

Научная статья

Original article

УДК 519.23

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_9_470

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОСТА ВВП НА
ПРИМЕРЕ СТРАН БРИКС
ECONOMETRIC MODELING OF GROSS DOMESTIC PRODUCT
GROWTH ON THE EXAMPLE OF THE BRICS COUNTRIES**



Воробьев Павел Владимирович, кафедра прикладной математики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, E-mail: pavel-vorobey@yandex.ru

Пепеляева Татьяна Федоровна, к.т.н, доцент кафедры прикладной математики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, E-mail: tania4072@gmail.com

Воробьева Елена Юрьевна, старший преподаватель кафедры прикладной математики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, E-mail: lena-vorobey@yandex.ru

Vorobyov Pavel Vladimirovich, of the department of applied mathematics, Perm national research polytechnic university

Pepeyayeva Tatiana Fedorovna, associate professor of the department of applied mathematics, Perm national research polytechnic university

Vorobyova Elena Urevna, senior lecturer department of applied mathematics, Perm national research polytechnic university

Аннотация. В статье приведена статистическая оценка экономических позиций стран БРИКС в мировом сообществе. Изучены существующие методики оценки экономической активности стран. Проведен сбор и

аналитическая обработка статистической отчетности с использованием данных Всемирного банка, а также других открытых источников. Выполнен статистический анализ системы показателей, используемых для оценки ВВП стран-членов БРИКС. Построены регрессионные зависимости прироста ВВП от используемых показателей. Выявлены наиболее влияющие показатели, характерные для исследуемого сообщества стран.

Abstract. The article presents a statistical assessment of the economic positions of the BRICS countries in the world community. The existing methods of assessing the economic activity of countries have been studied. The collection and analytical processing of statistical reports was carried out using data from the World Bank, as well as other open sources. A statistical analysis of the system of indicators used to assess the GDP of the BRICS member countries was carried out. Regression dependences of GDP growth on the indicators used were constructed. The most influential indicators characteristic of the studied community of countries are revealed.

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, пакеты прикладных программ, влияющие признаки, социально-экономические факторы, страны БРИКС

Keywords: correlation and regression analysis, application software packages, influencing features, socio-economic factors, BRICS countries

Анализ существующих методик оценки экономического состояния стран БРИКС показал *актуальность* данной проблемы. Необходимо построить оптимальную систему показателей, влияющих на прирост ВВП стран, на основании которой можно оценивать их развитие. В настоящем исследовании оценка экономик стран БРИКС проводится на основании валового внутреннего продукта (ВВП) по паритету покупательной способности (ППС) как многомерной величины, зависящей от различных социально-экономических показателей. Необходимость применения

методов статистического анализа связана с тем, что они позволяют провести сравнительный анализ и упорядочение большого объема статистических данных и их группировок с целью построения комплексных оценок.

Анализ изменений, произошедших в соотношении между странами БРИКС с 1992 по 2022 гг. показал, что за этот период все страны, за исключением Бразилии, смогли войти в зону прироста ВВП, при этом уровень обеспеченности населения ВВП в России и Китае значительно вырос.

Статистика реального ВВП по странам мира, приведенная в таблице 1, показывает, что три страны из группы БРИКС попали в десятку стран, составляющих основу мирового ВВП. На долю первых пяти стран, в которые входят Китай и Индия, приходится более половины мирового показателя. Китай занимает вторую строчку в этом рейтинге, благодаря профессиональным реформам, проводимым в стране с конца двадцатого века.

Таблица 1. Рейтинг стран по ВВП за 2022 год

Место	Страна	ВВП, трлн долл. США
1	США	25,4
2	Китай	18,1
3	Япония	4,3
4	Германия	4
5	Индия	3,3
6	Великобритания	3,2
7	Франция	2,8
8	Россия	2,2
9	Канада	2,1
10	Италия	2,0
11	Бразилия	1,9
38	ЮАР	0,4

В рейтинге же стран по ВВП по ППС на душу населения страны БРИКС занимают достаточно невысокие позиции на фоне мировых держав. Россия занимает 59 место, остальные страны еще более низкие позиции, что характеризует уровень жизни населения.

