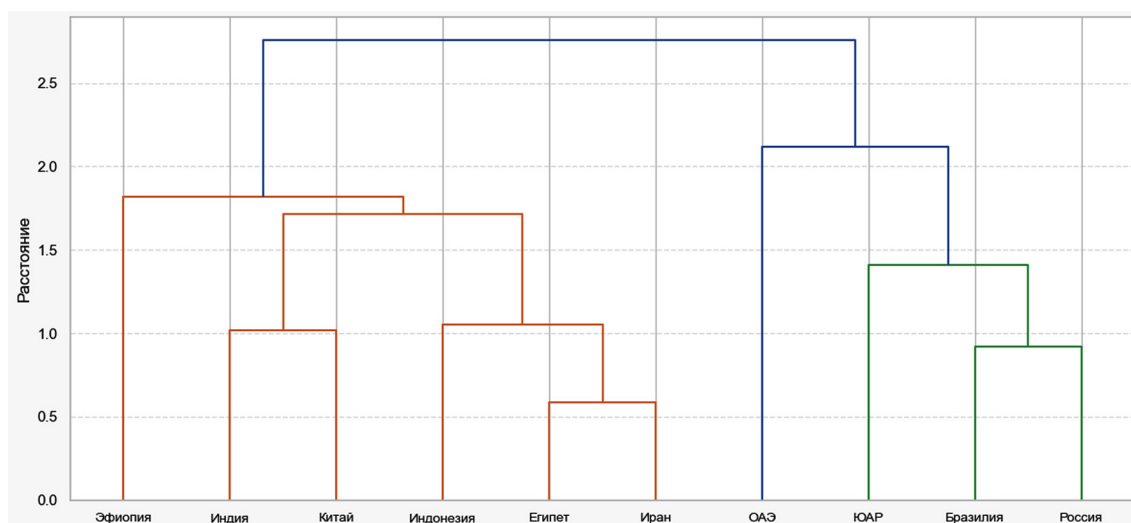
▪ Кластер 1. Египет, Индия, Индонезия, Иран, Китай, Эфиопия.

Среднее значение интегрального индекса развития в этой группе приближается к 0,320 при стандартном отклонении порядка 0,110, отражая выраженную неоднородность внутренней структуры. Внутри кластера сосуществуют экономические профили разного уровня: Китай с интегральным индексом 0,485 и Иран с 0,399 демонстрируют более высокие позиции, тогда как Индонезия (0,215) и Эфиопия (0,149) характеризуются более низкими значениями интегрального показателя внутри рассматриваемой выборки. Аналогичный градиент фиксируется по индексу человеческого капитала: от 0,547 у Китая до 0,112 у Индонезии.

Внутренние критерии качества кластеризации стран БРИКС+

Число кластеров k	Средний коэффициент силуэта	Индекс Калински – Харабаса	Индекс Дэвиса – Болдина	Интерпретация решения
2	0,209	3,981	1,336	Укрупненное разделение стран на две группы; профиль ОАЭ не выделяется как самостоятельный тип
3	0,180	3,850	0,938	Принятое решение; сохраняется разделение догоняющих экономик, группы Бразилии, России и ЮАР, а также отдельного профиля ОАЭ
4	0,117	3,829	0,835	Более дробное решение; при малой выборке приводит к выделению дополнительных малочисленных групп

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.



*Рис. 1. Иерархическая кластеризация стран БРИКС+ методом Уорда
Высота соединения ветвей отражает расстояние между объединяемыми странами или группами стран в пространстве нормированных показателей $X1-X14$; чем выше соединение, тем сильнее различаются соответствующие профили
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

Агломерация Эфиопии и Индии на ранних этапах дендрограммы указывает на сходство трудовых и демографических структур при относительно низких показателях дохода и ограниченных расходах на социальные сектора. Присоединение Китая и Индонезии к ветви первой пары отражает близость по ряду параметров человеческого капитала и цифровой инфраструктуры, несмотря на заметные различия в уровнях дохода.

▪ Кластер 2. Бразилия, Россия, ЮАР.

