

УДК 338.27

**Северикова А.В.**, студент 4 курса экономического факультета РТА РФ,  
Ростов-на-Дону, Россия;  
sashasevernya@gmail.com

**Кирьякова К.М.**, студент 4 курса экономического факультета РТА РФ  
Ростов-на-Дону, Россия;  
ksu23062003@mail.ru

## ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ВЗАИМНОЙ ТОРГОВЛИ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ БРИКС

**Цвиль М.М.**, научный руководитель, кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры информатики и информационных таможенных технологий  
РТА РФ, Ростов-на-Дону, Россия  
tsvilmm@mail.ru

**Аннотация.** В статье проводится эконометрический анализ объемов взаимной торговли государств-членов БРИКС: Бразилия, Россия, Китай, Индия и Южно-Африканская Республика до присоединения новых стран. Также представлены диаграммы, изображающие долю стран-участниц БРИКС во взаимной торговле в 2017 и 2023 годах. По годовым данным 2004-2023гг. объемов взаимной торговли стран-участниц БРИКС построена адаптивная полиномиальная модель первого порядка для краткосрочного прогнозирования.

**Ключевые слова:** БРИКС, взаимная торговля, адаптивная модель, экспоненциальные средние, фиктивная переменная, прогноз, внешнеторговый оборот.

**Sevrikova A.V.**, 4<sup>th</sup> year student, Russian Customs Academy, Rostov branch,  
Rostov-on-Don, Russia;  
sashasevernya@gmail.com

**Kiryakova K.M.**, 4<sup>th</sup> year student, Russian Customs Academy, Rostov branch,  
Rostov-on-Don, Russia;  
ksu23062003@mail.ru

## ECONOMETRIC ANALYSIS OF MUTUAL TRADE VOLUMES OF BRICS MEMBER STATES

**Tsvil M.M.**, scientific supervisor, PhD in physics and mathematics, associate professor of the Department of Informatics and Information Customs Technologies, Russian Customs Academy, Rostov Branch, Rostov-on-Don, Russia  
tsvilmm@mail.ru

**Abstract.** The article provides an econometric analysis of the volumes of mutual trade of the BRICS member states: Brazil, Russia, China, India and the Republic of South Africa before the joining of the new countries. Also the presented diagrams depict the share of BRICS member countries in the mutual trade in 2017 and 2023. Based on annual data for 2004-2023 of mutual trade volumes of BRICS member countries, an adaptive first-order polynomial model for short-term forecasting has been constructed.

**Key words:** BRICS, mutual trade, adaptive model, exponential averages, dummy variable, forecast, foreign trade turnover.

Глобализация и растущая взаимозависимость национальных экономик обуславливают возрастающую значимость анализа международной торговли. Группа БРИКС, объединяющая на сегодняшний день 10 стран (Бразилию, Россию, Индию, Китай, Южно-Африканскую Республику, а также Египет, Эфиопию, Иран, Саудовскую Аравию и Объединённые Арабские Эмираты) представляет собой уникальный объект исследования, учитывая ее значительный экономический потенциал. Это подтверждает доля БРИКС в мировом ВВП, которая по итогам 2023 года составляет рекордные 35,7% [1]. Изучение динамики объемов взаимной торговли имеет важное практическое значение для выработки эффективной торговой политики как на национальном, так и на региональном уровне.

В Санкт-Петербурге во время Экономического форума летом 2006 года, была создана организация БРИК, объединившая Бразилию, Россия, Китай и Индию [2]. Позже, с принятием Южно-Африканской Республики, она трансформировалась в БРИКС. А в 2024 году к группе присоединились такие

страны как Объединенные Арабские Эмираты, Эфиопия, Египет, Иран и Саудовская Аравия.

Настоящая работа посвящена эконометрическому анализу объемов взаимной торговли государств-членов БРИКС до присоединения в 2024 году стран, указанных выше.