На рисунке 1 показан рост ВВП на душу населения. В странах пятерки с начала 2000 годов наблюдается начало роста показателя, что говорит об улучшении благосостояния населения. Также стоит отметить, что если значения показателя ЮАР, Бразилии и России выросли примерно в 1,5-2 раза, то ВВП по ППС на душу населения в Китае и Индии увеличился примерно в 10 и 3,5 раза соответственно. Очевидно, что проводимая в этих странах политика наращивания технологического потенциала, которая вначале развития экономики страны была за счет иностранных инвесторов, а в последние годы уже за счет собственных разработок, принесли желаемый результат – их экономика растет.

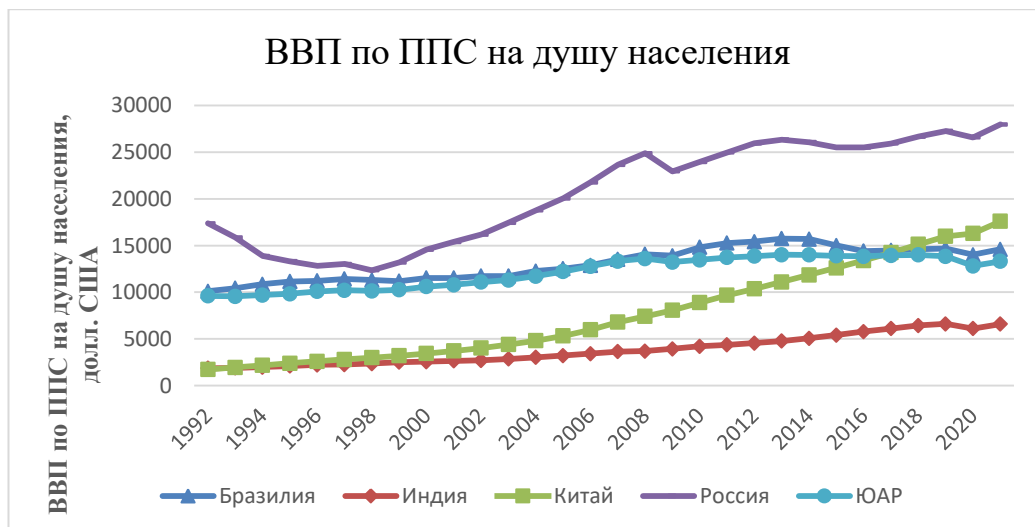


Рисунок 1. ВВП по ППС по странам БРИКС

Для исследования были выбраны следующие показатели в качестве индикаторов развития, характеризующих уровень экономик стран и оказывающих влияние на прирост ВВП.

x_1 – «Промышленность, % от ВВП»;

x_2 – «Сельское хозяйство, % от ВВП»;

x_3 – «Услуги, %»;

x_4 – «Уровень безработицы, % от ВВП»;

x_5 – «Экспорт, % от ВВП»;

x_6 – «Импорт, % от ВВП»;

x_7 – «Иностранные инвестиции, % от ВВП»;

x_8 – «Инвестиции в основной капитал, % от ВВП»;

x_9 – «Налоги, % от ВВП»;

x_{10} – «Доходы от природных ресурсов, % от ВВП»;

x_{11} – «Инфляция, %»;

x_{12} – «Внешний долг, % от ВВП».

Зависимая переменная Y – прирост ВВП по ППС на душу населения (в %) позволяет сравнить уровень благосостояния населения разных стран, учитывая при этом различия в стоимости жизни. Зависимость Y от системы показателей $\{x_1, x_2, \dots, x_{12}\}$ была исследована на основе линейной регрессионной модели

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_{12}x_{12}.$$

Построение модели проводилось в пакете STATISTICA методом пошаговой регрессии, который позволяет выявить наиболее значимые показатели.

