

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМНОЙ ТОРГОВЛИ СТРАН ЕАЭС

Е. Г. ГОСПОДАРИК¹⁾, Е. С. МАЕНОВА²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾Независимый исследователь, г. Минск, Беларусь

Проанализирована внешнеторговая деятельность Беларуси на основе эконометрической гравитационной модели внешней торговли стран – участниц ЕАЭС. Кроме того, изучен потенциал экспорта Республики Беларусь, проведена оценка сравнительных преимуществ Беларуси при торговле со странами – участницами ЕАЭС. На основе выполненного анализа авторы предлагают рекомендации по наращиванию экспортного потенциала.

Ключевые слова: внешнеторговая деятельность; гравитационная модель; индекс выявленного сравнительного преимущества; экспортный потенциал.

ECONOMETRIC GRAVITY MODELS OF MUTUAL TRADE OF THE EAEU COUNTRIES

C. G. GOSPODARIK^a, E. S. MAENOVA^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bIndependent researcher, Minsk, Belarus

Corresponding author: C. G. Gospodarik (gospodarik@bsu.by)

The article analyses the foreign trade activity of the Republic of Belarus on the basis of the econometric gravity model of foreign trade of the EAEU member states. In addition, the export potential of the Republic of Belarus was analysed, as well as the comparative advantages of Belarus in trade with the EAEU member states were given. Based on the analysis, the authors offer recommendations for increasing export potential.

Keywords: foreign trade activity; gravity model; index of revealed comparative advantage; export potential.

Для анализа внешнеторговой деятельности Беларуси построены эконометрические гравитационные модели внешней торговли стран – участниц ЕАЭС, которые показывают, что внешняя торговля Беларуси подчиняется общим закономерностям гравитационной модели: масштаб экономик стран-партнеров имеет положительное влияние на объемы экспорта, а географическая удаленность – отрицательное.

Проанализировав с помощью построенных моделей потенциал экспорта и сравнив его с фактическими показателями, авторы настоящей статьи выяснили, в какой мере Беларусь использует свой экспортный потенциал и в какой степени можно увеличить экспорт в различные страны ЕАЭС.

Образец цитирования:

Господарик Е.Г., Маенова Е.С. Эконометрические гравитационные модели взаимной торговли стран ЕАЭС. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика*. 2021;2:77–91.

For citation:

Gospodarik CG, Maenova ES. Econometric gravity models of mutual trade of the EAEU countries. *Journal of the Belarusian State University. Economics*. 2021;2:77–91. Russian.

Авторы:

Екатерина Геннадьевна Господарик – кандидат экономических наук, доцент; заведующий кафедрой аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.
Елена Сергеевна Маенова – магистр экономики.

Authors:

Catherine G. Gospodarik, PhD (economics), docent; head of the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.
gospodarik@bsu.by
Elena S. Maenova, master of science (economics).



Гравитационные модели эффективности внешнеторговой деятельности

Гравитационные модели торговли являются одними из важнейших средств эмпирического анализа международных торговых потоков, хотя они используются также для исследования миграции трудовых ресурсов, иностранных (прямых или портфельных) инвестиций, розничной торговли. Впервые, по аналогии с законом всемирного тяготения Ньютона, их предложил нобелевский лауреат Я. Тинберген [1], установив связь между экспортом (EX_{ij}) из страны i в страну j , экономическими размерами экспортера и импортера, выраженными, как правило, ВВП стран (GDP_i и GDP_j) и издержками торговли (D_{ij}) между странами, выраженными расстоянием или другими торговыми барьерами между торговыми партнерами (R_{ij}):

$$EX_{ij} = k \frac{GDP_i^{\alpha_1} \cdot GDP_j^{\alpha_2}}{t_{ij}}. \quad (1)$$

Традиционно гравитационная модель применяется в логарифмической форме:

$$EX_{ij} = \exp(\beta + \alpha_1 \ln GDP_i + \alpha_2 \ln GDP_j + \ln R_{ij}). \quad (2)$$

Наличие общей границы между странами, членство в торговых союзах могут уменьшить D_{ij} , а в качестве экономического размера некоторые используют численность населения, площадь, ВВП на душу населения. В издержки торговли R_{ij} вводят таможенные пошлины, транспортные затраты, географические переменные (например, является ли государство-партнер островным, есть ли доступ к морю или нет), волатильность обменного курса и т. д. [2].

Гравитационные модели торговли представляют собой одну из самых устойчивых взаимосвязей, наблюдаемых в мировой торговле. Несмотря на это, их достаточно часто критиковали за отсутствие теоретической основы. Первой попыткой вывести гравитационное уравнение торговли на базе теории явилось исследование Дж. Андерсона [3], основанное на предположении П. Армингтона о том, что однотипные товары, различающиеся местом производства, несовершенны заменяемы для предъявляющих на них спрос агентов. Далее выяснилось, что зависимость гравитационного типа можно вывести на основе любой из известных теорий международной торговли (теории сравнительных преимуществ, теория масштаба, теория дифференциации, теория несовершенной конкуренции, теория Кругмана («любовь к разнообразию»)). Все новейшие гравитационные модели можно привести к следующему виду [1]:

$$x_{ij} = \frac{GDP_i \cdot GDP_j}{GDP_w} \left(\frac{D_{ij}}{\Pi_i \cdot P_j} \right)^{1-\sigma}, \quad (3)$$

где GDP_w – ВВП мировой экономики; σ – эластичность замещения между товарами разных стран ($\sigma > 1$); P_j – индекс потребительских цен в стране j ; Π_i находится по следующей формуле:

$$\Pi_i = \left(\sum_j \left(\frac{D_{ij}}{P_i} \right)^{1-\sigma} \frac{GDP_j}{GDP_w} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}. \quad (4)$$

Поскольку величины Π_i и P_j агрегируют все двусторонние торговые барьеры, с которыми сталкиваются экспортер i и импортер j соответственно, эти величины получили название показателей многостороннего сопротивления торговле: Π_i – сопротивляемость экспорту из региона i , P_j – сопротивляемость импорту в регион j .