Целью научной статьи является построение прогнозной адаптивной модели по годовым данным 2004-2023гг. объемов взаимной торговли стран-участниц БРИКС, что предоставит практические рекомендации для развития экономического сотрудничества в рамках БРИКС.

Для более детального анализа обратимся к официальным статистическим данным БРИКС [3], приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Объем взаимной торговли стран-участниц БРИКС по странам в млн.  
долл. США, 2004-2023гг.

	<b>Бразилия</b>	<b>Китай</b>	<b>Индия</b>	<b>Россия</b>	<b>Южная Африка</b>	<b>Сумма</b>
2004	109 059	655 827	111 517	203 802	57 978	1 138 183
2005	134 356	836 888	149 166	268 768	67 617	1 456 795
2006	157 283	1 061 682	185 735	334 652	78 368	1 817 720
2007	184 603	1 342 206	251 439	393 657	89 962	2 261 867
2008	228 393	1 581 713	303 696	522 735	98 118	2 734 655
2009	180 723	1 333 346	286 823	344 934	77 892	2 223 718
2010	233 736	1 752 621	352 575	441 833	99 508	2 880 273
2011	292 488	2 008 852	448 289	573 448	126 971	3 450 048
2012	2 811	2 175 092	446 079	589 774	118 127	3 331 883
2013	279 588	2 355 595	46 588	593 398	113 445	3 388 614
2014	264 063	2 524 238	465 786	563 507	109 424	3 927 018
2015	251 814	2 360 152	416 601	393 035	96 086	3 517 688
2016	209 433	2 197 922	438 975	332 353	91 109	3 269 792
2017	235 561	2 429 277	498 616	410 483	104 288	3 678 225
2018	269 519	2 651 010	538 078	508 561	111 285	4 078 453
2019	270 767	2 630 999	52 655	481 699	10 607	3 446 727
2020	230 508	2 738 898	497 898	38 149	93 179	3 598 632
2021	306 087	3 554 296	676 534	5 499	130 636	4 673 052
2022	376 084	3 719 320	7 764	640 878	135 795	4 879 841
2023	346 639	3 511 248	778 136	46 566	124 697	4 807 286

Исходя из данной таблицы мы можем проследить основную особенность БРИКС – различный уровень развития стран, входящих в эту

группу, где средний объем экспорта Китая за 20 лет составляет 2,17 трлн. долл. США, и в это же время Африка – 96,7 млрд. долл. США.

Приведем на рис.1 и рис. 2 диаграммы, изображающие долю стран-участниц БРИКС во взаимной торговле в 2017 и 2023 годах.