Для стран БРИКС, а также для стран с развитой экономикой, были рассчитаны коэффициенты корреляции между каждым из индикаторов x_i и результивным признаком (Таблица 2).

Таблица 2. Парные коэффициенты корреляции

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
Бразилия	0,16	-0,15	0,38	-0,39	-0,23	0,21	0,62	0,34	-0,26	0,58	0,48	0,24
Индия	0,31	-0,74	-0,29	-0,77	0,13	0,21	0,34	0,33	-0,26	-0,02	0,15	0,44
Китай	0,80	0,77	-0,80	-0,30	0,87	0,85	0,84	-0,04	0,49	0,69	0,36	-0,84
Россия	0,51	-0,27	-0,68	-0,14	0,61	0,48	0,52	0,51	0,55	0,53	-0,02	0,38
ЮАР	0,44	-0,22	-0,51	-0,22	0,24	0,40	0,29	0,41	0,23	0,31	0,21	-0,45
США	0,03	0,00	-0,07	-0,47	0,12	0,26	0,33	0,42	0,35	-0,10	0,76	0,10
Германия	0,47	0,36	-0,65	0,10	0,39	0,41	-0,07	0,34	-0,09	0,05	0,55	-0,14
Италия	0,17	-0,03	-0,37	0,10	0,48	0,43	0,39	0,26	0,15	-0,27	0,11	0,20
Франция	0,06	0,26	-0,44	0,02	0,43	0,40	0,62	0,39	0,15	-0,05	0,35	0,06

Наборы показателей выявили некоторые сходства для стран БРИКС. Например, положительное влияние доли промышленности (x_1) и доходов от природных ресурсов (x_{10}) для всех стран, кроме Индии. Также необходимо отметить роль иностранных инвестиций (x_7) и доли услуг (x_3) в приросте ВВП для всех стран сообщества. Для стран с развитой экономикой данная система показателей характерных закономерностей не выявила.

В таблицах 3 и 4 представлены безразмерные и размерные коэффициенты моделей

Таблица 3. Безразмерные коэффициенты эконометрических моделей зависимости прироста ВВП по ППС на душу населения

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	R^2
Бразилия	-1,90	-0,12	0,21	-0,30	0,13	—	0,23	1,26	0,64	—	—	—	0,86
Индия	-0,21	—	0,66	-1,02	0,48	-0,82	0,14	0,52	-0,14	-0,49	0,18	—	0,97
Китай	—	—	0,25	—	0,86	—	0,29	1,12	—	—	—	—	0,75
Россия	—	—	0,17	—	0,64	—	0,26	0,69	—	—	-0,55	0,53	0,86
ЮАР	—	0,19	0,08	—	0,25	-0,43	0,84	0,16	0,90	—	-0,00	-1,18	0,82

Таблица 4. Коэффициенты эконометрических моделей прогноза прироста ВВП на душу населения

	b_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
Бразилия	-10,03	-6,84	-1,32	0,19	-0,91	0,24	—	2,54	3,57	7,71	—	—	—
Индия	-28,82	-0,32	—	1,43	-6,04	0,76	-0,93	0,86	0,43	-0,76	-1,17	0,23	—
Китай	213,21	—	—	10,57	—	8,45	—	0,94	1,17	—	—	—	—
Россия	-42,07	—	—	5,14	—	3,16	—	0,75	1,9	—	—	-0,64	0,51
ЮАР	-7,11	—	2,64	1,29	—	0,87	-0,46	1,08	2,01	2,72	—	-0,03	-0,47

Уравнения значимы, модели адекватны. Показателем адекватности можно считать высокие значения коэффициента детерминации.

Для всех стран БРИКС характерно влияние на прирост ВВП следующих индикаторов: x_3 — «доля услуг» x_5 — «экспорт», x_7 — «иностранные инвестиции» и x_8 — «инвестиции в основной капитал».