Эконометрические гравитационные модели внешнеторговой деятельности стран – участниц ЕАЭС

Для эконометрической гравитационной модели в качестве экономического размера были выбраны ВВП в текущих ценах и численность экономически активного населения, в качестве издержек торговли – географическая удаленность между деловыми центрами (столицами) стран-партнеров. Также были введены фиктивные переменные, отвечающие за наличие общих границ между странами и за вхождение в экономический союз.

Таким образом, были построены модели со следующими переменными: $EX_{ij,t}$ – стоимостной объем экспорта из страны i в страну j в момент времени t ; $GDP_{i,t}$ – ВВП страны i (экспортера) в момент времени t , млн долл. США; $GDP_{j,t}$ – ВВП страны j (импортера) в момент времени t , млн долл. США; $POP_{act,i,j,t}$ – численность экономически активного населения страны i (j) в момент времени t , человек; $\bar{D}_{ij}$ – гео-

графическая удаленность между деловыми центрами (столицами) страны i и страны j ; GR – фиктивная переменная, отвечающая за наличие общих границ между странами i, j .

При построении модели со странами – участниками ЕАЭС фиктивные переменные оказались незначимыми.

Эконометрическая гравитационная модель торговли ЕАЭС строилась на исторических данных статистики ВТО (data.wto.org) и ЕЭК (eurasiancommission.org) по взаимному экспорту за период с 2010 по 2020 г. в пакете *EViews* 8.

Для проверки стационарности рядов были проведены следующие тесты: *Levin, Lin and Chu, ADF, PP and Im, Pesaran and Shin W-stat*. Тест *Levin, Lin and Chu* оценивает стационарность общего панельного ряда, а остальные тесты – стационарность рядов для каждой страны по отдельности.

Ниже представлены сформулированные гипотезы для данных тестов:

- H_0 : ряд является нестационарным;
- H_1 : ряд является стационарным.

Результаты проведения тестов представлены на рис. 1–3.

Тесты показывают, что общие панельные ряды являются стационарными при $\alpha = 0,01$.

Series: EX				
Sample: 2010–2020				
Exogenous variables: Individual effects				
Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	–3.91739	0.0000	20	160
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				

Рис. 1. Результаты тестов на стационарность для показателей стоимостного объема экспорта

Fig. 1. The results of stationarity tests for export value indicators

Series: GDP				
Sample: 2010–2020				
Exogenous variables: Individual effects				
User-specified lags: 1				
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel				
Balanced observations for each test				
Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	–4.06145	0.0000	20	160
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				

Рис. 2. Результаты тестов на стационарность для показателей ВВП в текущих ценах

Fig. 2. The results of stationarity tests for GDP at current prices

Series: POP_ACT				
Sample: 2010–2020				
Exogenous variables: Individual effects				
User-specified lags: 1				
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel				
Balanced observations for each test				
Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	–9.39071	0.0000	20	160
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				

Рис. 3. Результаты тестов на стационарность для показателей численности экономически активного населения

Fig. 3. The results of stationarity tests for economically active population



Для подтверждения сильной экзогенности выбранных факторов использовался тест Грейнджера, представленный в табл. 1, в которой приведены значения доверительных вероятностей P проверки гипотезы об отсутствии причинно-следственной связи между переменными и количества тестируемых лагов h . Нулевая гипотеза теста Грейнджера заключается в отсутствии причинно-следственной связи между переменными. Проверка в тесте проводится с помощью применения стандартного F -теста к моделям ARDL для рассматриваемой в рамках проверки гипотезы пары показателей, поэтому возможны четыре исхода: отсутствие связи, наличие односторонней или однонаправленной связи (в зависимости от того, какая переменная принимается причиной, а какая – следствием), наличие двусторонней или двунаправленной связи [4].

Таблица 1

Перекрестная матрица анализа каузальности между показателями на основе теста Грейнджера

Table 1

The cross matrix analysis among indicators based on the Granger causality test

Нулевая гипотеза	$h = 1$	$h = 2$	$h = 3$	$h = 4$	$h = 5$
$GDP_{i,t}$ не причина для $EX_{ij,t}$	0,208	0,785	0,044	0,000	0,006
$GDP_{j,t}$ не причина для $EX_{ij,t}$	0,243	0,610	0,287	0,015	0,019
POP_act_i не причина для $EX_{ij,t}$	0,227	0,664	0,507	0,092	0,779
POP_act_j не причина для $EX_{ij,t}$	0,139	0,527	0,415	0,285	0,012
R_{ij} не причина для $EX_{ij,t}$	0,110	N/a	N/a	N/a	N/a

Примечание. N/a – not available. Полужирным шрифтом выделены случаи отклонения нулевой гипотезы при $\alpha = 0,05$.

Анализ результатов теста Грейнджера указывает, что все экзогенные переменные влияют на эндогенную переменную, что подтверждает рациональность их использования в модели.

Построены две модели: в модели 1 мерой экономического размера является ВВП в текущих ценах (рис. 4), в модели 2 – численность экономически активного населения (рис. 5). Объединить две меры в одну модель не удалось: одна из них становится статистически незначимой.

При построении моделей учитывалась существенная автокорреляционная компонента динамики посредством включения в данные модели лагового значения моделируемого показателя.