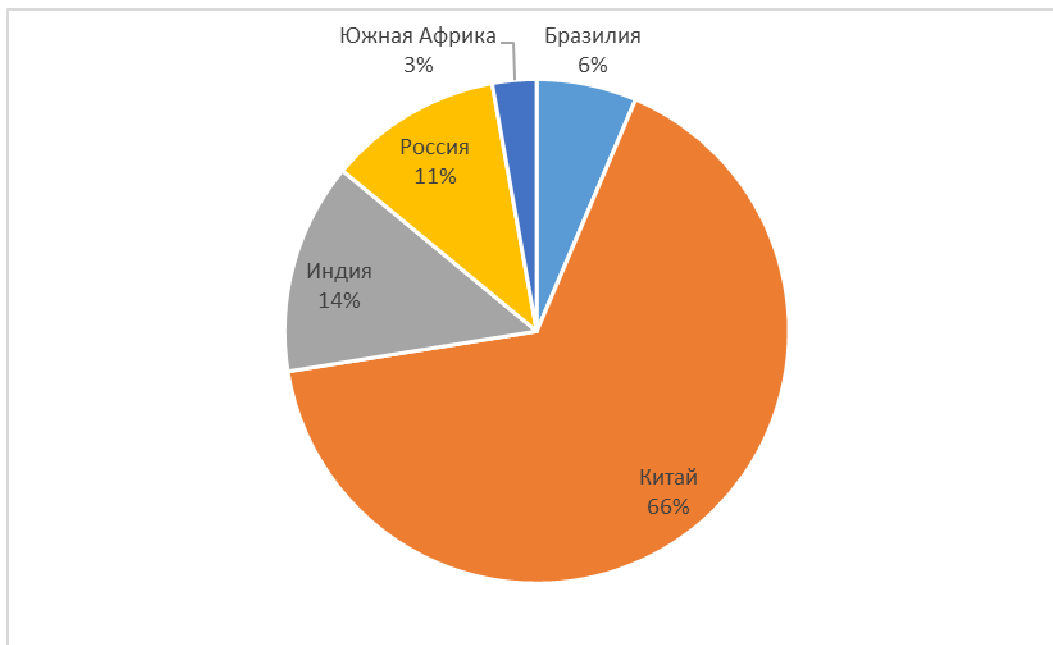


Рис.1. Доля стран-участниц БРИКС во взаимной торговле 2017 год, млн. долл. США.

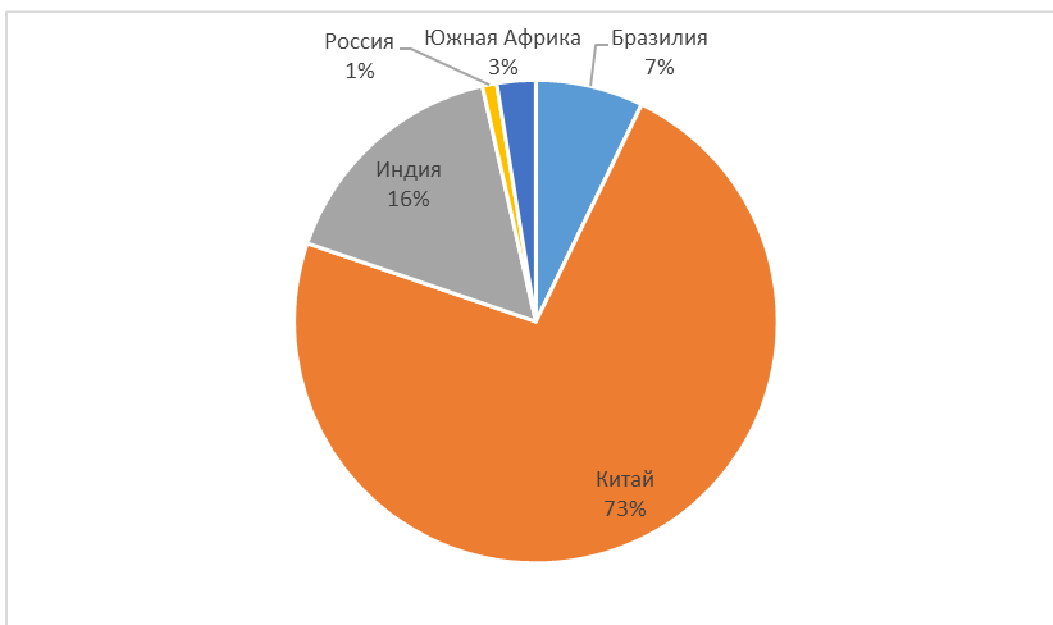


Рис.2. Доля стран-участниц БРИКС во взаимной торговле 2023 год, млн. долл. США.

Согласно диаграммам, можно заметить, что доля России значительно уменьшилась в 2023 году по сравнению с 2017 годом в связи с наложением

санкций против России, что ограничило ей доступ к международным рынкам и привело к снижению объемов товарооборота. Остальные страны-участницы остались примерно в тех же показателях.