Среднее значение интегрального индекса достигает около 0,480, а внутригрупповой разброс не превышает 0,040. Индекс человеческого капитала приближается к 0,560, что отражает относительно более высокие значения стран по расходам на образование и здравоохранение, а также по структурному профилю занятости. Группа объединяет экономики с более высоким уровнем ВВП и ВНД на душу населения, развитой сферой услуг и более благоприятными значениями по ряду социальных показателей.

Близость Бразилии и России отражает их структурную сопоставимость по профилю занятости и параметрам бюджетных расходов на человеческий капитал. ЮАР примыкает к ним по совокупности нормированных показателей, но демонстрирует более выраженные социальные контрасты, что проявляется в показателях безработицы и демографической структуре.

▪ Кластер 3. ОАЭ.

Объединенные Арабские Эмираты формируют изолированную ветвь, удаленную от остальных стран объединения. Значение интегрального индекса достигает 0,629, а индекс человеческого капитала – 0,708. Профиль характеризуется высокими значениями по ВВП и ВНД на душу населения, значительными расходами на здравоохранение и НИОКР, а также высоким уровнем цифровой инфраструктуры. По совокупности нормированных показателей профиль ОАЭ существенно удален от остальных стран рассматриваемой выборки.

▪ Сводная интерпретация.

Полученная конфигурация отражает три типа усредненных профилей развития:

1. Разнородный кластер догоняющих экономик, объединяющий страны с выраженным градиентом по человеческому капиталу и уровню дохода.

2. Компактная группа государств с относительно более высокими социально-экономическими параметрами и параметрами человеческого капитала внутри рассматриваемой выборки.

3. Изолированный высокодоходный профиль ОАЭ, связанный с высокими доходными, социальными и цифровыми показателями.

Межкластерные различия интерпретируются как различия внутри рассматриваемой выборки, а не как статистически доказанные различия между генеральными совокупностями стран.

*MDS-картирование
межстрановых расстояний*

Двумерная конфигурация, полученная методом метрического многомерного шкалирования, представлена на рис. 2. Графическое размещение наблюдений отражает геометрию исходной матрицы расстояний и показывает согласованность с дендрограммой.

MDS-карта используется как двумерное отображение исходной матрицы межстрановых расстояний. Координаты MDS не являются факторами в смысле факторного анализа и не имеют самостоятельной причинной интерпретации. Поэтому содержательное описание направлений MDS-плоскости носит апостериорный характер и основано на сопоставлении расположения стран с исходными показателями X_1 – X_{14} .

Первая координата MDS преимущественно разделяет страны по усредненным доходным и социальным характеристикам, включая ВВП и ВНД на душу населения, а также расходы на здравоохранение и об-

разование. Вторая координата отражает дополнительные различия профилей, связанные со структурой занятости, демографическими параметрами, охватом высшим образованием, цифровой включенностью и численностью населения. Данная интерпретация используется только для пояснения визуального размещения стран на карте и не заменяет факторный анализ.

Группировка стран, выявленная методом Уорда, визуализируется в MDS-пространстве. Египет, Индия, Индонезия, Иран, Китай и Эфиопия формируют протяженную область, внутри которой фиксируется плавный переход от низких значений дохода и человеческого потенциала к более высоким. Россия, Бразилия и ЮАР образуют компактный кластер в правой центральной части. ОАЭ занимают изолированную позицию в правом верхнем секторе, что дополнительно подтверждает отдельный высокодоходный профиль страны внутри рассматриваемой выборки.