Dependent Variable: LOG(EX)				
Method: Panel Least Squares				
Sample (adjusted): 2011–2020				
Periods included: 9				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.677624	1.489541	1.797617	0.0740
LOG(GDP_I)	0.251039	0.070522	3.559716	0.0005
LOG(GDP_J)	0.212200	0.062656	3.386736	0.0009
LOG(R)	–0.447213	0.181584	–2.462846	0.0148
LOG(EX(-1))	0.775490	0.048255	16.07050	0.0000
R-squared	0.908620	Mean dependent var		4.840467
Adjusted R-squared	0.906531	S.D. dependent var		3.559719
S. E. of regression	1.088301	Akaike info criterion		3.034498
Sum squared resid	207.2700	Schwarz criterion		3.123191
Log likelihood	–268.1048	Hannan-Quinn criter.		3.070459
F-statistic	435.0191	Durbin-Watson stat		2.635320
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рис. 4. Эконометрическая гравитационная модель 1 внешней торговли ЕАЭС и ее анализ

Fig. 4. Econometric gravity model 1 of the EAEU foreign trade and its analysis

Dependent Variable: LOG(EX)				
Method: Panel Least Squares				
Sample (adjusted): 2011–2020				
Periods included: 9				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	–8.812275	2.892009	–3.047112	0.0027
LOG(POP_I)	0.491500	0.112114	4.383913	0.0000
LOG(POP_J)	0.443284	0.101473	4.368479	0.0000
LOG(R)	–0.585827	0.184222	–3.180009	0.0017
LOG(EX(-1))	0.705131	0.054424	12.95619	0.0000
R-squared	0.912092	Mean dependent var		4.840467
Adjusted R-squared	0.910082	S.D. dependent var		3.559719
S. E. of regression	1.067427	Akaike info criterion		2.995764
Sum squared resid	199.3950	Schwarz criterion		3.084457
Log likelihood	–264.6187	Hannan-Quinn criter.		3.031725
F-statistic	453.9277	Durbin-Watson stat		2.538223
Prob(F-statistic)	0.000000			

Рис. 5. Эконометрическая гравитационная модель 2 внешней торговли ЕАЭС и ее анализ

Fig. 5. Econometric gravity model 2 of the EAEU foreign trade and its analysis

Модели 1 и 2 подтверждают, что торговля между странами – участницами ЕАЭС подчиняется общим закономерностям гравитационной модели.

Ошибки прогнозов. Ошибки прогнозов обеих моделей были рассчитаны по 2020 г. (табл. 2).

Таблица 2

Ошибки прогнозов моделей 1 и 2

Table 2

Prediction errors of models 1 and 2

Экспортер	Импортер	Ошибка модели 1, %	Ошибка модели 2, %
Беларусь	Россия	1,08	2,39
	Казахстан	6,17	11,21
	Кыргызстан	11,23	13,13
	Армения	7,11	15,28

При расчете ошибок прогнозов были проведены расчеты для всех стран. Наибольшие ошибки получены для экспорта Кыргызстана. Высокая ошибка прогнозирования объема торговли Кыргызстана с другими странами – участницами ЕАЭС объясняется тем, что тренд ее развития не совпадает с общим трендом развития торговли стран союза. В 2019 г. объем взаимной торговли Кыргызстана с другими странами – участницами ЕАЭС меньше на 2 636,7 млн долл. США по сравнению с 2018 г. (или на 5,9 %).

Ошибки модели 2 (модель, в которой мера экономического размера страны – численность экономически активного населения) больше. Следовательно, прогнозный потенциальный объема экспорта стран лучше рассчитывать по модели 1.

Прогноз экспорта Беларуси в 2019 и 2020 гг. с помощью эконометрических гравитационных моделей

С помощью построенных моделей были определены потенциальные объемы экспорта, обусловленные включенными в модель факторами, а в табл. 3–4 приведены ошибки прогноза моделей как соотношения показателей фактического и потенциального (модель 1) объема торговли за 2020 и 2019 гг.



Таблица 3

Соотношение фактического и потенциального (модель 1)
экспорта стран – участниц ЕАЭС в 2019 г. (ошибка прогноза)

Table 3

The ratio of actual and potential (model 1) exports of the EAEU member countries in 2019 (forecast error)

Экспортер	Импортёр	Соотношение, %	Экспортер	Импортёр	Соотношение, %
Беларусь	Россия	98,94	Россия	Беларусь	97,92
	Казахстан	106,58		Казахстан	101,38
	Кыргызстан	112,66		Кыргызстан	104,36
	Армения	107,66		Армения	103,44
Казахстан	Россия	100,00	Кыргызстан	Россия	99,08
	Беларусь	96,61		Казахстан	107,17
	Кыргызстан	102,63		Беларусь	114,88
	Армения	110,40		Армения	145,35

Таблица 4

Соотношение фактического и потенциального (модель 1)
экспорта стран – участниц ЕАЭС в 2020 г. (ошибка прогноза)

Table 4

The ratio of actual and potential (model 1) exports of the EAEU member countries in 2020 (forecast error)

Экспортер	Импортёр	Соотношение, %	Экспортер	Импортёр	Соотношение, %
Беларусь	Россия	98,05	Россия	Беларусь	95,86
	Казахстан	103,94		Казахстан	100,53
	Кыргызстан	106,49		Кыргызстан	103,88
	Армения	101,90		Армения	100,51
Казахстан	Россия	97,68	Кыргызстан	Россия	100,63
	Беларусь	88,69		Казахстан	100,96
	Кыргызстан	102,15		Беларусь	104,01
	Армения	79,14		Армения	78,85

Из табл. 3–4 видно, что прогнозный экспортный потенциал Беларуси полностью реализован со всеми странами – участницами ЕАЭС, кроме России.

Процент реализации прогнозного экспортного потенциала в 2020 г. снизился по сравнению с 2019 г. со всеми странами – участницами ЕАЭС. Данное снижение было прогнозируемым и ожидаемым: пандемическое закрытие границ не могло сказаться иначе.