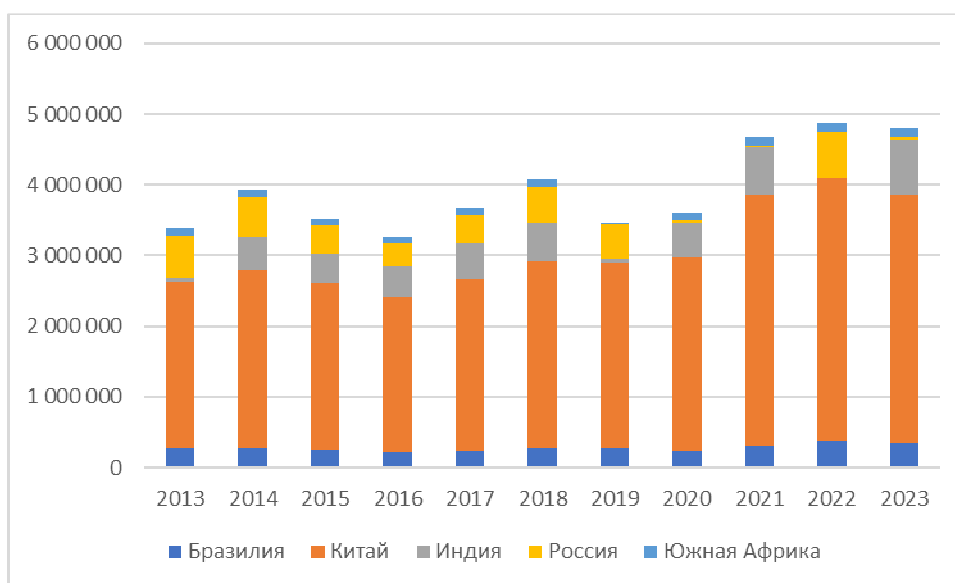


Рис. 3. Сравнение долей взаимной торговли стран-участниц БРИКС за последние 10 лет

Из графического представления (рис.3) можно сделать вывод о том, что доля Китая в общей торговле значительно преобладает над другими странами БРИКС, и эта доля постоянно растет. Вклад остальных стран (Бразилия, Индия, Россия, Южная Африка) в общую сумму взаимной торговли значительно меньше, чем вклад Китая, и их доли меняются в меньшей степени. Однако пропорции между странами БРИКС остаются относительно стабильными.

Для дальнейших расчетов представим объемы взаимной торговли всех стран-участниц БРИКС в виде временного ряда, где объемы взаимной торговли БРИКС ( $Y_t$ ), а индекс  $t$  – это порядковый номер года наблюдения. Теперь рассмотрим временной ряд (табл.2):

## Объем взаимной торговли БРИКС по годам, млн. долл. США

t	y <sub>t</sub>
1	1,138
2	1,456
3	1,817
4	2,261
5	2,734
6	2,223
7	2,880
8	3,450
9	3,331
10	3,388
11	3,927
12	3,517
13	3,269
14	3,678
15	4,078
16	3,446
17	3,598
18	4,673
19	4,879
20	4,807

Проведем эконометрическое моделирование [4]. В качестве метода исследования и построения модели по данным (табл.2) был выбран адаптивный метод, который считается одним из наиболее перспективных для моделирования одномерных временных рядов. Этот метод позволяет создавать самокорректирующиеся экономико-математические модели, которые быстро реагируют на изменения. Учитывая, что мировая экономика постоянно изменяется, особенно в современных условиях, этот фактор оказал влияние на выбор эконометрической модели. Адаптивные модели используются при краткосрочном прогнозировании.

Вначале по данным из табл. 2 построим график (рис.4) временного ряда с линией линейного тренда, описываемого уравнением :