Влияние услуг характерно для развитых стран и согласуется с общемировой тенденцией. Инвестиции вносят новые технологии и знания в экономику страны, влекут увеличение выпуска продукции и способствуют развитию экспорта. А инвестиции в основной капитал позволяют более эффективно использовать оборудование и инфраструктуру, что ведет к улучшению качества продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке. Остальные влияющие индикаторы стран индивидуальны и зависят, скорее всего от особенностей экономик этих стран и уровня их развития.

Далее была исследована динамика влияния данных индикаторов, характерная для каждой из стран (Рисунки 2-6).

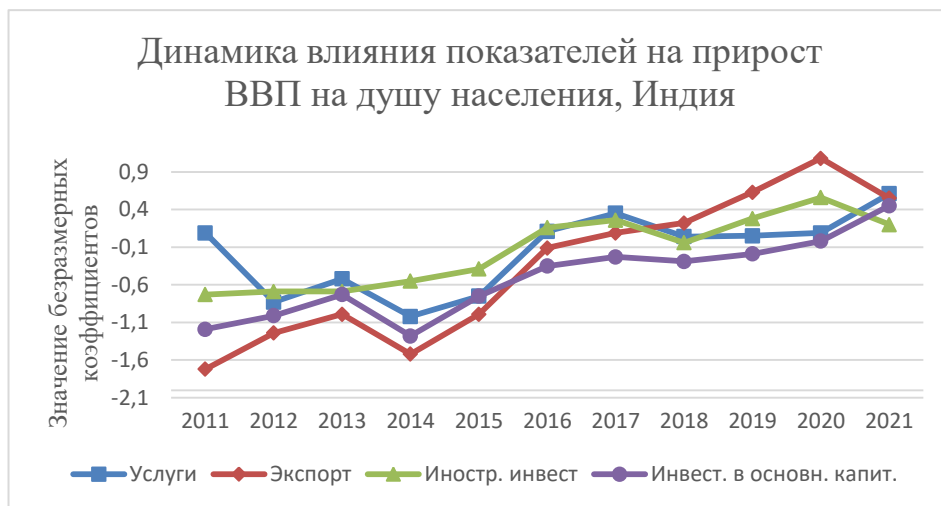