Стоит отметить, что реализация Беларусью своего экспортного потенциала не была постоянной. Рассмотрим данное явление на примере торговых отношений с Россией. Уровень реализации экспортного потенциала Беларуси за последние 9 лет представлен на рис. 6. Можно заметить, что начиная с 2011 г. значение рассматриваемого соотношения снижалось. Это может быть связано с экономической и политической ситуацией в мире и в каждой из рассматриваемых стран: падение цен на нефть, девальвация национальной валюты всех стран – участников торговли, снижение темпов экономического роста повлияли на объемы торговли. И только в 2016 г. значения рассматриваемого показателя для стран увеличиваются, что объясняется созданием ЕАЭС [5–7]. Следовательно, можно сделать вывод о том, что участие в различных международных группировках положительно влияет на объемы экспортируемой страной продукции.

Изменение реализации экспортного потенциала за 2020 г. представлено в табл. 5. Процент реализации экспортного потенциала в течение 2020 г. снизился по сравнению с 2019 г. у всех стран – участниц ЕАЭС.



Рис. 6. Соотношение потенциального (по модели 1) и фактического объемов экспорта Беларуси с Россией

Fig. 6. The ratio of potential (according to model 1) and actual export volumes of Belarus with Russia

Таблица 5

Изменение уровня реализации экспортного потенциала Беларуси в 2020 г.

Table 5

The change in the level of realisation of the export potential of Belarus in 2020

Экспортер	Импортёр	Соотношение, %	Экспортер	Импортёр	Соотношение, %
Беларусь	Россия	–0,89	Россия	Беларусь	–2,06
	Казахстан	–2,64		Казахстан	–0,85
	Кыргызстан	–6,17		Кыргызстан	–0,48
	Армения	–5,76		Армения	–2,93
Казахстан	Россия	–2,32	Кыргызстан	Россия	1,55
	Беларусь	–7,92		Казахстан	–6,21
	Кыргызстан	–0,48		Беларусь	–10,87
	Армения	–31,26		Армения	–66,50

Гравитационная модель оценки влияния регионализации на внешнеторговую деятельность Беларуси

В соответствии с интеграционной теорией Вайнера в результате создания союза в экономике возникают два типа эффектов [8]:

1) статические эффекты – экономические последствия, проявляющиеся немедленно после создания таможенного союза за счет эффектов создания торговли (ресурсы используются более эффективно, когда за рубежом покупается более дешевый товар) и отклонения торговли (страны, не являющиеся членами союза, могли бы поставлять товар еще по более низкой цене, однако они не участвуют в торговле). Чаще всего при создании таможенных союзов положительный эффект создания торговли превышает отрицательный эффект отклонения торговли¹;

2) динамические эффекты – экономические последствия, проявляющиеся на более поздних стадиях функционирования таможенного союза:

- чем выше уровень таможенных тарифов, существовавших до интеграции, тем выше вероятность, что их отмена приведет к тому, что эффект создания торговли будет превалировать над эффектом отклонения. Чем ниже уровень таможенных тарифов, существовавших до интеграции, тем выше вероятность, что их отмена приведет к тому, что эффект отклонения торговли будет превалировать над эффектом ее создания;

- чем ниже уровень общего таможенного тарифа в отношении третьих стран, установленного интегрирующимися странами, тем меньше вероятность преобладания эффекта отклонения торговли;

¹Б. Баласса сравнил показатели эластичности спроса на импорт стран ЕС в 1953–1959 гг., т. е. до образования интеграционной группировки, и в 1959–1970 гг. по семи отраслям. В соответствии с полученными результатами образование ЕС имело эффект создания торговли весьма существенных размеров: если до создания ЕС каждый 1 % роста ВВП приводил к увеличению торговли между странами на 2,4 %, то после создания ЕС – уже на 2,7 %.



• чем больше стран интегрируются друг с другом и чем больше их размер, тем выше вероятность преобладания эффекта создания торговли;

• чем ближе уровень экономического развития стран и чем сильнее конкуренция между ними, тем больше вероятность преобладания эффекта создания торговли. В этом случае каждая из стран станет специализироваться на тех товарах, которые она может производить с относительно меньшими издержками, и их экспортировать;

• чем больше был объем торговли между интегрирующимися странами до создания интеграционного объединения, тем выше вероятность преобладания эффекта создания торговли.

Проведем анализ сравнительных преимуществ Беларуси при торговле со странами – участницами ЕАЭС.

Сравнительное преимущество Беларуси будем рассчитывать на основе индекса сравнительных преимуществ Баласса (*revealed comparative advantage*, RCA). Индекс Баласса $RCA_{j,t}$ для момента времени t есть отношение между долей экспорта определенного товара j в экспорте страны i и долей этого товара в общем объеме мирового экспорта EX_{iw} :

$$RCA_{j,t} = \frac{\left(\frac{EX_{ij,t}}{EX_{iw,t}} \right)}{\left(\frac{EX_{wj,t}}{EX_{w,t}} \right)},$$

где $EX_{w,t}$ – весь мировой экспорт. Если индекс превышает единицу, следовательно, страна обладает сравнительным преимуществом по рассматриваемому товару.

Выявление сравнительных преимуществ Беларуси проводилось по базе данных Международного центра торговли (<https://www.intracen.org>) с 2009 по 2019 г. Наиболее интересный вопрос анализа – тренд сравнительных преимуществ страны.

Анализ проводился по пяти категориям товаров: материалоемкая (SITC 0, SITC 2 (за исключением SITC 26), SITC 3 (за исключением SITC 35), SITC 4); трудоемкая (SITC 26, 6 (за исключением SITC 62, SITC 67, SITC 68), 8 (за исключением SITC 87, SITC 88)), капиталоемкая (SITC 1, SITC 35, SITC 53, SITC 55, SITC 62, SITC 67, SITC 68, SITC 78)), низкотехнологичная (SITC 51, SITC 52, SITC 54.1, SITC 58, SITC 59, SITC 75) и высокотехнологичная (SITC 7 (за исключением SITC 75, SITC 76, SITC 78), SITC 87, SITC 88)) продукция.