$$y = 0,185t + 1,269 \quad (1)$$

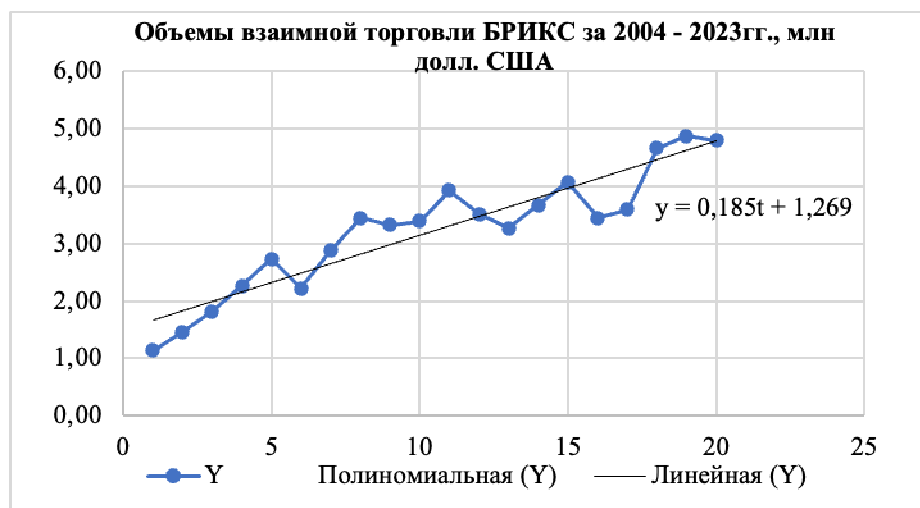


Рис. 4. График временного ряда (табл. 2) с линией тренда

Для повышения точности модели (1) потребовалось добавить фиктивные переменные, учитывающие изменения мировой рыночной конъюнктуры [5]. Выбор фиктивных переменных обусловлен изменениями конъюнктуры мирового рынка, которые были вызваны в 2009 году – мировым финансовым кризисом, в 2016 – снижением фондовых индексов на 10%, что стало самым худшим показателем за последние семь лет, а в 2019-2020 гг. – пандемией и санкциями. Данные изменения мы можем заметить на рис. 1. Введем фиктивные переменные  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  с помощью которых учтем эти изменения.

Таблица 3

Данные с использованием фиктивных переменных

$y$	$t$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
1,138	1	0	0	0	0
1,456	2	0	0	0	0
1,817	3	0	0	0	0
2,261	4	0	0	0	0
2,734	5	1	0	0	0
2,223	6	0	0	0	0
2,880	7	0	0	0	0
3,450	8	0	1	0	0
3,331	9	0	0	0	0
3,388	10	0	0	0	0
3,927	11	0	0	1	0
3,517	12	0	0	0	0

3,269	13	0	0	0	0
3,678	14	0	0	0	0
4,078	15	0	0	0	0
3,446	16	0	0	0	1
3,598	17	0	0	0	1
4,673	18	0	0	0	0
4,879	19	0	0	0	0
4,807	20	0	0	0	0

С помощью пакета «Анализ данных» в Microsoft Excel проведем множественный регрессионный анализ объемов взаимной торговли стран БРИКС, используя данные (табл. 3). В итоге получим следующую статистику регрессионного анализа (рис.5).

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,980885246				
R-квадрат	0,962135866				
Нормированный R-квадрат	0,948612962				
Стандартная ошибка	0,237666633				
Наблюдения	20				
Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	5	20,09424702	4,018849404	71,1486089	1,88885E-09
Остаток	14	0,790793981	0,056485284		
Итого	19	20,885041			
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
Y-пересечение	1,268797321	0,119817756	10,5893931	4,57491E-08	1,011813792
t	0,185379348	0,010089283	18,37388747	3,38367E-11	0,163739988
Z1	0,538305941	0,25100492	2,144603149	0,050017084	-4,60692E-05
Z2	0,698167898	0,246462271	2,832757707	0,013294293	0,1695589
Z3	0,619029855	0,245593399	2,520547606	0,024474737	0,092284401
Z4	-0,805556557	0,18986447	-4,24279781	0,000819514	-1,212775344

Рис. 5 Результаты регрессионного анализа

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) равен 0,96, следовательно, модель соответствует данным. Табличное значение критерию Фишера равняется 3,74. А значение критерия Фишера, которое было получено при помощи «Анализа данных», составило 71,14, что говорит об адекватности данной модели.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$y(t) = 1,269 + 0,185 \cdot t + 0,538 \cdot Z_1 - 0,699 \cdot Z_2 + 0,615 \cdot Z_3 - 0,806 \cdot Z_4 \quad (2)$$



Коэффициенты полученной модели (2) также статистически значимы.