Рисунок 2. Прирост ВВП по ППС на душу населения Индии

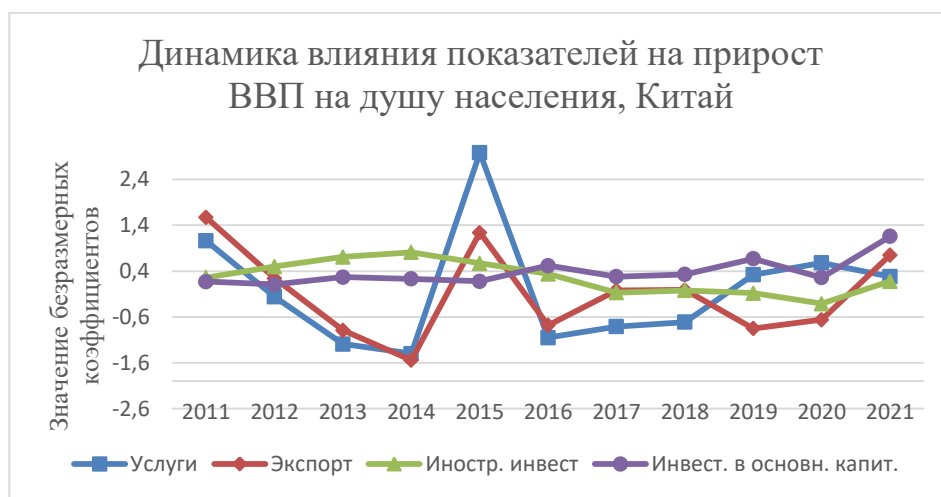


Рисунок 3. Прирост ВВП по ППС на душу населения Китая

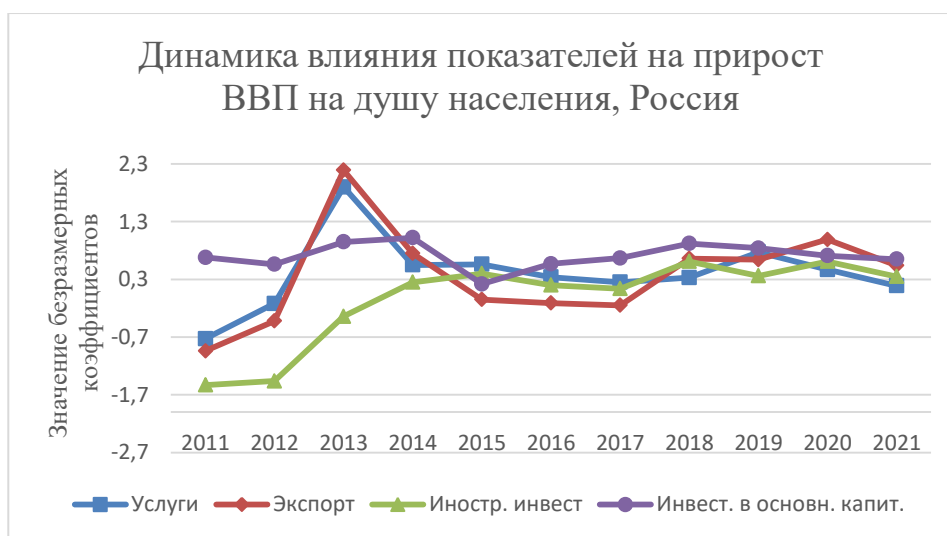


Рисунок 4. Прирост ВВП по ППС на душу населения России



Рисунок 5. Прирост ВВП по ППС на душу населения Бразилии

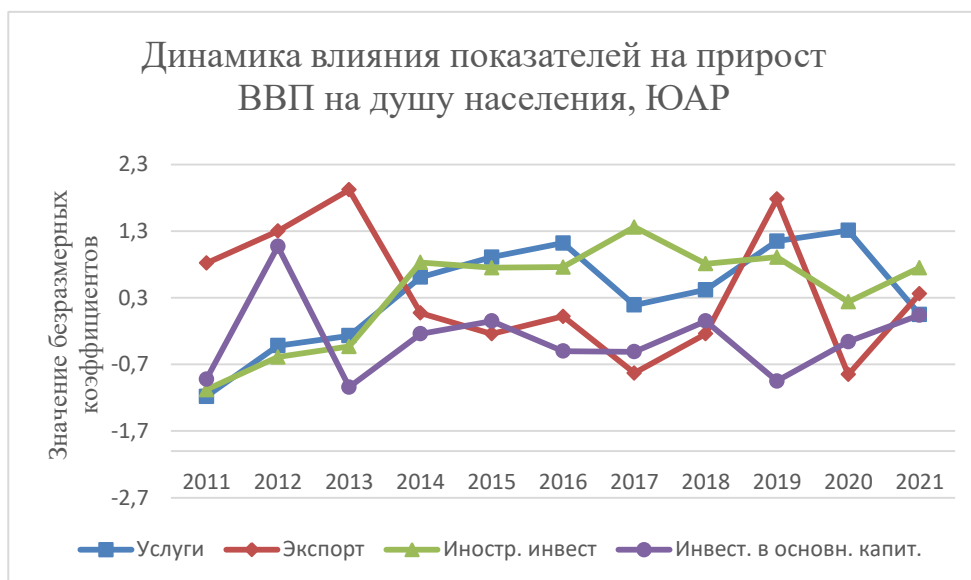


Рисунок 6. Прирост ВВП по ППС на душу населения ЮАР

По результатам анализа динамики можно сделать вывод о том, что для Индии и России после мирового кризиса 2015 года наблюдается стабильное влияние на прирост ВВП всех исследуемых признаков. Для Бразилии и Китая следует отметить рост влияния иностранных инвестиций. А для ЮАР таких закономерностей выявить не удалось.