Результаты исследования приведены в табл. 6.

Таблица 6

Динамика индекса выявленного сравнительного преимущества стран – участниц ЕАЭС в 2009–2019 гг.

Table 6

The dynamics of the revealed comparative advantage index of the EAEU member countries in 2009–2019

Годы	Армения	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия
<i>Высокотехнологичные товары</i>					
2009	0,57	1,04	0,94	0,23	1,02
2010	0,65	1,18	0,81	0,31	0,43
2011	0,73	1,22	0,76	0,31	0,40
2012	0,56	1,53	1,29	0,53	0,72
2013	0,60	1,12	0,94	0,82	0,96
2014	0,66	0,93	1,10	0,69	1,02
2015	0,25	0,94	1,06	0,50	1,02
2016	0,50	0,99	1,28	0,27	0,98
2017	0,48	0,93	1,63	0,44	0,94
2018	0,42	0,99	1,42	0,88	0,94
2019	0,84	0,93	1,20	0,95	1,00
<i>Капиталоемкие товары</i>					
2009	0,18	1,32	0,51	3,11	0,92
2010	0,21	1,07	0,49	2,78	1,34
2011	0,24	1,13	0,46	2,90	2,02
2012	0,36	1,70	0,87	3,95	0,68

Окончание табл. 6
Ending table 6

Годы	Армения	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия
2013	0,31	1,47	1,35	3,01	0,69
2014	0,32	1,40	0,75	2,91	0,85
2015	1,71	1,31	0,83	2,14	0,88
2016	1,36	1,18	0,91	1,45	0,91
2017	1,70	1,29	0,71	0,87	0,91
2018	2,53	1,39	0,64	0,88	0,88
2019	1,41	1,21	0,63	1,02	0,97
<i>Материалоемкие товары</i>					
2009	1,56	0,82	1,06	1,00	1,09
2010	1,56	0,89	1,12	1,05	1,44
2011	1,79	0,90	1,02	1,24	1,64
2012	1,45	0,67	0,67	0,79	1,21
2013	1,50	0,84	0,71	0,82	1,12
2014	1,49	0,96	0,71	0,75	1,08
2015	1,34	0,95	0,97	0,85	1,03
2016	1,34	0,95	0,82	0,58	1,06
2017	1,30	0,94	0,72	0,56	1,08
2018	1,11	0,91	0,78	0,39	1,08
2019	1,27	0,97	0,78	0,61	1,06
<i>Низкотехнологичные товары</i>					
2009	0,08	1,79	1,22	5,17	0,25
2010	0,00	1,15	0,70	3,13	0,13
2011	0,00	1,30	0,42	4,38	0,17
2012	0,00	2,21	0,83	8,22	0,40
2013	0,00	2,07	1,36	4,59	0,39
2014	0,00	1,96	0,78	6,30	0,53
2015	0,07	2,15	0,58	6,42	0,53
2016	0,27	2,04	0,77	2,71	0,50
2017	0,24	2,12	0,58	2,88	0,55
2018	0,41	2,22	0,45	7,13	0,52
2019	0,04	2,10	0,39	3,94	0,62
<i>Трудоемкие товары</i>					
2009	0,44	1,20	1,09	0,63	0,84
2010	0,54	1,04	1,16	0,61	0,50
2011	0,28	0,83	1,47	0,64	0,36
2012	0,32	1,17	1,78	0,98	0,77
2013	0,28	1,11	1,78	0,85	0,82
2014	0,27	1,01	1,81	1,15	0,82
2015	0,40	1,06	1,12	1,38	0,95
2016	0,46	1,04	1,26	2,55	0,91
2017	0,53	1,09	1,20	2,68	0,90
2018	0,77	1,06	1,30	2,56	0,90
2019	0,42	1,04	1,46	1,88	0,89

Примечание. Расчеты выполнены по данным Международного центра торговли. Полужирным шрифтом выделены страны с наибольшими показателями индекса Баласса.



Табл. 6 позволяет сделать следующие выводы:

- сравнительное преимущество Беларуси наблюдается по категориям капиталоемких (машиностроение, химическая промышленность и некоторые продовольственные товары) и низкотехнологичных (товары легкой промышленности и другие продовольственные товары) товаров. За рассматриваемый период Беларусь усилила выявленные сравнительные преимущества в категории капиталоемких и низкотехнологичных товаров за счет активного наращивания экспорта продовольственных товаров и товаров машиностроения и химической промышленности. Продовольственные товары и текстильные изделия составляют большую долю в структуре белорусского экспорта в ЕАЭС. Данное сравнительное преимущество совпадает со статистическими данными структуры национального экспорта;

- сравнительное преимущество Беларуси в части высокотехнологичных товаров наблюдалось с 2009 по 2013 г., позже данное преимущество было потеряно, что свидетельствует об устаревании товаров и производственных технологий, и это является проблемой не только внешнеторговой деятельности, но и национальной экономики в целом;

- ослабление конкурентных позиций Беларуси в категории высокотехнологичной продукции требует, чтобы национальные производители высокотехнологичных товаров встраивались в уже имеющиеся международные цепочки добавленной стоимости, специализируясь на производстве узлов и компонентов. При этом следует развивать и обновлять те стадии производства, на которых могут быть задействованы преимущества страны в сфере НИОКР.

Для исследования влияния регионализации на экспорт были построены панельные эконометрические гравитационные модели торговли для стран ЕАЭС за два промежутка времени: 2011–2015 гг. (до создания ЕАЭС) и 2015–2020 гг. (после создания ЕАЭС).