Построим график с учетом полученных прогнозных значений по формуле (2), которые отражает фактический объем взаимной торговли БРИКС и прогнозные значения (рис.6)

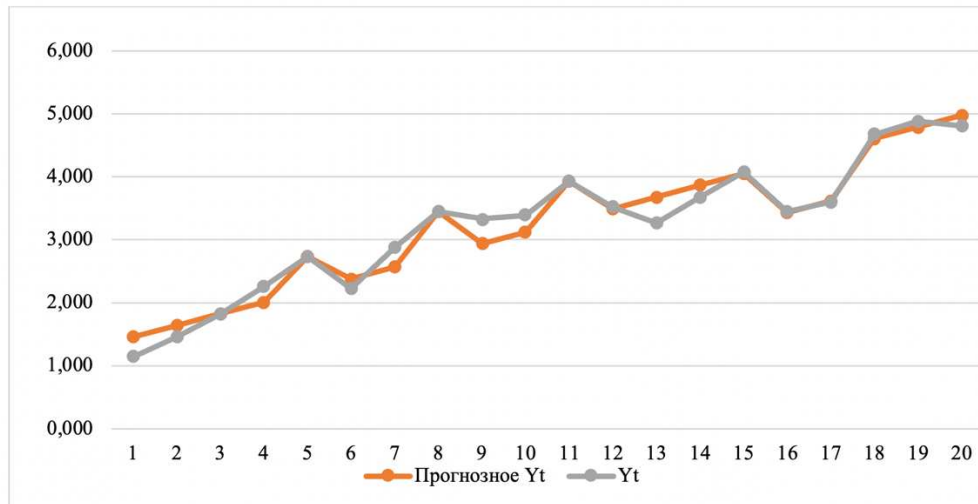


Рис.6. Соотношение фактических и прогнозных значений полученных по модели (2)

Далее приступим к построению прогнозной адаптивной полиномиальной модели первого порядка, используя экспоненциальные средние [6]:

$$\hat{y}_t(t) = \hat{a}_{1,t} + \tau \hat{a}_{2,t}, \quad (3)$$

где начальные данные получим из модели тренда (2):

$$\hat{a}_{1,0}=1,269 \text{ и } \hat{a}_{2,0}=0,185$$

Экспоненциальные средние рассчитаем по формулам:

$$S_t^{(1)} = \alpha \cdot y_t + \beta \cdot S_{t-1}^{(1)}$$

$$S_t^{(2)} = \alpha \cdot S_t^{(1)} + \beta \cdot S_{t-1}^{(2)}$$

Вычислим начальные значения экспоненциальных средних:

$$S_0^1 = \hat{a}_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} \cdot \hat{a}_{2,0} = 1,269 - \frac{0,2}{0,8} \cdot 0,185 = 1,223$$

$$S_0^2 = \hat{a}_{1,0} - \frac{2\beta}{\alpha} \cdot \hat{a}_{2,0} = 1,269 - \frac{2 \cdot (0,2)}{0,8} \cdot 0,185 = 1,176$$

Оценки коэффициентов модели (3) рассчитаем по формулам вида:

$$\hat{a}_{1,t} = 2S_t^1 - S_t^2$$

$$\hat{a}_{2,t} = \frac{\alpha}{\beta} [S_t^1 - S_t^2]$$

Вычисления приведем в таблице 6.