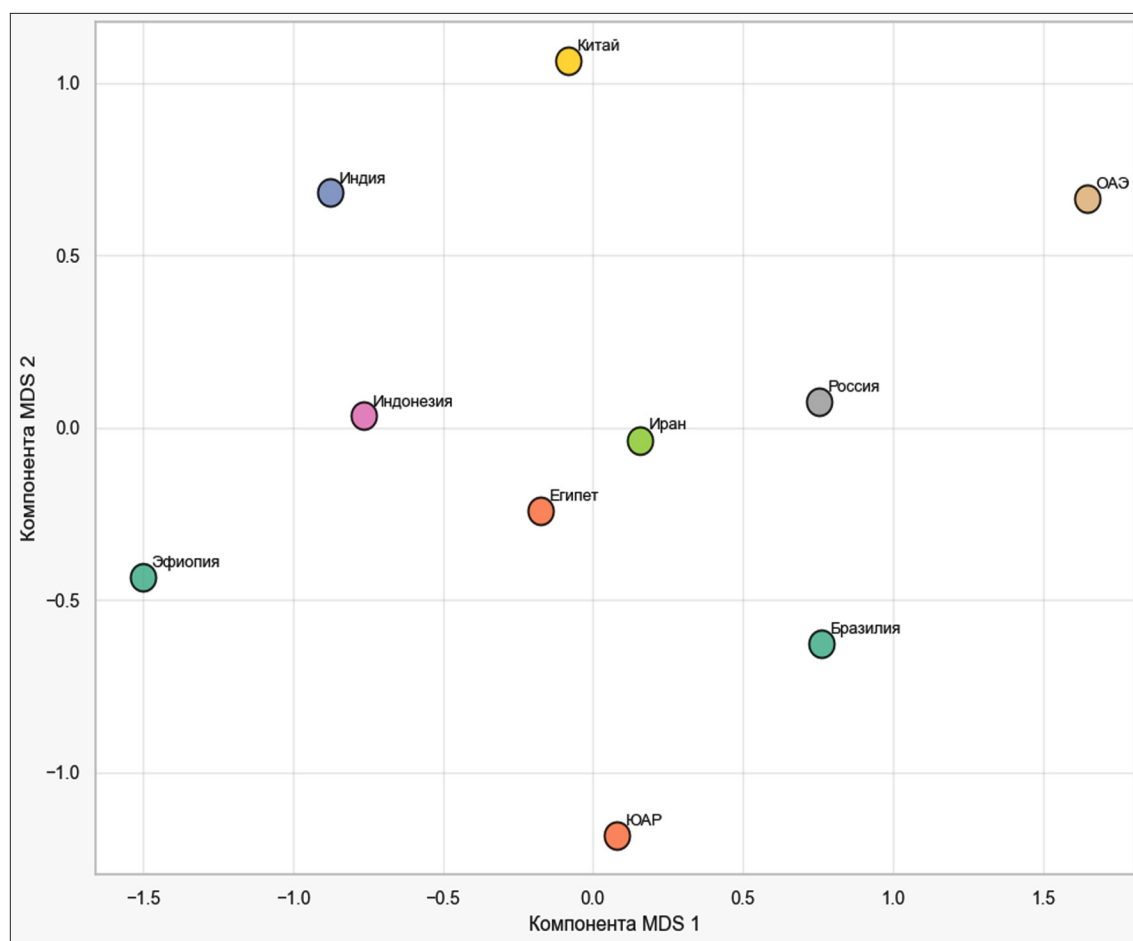
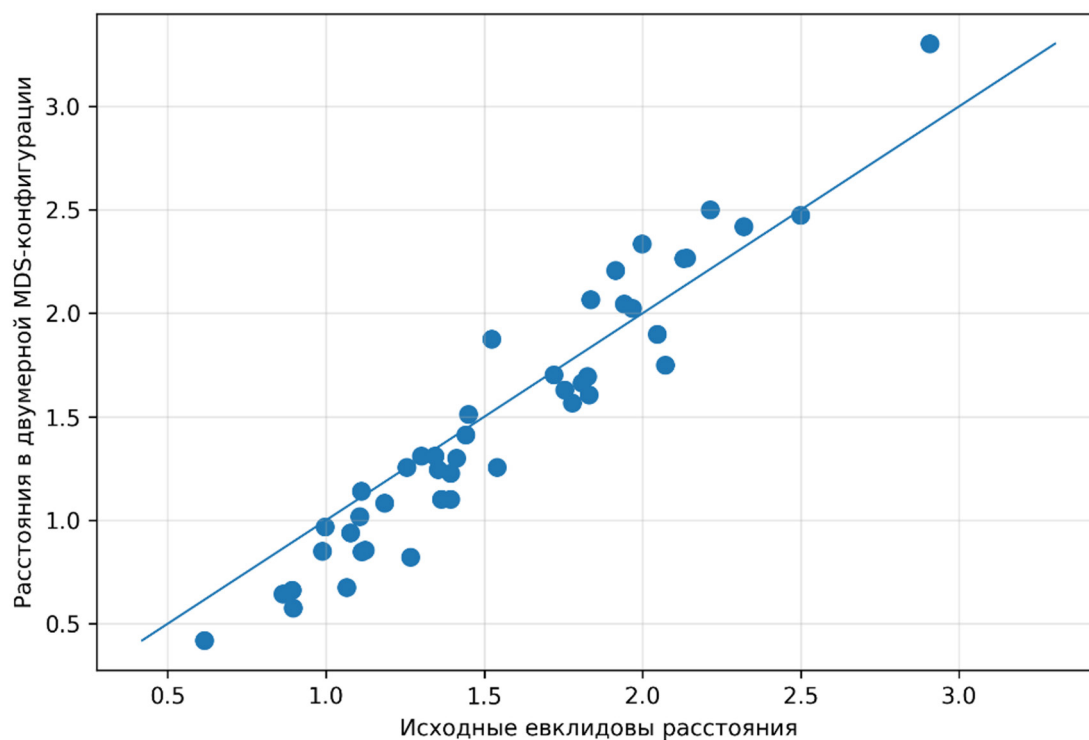