Была выдвинута гипотеза о том, что эластичность торговли по расстоянию снижается вследствие интеграционных процессов, т. е. регионализация (создание союза) положительно влияет на экспорт. Для ее проверки построены две модели внешней торговли (до объединения и после соответственно). Получена следующая эконометрическая гравитационная модель региональной торговли стран ЕАЭС по статистическим данным за 2011–2015 гг.:

$$EX_{ij,t} = \exp(3,5544 + 0,292 \ln GDP_{i,t} + 0,259 \ln GDP_{j,t} - 0,57 \ln D_{ij} + 0,736 \ln EX_{ij,t-1}). \quad (5)$$

(0,149) (0,007) (0,008) (0,045) (0,000)

Коэффициент детерминации модели (5) на основе панельных данных по пяти странам составил 0,877. В круглых скобках под коэффициентами уравнений указывается P -значение t -статистики оценки коэффициента: все переменные модели за исключением константы статистически значимы.

Построена также эконометрическая гравитационная модель региональной торговли стран ЕАЭС (модель (6)) за 2015–2020 гг.:

$$EX_{ij,t} = \exp(2,915 + 0,422 \ln GDP_{i,t} + 0,302 \ln GDP_{j,t} - 0,529 \ln D_{ij} + 0,651 \ln EX_{ij,t-1}). \quad (6)$$

(0,016) (0,000) (0,000) (0,000) (0,000)

Для учета существенной автокорреляционной компоненты динамики в модель (6) включено лаговое значение моделируемого показателя. Коэффициент детерминации модели (6) на основе панельных данных составил 0,957. Все переменные модели статистически значимы.

Коэффициент при переменной расстояния в модели (6) меньше, чем в модели (5), что характеризует снижение значимости расстояния, т. е. эластичность экспорта по расстоянию после регионализации падает. Значит, модель (5) доказывает выдвинутую гипотезу о влиянии регионализации на снижение роли расстояния.

Анализ показал, что Беларусь успешно использует преимущества влияния регионализации.

Гравитационные модели позволили оценить экспортный потенциал Беларуси и его реализацию, а также понять, как регионализация влияет на международную торговлю.

VAR-модель экспорта товаров и услуг Беларуси

Недостатком построенных моделей (1) – (6) является то, что в объем экспорта включен только экспорт товаров. Для полного понимания внешнеторговой деятельности был проведен анализ влияния макроэкономических факторов на экспорт Беларуси в целом, т. е. экспорт как товаров, так и услуг, с помощью VAR-модели. В качестве макроэкономических показателей были выбраны ВВП, обменный курс белорусского рубля и индекс потребительских цен.

В качестве эндогенной переменной выступал поквартальный прирост объемов экспорта товаров и услуг (TRADE, %), а в качестве экзогенных – поквартальное изменение реального ВВП (GDP, %); поквартальное изменение обменного курса белорусского рубля по отношению к доллару США (EXRATE, %); поквартальное изменение индекса потребительских цен (CPI, %).



Для проверки временных рядов на наличие единичного корня проводился расширенный тест Дики – Фуллера (*ADF*).

Для подтверждения сильной экзогенности выбранных факторов использовался тест Грейнджера (табл. 7, 8), который указывает, что все рассматриваемые экзогенные переменные влияют на эндогенную переменную, а это подтверждает целесообразность их использования в модели.

Таблица 7

Проверка временных рядов на стационарность

Table 7

Testing time series for stationarity

Переменная	<i>ADF</i>			Результат
	Спецификация	<i>ADF</i> -статистика	Критическая точка	
GDP	N(0)	–5,628	–1,952	I(0)
EXRATE	C(0)	–5,294	–3,568	I(0)
TRADE	N(0)	–1,618	–1,609	I(0)
CPI	C(0)	–5,773	–2,960	I(0)

Таблица 8

Перекрестная матрица анализа каузальности между показателями на основе теста Грейнджера

Table 8

The cross matrix analysis among indicators based on the Granger causality test

Нулевая гипотеза	$h = 1$	$h = 2$	$h = 3$	$h = 4$
GDP не причина для TRADE	0,022	0,025	0,11	0,283
EXRATE не причина для TRADE	0,115	0,088	0,134	0,381
CPI не причина для TRADE	0,735	0,528	0,004	0,297

Примечание. Полужирным шрифтом выделены случаи отклонения нулевой гипотезы при $\alpha = 0,05$.

Анализ результатов теста Грейнджера. Для получения итоговой модели строились VAR-модели с различными спецификациями, в которых изменялись эндогенные и экзогенные переменные, в том числе фиктивные переменные. Вывод о статистически значимом влиянии макроэкономических показателей основывался на графиках импульсных функций и анализе статистической значимости критериев для оценки полученных уравнений.

Соответствующая длина лага 4 выбиралась на основе результата теста для оптимальной длины лага. Вывод производился на базе результатов информационного критерия Акаике.

Для подтверждения правильности выбора лагов было проведено тестирование внутривыборочной каузальности с помощью теста Грейнджера. Проведенный тест доказывает прямое влияния всех рассматриваемых показателей на объем экспорта товаров и услуг.

Выполнялись попытки включить в модель фиктивные переменные за 1 квартал 2015 г. и за 1 квартал 2016 г. Данные периоды выбирались с учетом графиков остатков построенной модели, представленных на рис. 8. Однако включение переменных «сглаживает» функции откликов, которые являются итоговой целью построения модели. Таким образом, фиктивные переменные в модель (см. рис. 8) не были включены.

После определения оптимальной длины лага и введения фиктивных переменных, был проведен тест на наличие единичного корня в модели. Результат теста свидетельствует, что условие обратимости в модели выполняется и модель стационарна (рис. 9).