Таблица 6

Экспоненциальные средние и оценки коэффициентов прогнозной модели

Год	$t$	$Y$	$St^{(1)}$	$St^{(2)}$	$a_{1,t}$	$a_{2,t}$
2004	1	1,138	1,1550	1,146	1,164	0,037
2005	2	1,456	1,3958	1,140	1,652	1,025
2006	3	1,817	1,7328	1,393	2,073	1,360
2007	4	2,261	2,1554	1,732	2,579	1,693
2008	5	2,734	2,6183	2,155	3,081	1,852
2009	6	2,223	2,3021	2,618	1,986	-1,265
2010	7	2,880	2,7644	2,302	3,227	1,849
2011	8	3,450	3,3129	2,764	3,861	2,194
2012	9	3,331	3,3274	3,313	3,342	0,058
2013	10	3,388	3,3759	3,327	3,424	0,194
2014	11	3,927	3,8168	3,376	4,258	1,764
2015	12	3,517	3,5770	3,817	3,337	-0,959
2016	13	3,269	3,3306	3,577	3,084	-0,985
2017	14	3,678	3,6085	3,331	3,886	1,112
2018	15	4,078	3,9841	3,609	4,360	1,502
2019	16	3,446	3,5536	3,984	3,123	-1,722
2020	17	3,598	3,5891	3,554	3,625	0,142
2021	18	4,673	4,4562	3,589	5,323	3,468
2022	19	4,879	4,7944	4,456	5,133	1,353
2023	20	4,807	4,8045	4,794	4,815	0,040

Тогда прогнозная модель имеет вид:

$$y_{\tau}(t) = \hat{a}_{1,t} + \tau \hat{a}_{2,t} = 4,815 + 0,040\tau$$

Осуществляем прогноз на одну точку вперед, получим прогноз объемов взаимной торговли БРИКС на 2024год. Он равен 4,855 млрд. долл. США.

Эконометрический анализ объемов взаимной торговли между государствами БРИКС позволяет выявить важные тенденции и факторы, влияющие на экономическое сотрудничество. Результаты анализа могут быть полезны для правительств стран БРИКС в формировании более эффективной внешнеэкономической политики и углублении взаимных торговых отношений. Исследования могут быть направлены на более глубокий анализ влияния специфических факторов, таких как культурные различия, уровень развития инфраструктуры и инновационных технологий на объемы взаимной торговли

Таким образом, в соответствии с предоставленными данными, а также расчетами, прогнозное значение для объемов взаимной торговли БРИКС на 2024 год составило – 4, 855 млрд. долл. США. Это значение подчеркивает растущий потенциал экономического сотрудничества между государствами-участниками и может служить основой для дальнейшего анализа и разработки стратегий по укреплению торговых связей в рамках БРИКС.

#### **Список литературы:**

1. Официальный сайт РИА-Новости [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru>.
2. Куемжиева С. А., Складчиков С. В., Гончаров В. В. Актуальные проблемы и перспективы развития БРИКС // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2020. №1. С. 80-85.
3. Официальный сайт Росстат[Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru>.
4. Цвиль М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование // учебное пособие. Ростов-на-Дону: Российская таможенная академия Ростовский филиал. 2016. – 135 с.

5. Цвиль М. М., Гавриш В. А. Эконометрический анализ взаимной торговли России и Китая // Наука и мир. 2023. №. 4. С. 86-90.

6. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов // учебное пособие. – Москва: Финансы и статистика - М. 2003. 416 с.

### References:

1. Official website of RIA Novosti [Electronic resource]. URL:  
<https://ria.ru>.
2. Kuemzhieva S. A., Skladchikov S. V., Goncharov V. V. Actual problems and development prospects of BRICS // Legal Bulletin of Dagestan State University. 2020. No. 1. P. 80-85.
3. Official website of Rosstat [Electronic resource]. URL:  
<https://rosstat.gov.ru>.
4. Tsvil M. M. Time series analysis and forecasting // study guide. Rostov-on-Don: Russian Customs Academy Rostov branch. 2016. - 135 p.
5. Tsvil M. M., Gavrish V. A. Econometric analysis of mutual trade between Russia and China // Science and the World. 2023. No. 4. P. 86-90.
6. Lukashin Yu.P. Adaptive methods of short-term forecasting of time series // study guide. - Moscow: Finance and Statistics - M. 2003. 416 p.