Рис. 2. Картирование MDS – близость стран по профилям X -индикаторов
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования



*Рис. 3. Диаграмма Шепарда для MDS-картирования стран БРИКС+;
по оси абсцисс представлены исходные евклидовы расстояния
между странами в пространстве нормированных показателей X1–X14;
по оси ординат – расстояния между теми же странами в двумерной MDS-конфигурации
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

Качество двумерного MDS-картирования дополнительно проверено с использованием stress и диаграммы Шепарда. Ненормированный stress составил 2,031, нормированный составил 0,131, что свидетельствует о приемлемом уровне искажения исходной матрицы расстояний при переходе к двумерному отображению. Диаграмма Шепарда (рис. 3) показывает восходящую зависимость между исходными евклидовыми расстояниями и расстояниями в MDS-конфигурации. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между двумя наборами расстояний составляет $r_s \approx 0,96$ при $p < 0,001$. Следовательно, MDS-карта может использоваться как наглядное представление межстрановых различий по X1–X14, однако не заменяет динамический анализ и не является прогнозной моделью.

Сопоставление кластерной структуры с интегральным индексом развития и показателями человеческого капитала позволяет сформулировать несколько содержательных интерпретаций. Кластеры 2 и 3 объединяют страны с относительно высокими значениями агрегированных показателей

по выбранной системе индикаторов. Эти различия позволяют говорить о более благоприятном усредненном социально-экономическом профиле и более высоких параметрах человеческого капитала данных стран внутри рассматриваемой выборки. Вместе с тем полученные результаты не доказывают наличие устойчивых траекторий институционального прогресса и не позволяют оценивать эффективность конкретных направлений государственной политики. Профиль ОАЭ выделяется высокими значениями по ряду доходных, социальных, инновационных и цифровых показателей. Это позволяет рассматривать страну как отдельный высокодоходный профиль внутри выборки, однако не является самостоятельным доказательством ее роли в формировании транснациональных инновационных проектов.

Первый кластер отличается выраженной внутригрупповой неоднородностью. Композиция профилей нормированных индикаторов X1–X14 демонстрирует значительное расслоение по уровням дохода, параметрам человеческого капитала и структурным характеристикам занятости. Китай и Иран

приближаются к странам второй группы по интегральному индексу и структуре показателей развития, тогда как Индонезия и Эфиопия характеризуются более низкими значениями агрегированных показателей. Такая конфигурация может использоваться для постановки гипотез о дифференцированных направлениях сотрудничества: для одних стран предметом дальнейшего анализа могут быть параметры человеческого капитала, для других – социальные расходы, НИОКР и цифровая включенность.

Структура двумерного MDS-представления подчеркивает наличие государств, расположенных между основными кластерными зонами. Китай, Египет и Иран находятся в MDS-пространстве между группой догоняющих экономик и странами с более высокими усредненными социально-экономическими параметрами. Такая позиция может рассматриваться как эмпирическое наблюдение для последующего анализа потенциальных направлений сотрудничества, однако сама по себе не доказывает их роль как центров технологического обмена или институционального посредничества. Следовательно, полученный результат следует использовать не как прямое основание для проектирования кооперационных стратегий, а как основу для дальнейшей проверки гипотез о возможных направлениях межстранового сближения или расхождения по выбранным показателям.