Таким образом, итоговая спецификация представляет собой модель с четырьмя лагами, без фиктивных переменных. Коэффициент детерминации модели для исследования и пояснения ежеквартального прироста объема экспорта составил 0,854.

Для проведения анализа влияния выбранных макроэкономических факторов на объем экспорта товаров и услуг были проанализированы функции откликов (рис. 10). Функции откликов представляют собой графики, которым соответствует 95 % доверительный интервал. Статистически значимым оказались функция отклика роста экспорта на этот же показатель и функция отклика роста экспорта на рост (удешевление) курса белорусского рубля по отношению к доллару (см. рис. 10).



Функции отклика доказывают, что при единовременном шоке девальвации объем экспорта характеризуется положительным статистически значимым откликом в течение двух периодов и его максимум достигается на второй период. Значение отклика на второй период составляет около 4 %, далее отклик затухает.

Влияние роста ВВП на экспорт не было доказано при помощи функции отклика (она оказалась статистически незначимой), что отчасти противоречит построенным ранее эконометрическим гравитационным моделям. Однако проведенный ранее тест Грейнджера влияние доказал. Скорее всего, оно недостаточно сильное для того, чтобы функция отклика оказалась значимой.

Функции отклика не демонстрирует силу влияния переменных друг на друга. В целях определения силы влияния одного из рассматриваемых факторов на другой был использован метод декомпозиции дисперсий. Декомпозиция дисперсий представляет собой составляющие дисперсии ошибки прогноза исследуемой эндогенной переменной, обусловленные шоком других эндогенных переменных, т. е. вклад каждой из этих переменных в дисперсию прогноза исследуемого показателя [4]. Результаты декомпозиции дисперсий отражены на рис. 11.

Метод декомпозиции дисперсии доказал, что объем экспорта объясняет себя на 80 % в первые два периода. Обменный курс белорусского рубля объясняет около 40 % объема экспорта, данный процент достигается во втором периоде и далее остается почти неизменным. ВВП объясняет около 3–4 % объема экспорта. Возможно, именно из-за этого функции отклика от ВВП являются незначимыми. Влияние уровня CPI на рост экспорта достигает максимума в 20 % в четвертый период.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	215.5237	NA	5.73e-12	-14.53741	-13.96646	-14.36287
1	252.9226	56.09836	1.29e-12	-16.06590	-14.73370	-15.65863
2	269.6867	20.35633	1.40e-12	-16.12048	-14.02701	-15.48048
3	314.4510	41.56690*	2.48e-13*	-18.17507	-15.32035*	-17.30236
4	338.7635	15.62944	2.71e-13	-18.76882*	-15.15284	-17.66338*

Рис. 7. Результаты теста для выбора оптимальной длины лага

Fig. 7. Test results for selecting the optimal lag length

Dependent variable: TRADE			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GDP	8.704397	4	0.0689
EXRATE	14.25768	4	0.0065
CPI	10.96813	4	0.0269
All	29.97797	12	0.0028

Рис. 8. Результаты тестирования внутривыборочной казуальности (тест Грейнджера)

Fig. 8. The results of intra-sample causality testing (the Granger causality test)

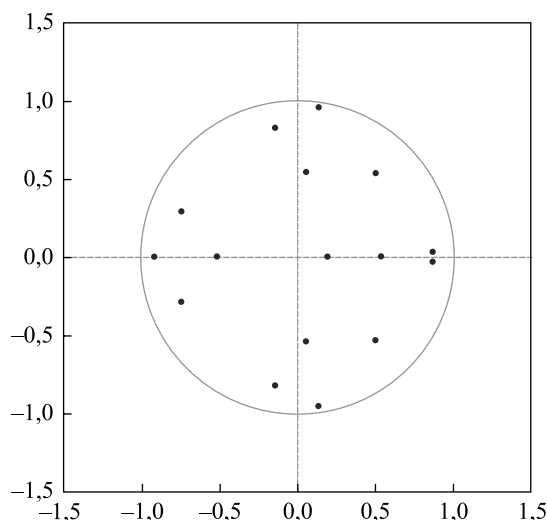


Рис. 9. Результат проведенного теста на наличие единичного корня

Fig. 9. Inverse roots of AR characteristic polynomial

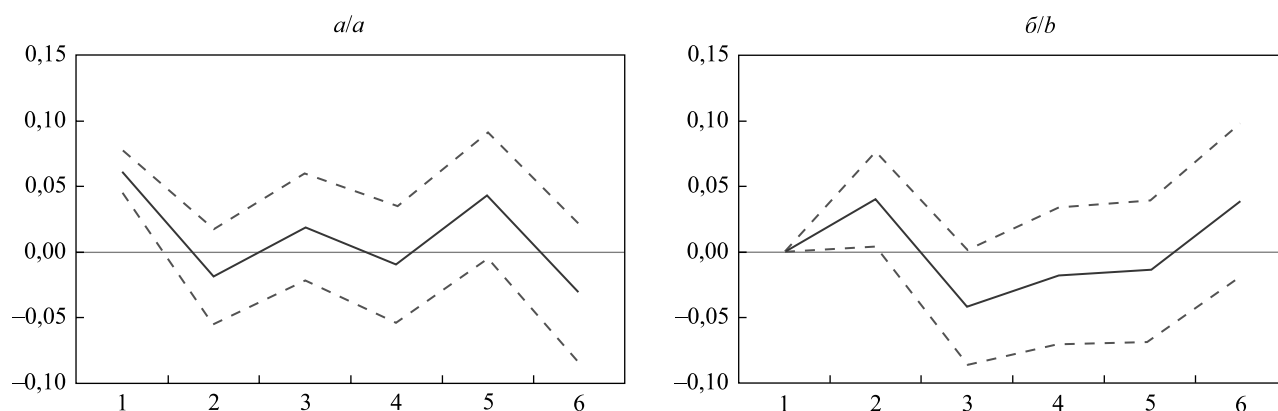


Рис. 10. Функции импульсного отклика для экспорта рассматриваемых макропоказателей:

a – отклик экспорта к торговле;

b – отклик экспорта к обменному курсу белорусского рубля

Fig. 10. Graphs of impulse response functions for exporting the macroindicators under consideration:

a – response of TRADE to TRADE; b – response of TRADE to EXRATE

Таким образом, анализ влияния рассматриваемых макропоказателей на экспорт показывает, что объем белорусского экспорта растет по следующим причинам:

- удешевление белорусского рубля к доллару;
- рынок услуг Беларуси по сравнению с рынками стран-партнеров является относительно дешевым и имеет ценовое преимущество (ИТ-компании, аутсорсинг транспортно-логистических компаний и аудиторских фирм).