По итогам исследования получены следующие **результаты**:

Проведен анализ системы 12 социально-экономических показателей стран-членов БРИКС, предложенных в качестве оценки экономического

положения на основе прироста ВВП по ППС на душу населения, и как следствие, на улучшение качества жизни населения стран БРИКС в целом.

Методами корреляционно-регрессионного анализа выявлены наиболее влияющие на прирост ВВП по ППС на душу населения признаки: «Услуги, в % от ВВП», «Экспорт, в % от ВВП», «Иностранные инвестиции, в % от ВВП» и «Инвестиции в основной капитал, в % от ВВП».

Проведенный регрессионный анализ позволил выявить динамику прироста ВВП на душу населения за счет рассмотренных признаков.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве вспомогательных инструментов анализа системы социально-экономических показателей.

Список источников

1. Балыхин М. Г., Шайлиева М. М., Цыпин А. П. Статистический анализ экономического развития стран БРИКС. Национальные счета и макроэкономическая статистика. Т. 17. № 2. 2020 С. 18-28.
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. // М.: Юнити, 1998.
3. Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. Многомерные статистические методы. // М.: Финансы и статистика, 1998.
4. Устойчивое развитие стран. [Электронный ресурс]// <https://journal.ecostandard.ru/esg/ustoychivoe-razvitie/ustoychivoe-razvitie-stran-otnoshenie-k-esg-v-mire/>
5. БРИКС в цифрах. [Электронный ресурс]//URL: <https://www.nkibrics.ru/pages/brics-figures-and-facts?category>
6. Панкова А.А., Козлова Е.И. Особенности торговых отношений стран БРИКС // Центральный научный вестник. 2018. Т. 3. № 22 (63). С. 64–66.
7. Gorbunova O.A., Ignatova O.V., Soluyanov A.A. Problems and Prospects of the BRICS: System Approach // Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Т. 73. С. 595–604.

8. Azam M. Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries // Environmental Science and Pollution Research. 2019. № 1. Т. 26 (33). С. 34388–34400.

References

1. Balyhin M. G., SHajlieva M. M., Cypin A. P. Statisticheskij analiz ekonomicheskogo razvitiya stran BRIKS. Nacional'nye scheta i makroekonomicheskaya statistika. Т. 17. № 2. 2020 S. 18-28.

2. Ajvazyan S. A., Mhitaryan V. S. Prikladnaya statistika i osnovy ekonometriki. // M.: YUniti, 1998.

3. Dubrov A. M., Mhitaryan V. S., Troshin L. I. Mnogomernye statisticheskie metody. // M.: Finansy i statistika, 1998.

4. Ustojchivoe razvitie stran. [Elektronnyj resurs]// <https://journal.ecostandard.ru/esg/ustoychivoe-razvitie/ustoychivoe-razvitie-stran-otnoshenie-k-esg-v-mire/>

5. BRIKS v cifrah. [Elektronnyj resurs]//URL: <https://www.nkibrics.ru/pages/brics-figures-and-facts?category>

6. Pankova A.A., Kozlova E.I. Osobennosti torgovyh otnoshenij stran BRIKS // Central'nyj nauchnyj vestnik. 2018. Т. 3. № 22 (63). S. 64–66.

7. Gorbunova O.A., Ignatova O.V., Soluyanov A.A. Problems and Prospects of the BRICS: System Approach // Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Т. 73. S. 595–604.

8. Azam M. Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries // Environmental Science and Pollution Research. 2019. № 1. Т. 26 (33). S. 34388–34400.

Для цитирования: Воробьев П. В., Пепеляева Т. Ф., Воробьева Е.Ю.

Эконометрическое моделирование прироста ВВП на примере стран БРИКС // Московский экономический журнал. 2023. № 9. URL: <https://qje.su/otraslevaya-i-regionalnaya-ekonomika/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-9-2023-51/>

Московский экономический журнал. № 9. 2023

Moscow economic journal. № 9. 2023

© Воробьев П.В., Пепеляева Т.Ф., Воробьева Е.Ю., 2023. Московский

экономический журнал, 2023, №9.