Заключение

Многомерное исследование профилей стран БРИКС+ на основе иерархической кластеризации и метрического MDS-картирования позволило выделить три интерпретируемых типа усредненных межстрановых профилей. Данное разбиение отражает структуру различий внутри рассматриваемой выборки и не трактуется как доказательство устойчивых динамических траекторий стран. Первый тип объединяет большую часть участвующих стран и характеризуется внутренней разнородностью, присущей группе догоняющих экономик. Второй тип включает Бразилию, Россию и ЮАР, имеющие относительно более согласованные параметры дохода, человеческого капитала и социальной инфраструктуры. Третий тип представлен ОАЭ как отдельным высокодоходным профилем с выраженной доходной, социальной и цифровой спецификой.

Дополнительная проверка числа кластеров с использованием коэффициента силуэта, индекса Калински – Харабаса и индекса Дэвиса – Болдина показала, что трехкластерное решение является компромиссом между

формальными критериями, структурой дендрограммы и анализом состава групп. Высокая ранговая согласованность между исходной матрицей расстояний и двумерной MDS-конфигурацией подтверждает применимость карты для наглядного представления межстрановых различий по выбранным индикаторам. Качество MDS-картирования дополнительно подтверждается значением нормированного stress, равным 0,131, и диаграммой Шепарда; коэффициент Спирмена составляет $\rho_S \approx 0,96$ при $p < 0,001$. При обновлении данных этот подход может использоваться как описательная база сравнительного мониторинга, однако для анализа динамики и прогнозирования необходимы специальные методы временного анализа. Дальнейшее развитие исследования может предусматривать включение временной компоненты, анализ σ - и β -дивергенции внутри кластеров, оценку сценариев межстранового сближения по параметрам человеческого капитала, а также применение моделей причинного анализа для объяснения влияния образовательных, социальных и инновационных параметров на развитие стран БРИКС+.

Список литературы

1. Еремина И. А., Зайцев А. А., Родионов Д. Г., Дмитриев Н. Д. Аудит государственных (муниципальных) закупок: в 2 ч. Ч. 1. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. 94 с. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id25-9.
2. Мантусов В. Б. Интеграционные процессы и сотрудничество России со странами БРИКС // Вестник Российской таможенной академии. 2022. № 3 (60). С. 9–23. DOI: 10.54048/20727240_2022_03_09.
3. Трегубенко Ф. В. Расширение БРИКС: особенности и преимущества для России // Российский внешнеэкономический вестник. 2024. № 11. С. 27–41. DOI: 10.24412/2072-8042-2024-11-27-41.
4. Гринивецкий И. И., Гамбеева Ю. Н. Ключевые характеристики стран БРИКС на фоне мировой экономики // Вестник Челябинского государственного университета. 2024. № 10 (492). С. 186–193. DOI: 10.47475/1994-2796-2024-492-10-186-193.
5. Азиминова Е. В. Механизмы реализации социально-экономического потенциала стран БРИКС // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2025. № 3 (153). С. 49–53.
6. Дмитриев Н. Д. Интеграционные траектории формирования региональной финансовой устойчивости в новых регионах России // Развитие банковской системы в современных условиях: проблемы и перспективы: материалы IX-й Международной научно-практической интернет-конференции, приуроченной к 105-летию со дня основания ДОННУЭТ (г. Донецк, 15 мая 2025 г.). Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2025. С. 17–21. EDN: HYVCZD.
7. Александрович Ю. Е., Родионов Д. Г., Еремина И. А. Особенности формирования инструментов политики импортозамещения для устойчивого развития промышленности в санкционной среде // Экономика и предпринимательство. 2025. № 4 (177). С. 372–387. DOI: 10.34925/EIP.2025.177.4.063.

8. Дмитриев Н. Д. Промышленная коэволюция как стратегический вектор инновационного развития экономики Донбасса // Инновационные перспективы Донбасса: Сборник научных трудов 11-й Международной научно-практической конференции. Т. 5. Актуальные проблемы инновационного развития экономики Донбасса (г. Донецк, 27–29 мая 2025 г.). Донецк: ДонНТУ, 2025. С. 104–108. [Электронный ресурс]. URL: <https://ipd.donntu.ru/wp-content/uploads/2025/07/s5-2025.pdf> (дата обращения: 07.05.2026).
9. Дмитриев Н. Д. Технопромышленная коэволюция как инструмент выравнивания пространственной асимметрии новых регионов России // Актуальные проблемы интеграции Донецкой Народной Республики в экономико-правовое пространство Российской Федерации: сборник научных трудов конференции. 2025. С. 89–94.
10. Плясова С. В., Бондарева Н. А., Гриднев Ю. В. Оценка цифрового потенциала стран БРИКС в условиях формирования нового геопорядка // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2023. Т. 25. № 1. С. 128–142. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2023.1.11.
11. Пономарев С. В., Бондарева Н. А., Абалакин А. А. Преимущества и ограничения развития экосистемы цифровой экономики (на примере стран БРИКС и G7) // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2024. Т. 26. № 1. С. 128–140. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2024.1.11.
12. Максаква 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. DOI: 10.38197/2072-2060-2024-248-4-424-440.
13. Качелин А. С. Научно-технологическое сотрудничество России в рамках БРИКС как фактор развития энергетики // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2023. № 6. С. 28–42. DOI: 10.24412/2071-6435-2023-6-28-42.
14. Рудская И. А., Родионов Д. Г., Краснова Д. С., Старченкова О. Д. Инновационная инфраструктура и бизнес-инкубаторы как драйверы регионального развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 2. № 10 (163). С. 124–135. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.02.013.
15. Балыхин М. Г., Шайлиева М. М., Цыпин А. П. Статистический анализ экономического развития стран БРИКС // Статистика и экономика. 2020. Т. 17. № 2. С. 18–28. DOI: 10.21686/2500-3925-2020-2-18-28.
16. Буценко И. Н., Горина Н. А. Ключевые показатели экономического развития стран БРИКС // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 4–1. С. 50–52. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10256.
17. Воробьева Е. Ю., Воробьев А. П. Построение обобщенных показателей влияния на прирост ВВП на примере стран БРИКС // Московский экономический журнал. 2024. № 5. С. 355–364. DOI: 10.55186/2413046X_2024_9_5_254.
18. Зазнобина Н. И., Молькова Е. Д., Басуров В. А., Гелашвили Д. Б. Рейтинговый анализ стран БРИКС по социально-эколого-экономическим показателям на основе обобщенной функции желательности // Проблемы региональной экологии. 2018. № 3. С. 137–142. DOI: 10.24411/1728-323X-2018-13137.
19. Розенберг Г. С., Костина Н. В., Кудинова Г. Э., Розенберг А. Г. Великие реки стран БРИКС: состояние и проблемы // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2024. № 3 (47). С. 71–85. DOI: 10.21685/2307-9150-2024-3-7.
20. Зубова Л. В. Рискоустойчивость международной производственной кооперации стран БРИКС // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2025. Т. 19. № 2. С. 44–55. EDN: SMVFDL.
21. Дмитриев Н. Д., Зайцев А. А., Себбагала Т. М. Применение DEA-модели для анализа региональных различий в эффективности научно-инновационной активности // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 4. С. 211–218. EDN: OVNXSZS.
22. Морозкина А. К., Скрыбина В. Ю. БРИКС и партнерство в интересах устойчивого развития: перспективы развития торговли с наименее развитыми странами // Вестник международных организаций. 2021. Т. 16. № 1. С. 85–106. DOI: 10.17323/1996-7845-2021-01-04.
23. Талерчик С. М., Зайцев А. А. Инновационная устойчивость как ключевой фактор успешного развития региона // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 25–2. С. 238–243. EDN: UZBXKP.
24. Panait M. C., Apostu S. A., Gigauri I., Confetto M. G., Palazzo M. Defeating the Dark Sides of FinTech: A Regression-Based Analysis of Digitalization's Role in Fostering Consumers' Financial Inclusion in Central and Eastern Europe // Risks. 2024. Vol. 12. Is. 11. Art. 178. DOI: 10.3390/risks12110178.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Финансирование осуществлялось за счет 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).

Financing: The financing was carried out 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).