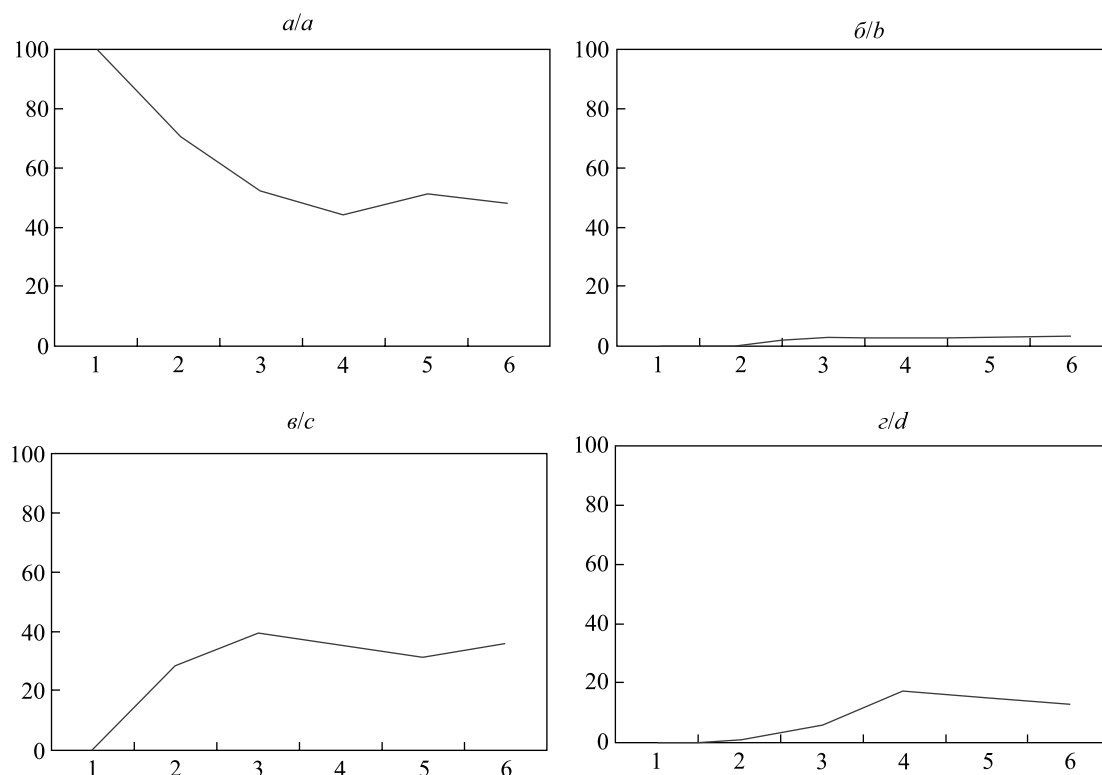


Рис. 11. Результаты декомпозиции дисперсии для прироста объема экспорта товаров и услуг:

a – процентное отклонение прироста объема экспорта товаров и услуг к торговле;

b – процентное отклонение прироста объема экспорта товаров и услуг к ВВП;

c – процентное отклонение прироста объема экспорта товаров и услуг к обменному курсу белорусского рубля;

d – процентное отклонение прироста объема экспорта товаров и услуг к CPI

Fig. 11. The results of the decomposition of variance for the increase in the volume of exports of goods and services

a – percent TRADE variance due to TRADE; b – percent TRADE variance due to GDP;

c – percent TRADE variance due to EXRATE; d – percent TRADE variance due to CPI



Прогноз белорусского экспорта в страны ЕАЭС на 2025 г.

Для прогнозирования белорусского экспорта в страны ЕАЭС использовалась гравитационная модель, на коэффициенты которой повлияли союзные эффекты регионализации (результаты сведены в табл. 9). Прогноз ВВП заложен в модель на основе прогноза роста ВВП, предложенного Международным валютным фондом.

Таблица 9

Прогноз роста экспорта стран – участниц ЕАЭС в 2021–2025 гг.

Table 9

The forecast of export growth of the EAEU member countries in 2021–2025

Страна	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Армения	12 339	12 251	12 955	14 037	15 212	16 532
Беларусь	60 201	60 725	62 563	64 392	66 988	69 370
Казахстан	164 792	187 836	198 080	241 422	223 730	236 631
Кыргызстан	7471	7470	7921	8417	8930	9479
Россия	1 473 583	1 710 734	1 777 102	1 826 961	1 879 532	1 938 996

Заклучение

Построенные модели подтвердили, что торговля Беларуси со странами – участницами ЕАЭС и ЕС подчиняется общим закономерностям гравитационной модели. Масштаб экономик стран-партнеров имеет положительное влияние на объемы экспорта, а географическая удаленность – отрицательное. Экспортный потенциал Беларуси в торговле с рассматриваемыми странами реализован почти полностью.

Изучение влияния регионализации на международную торговлю подтвердило гипотезу о том, что с течением времени эластичность экспорта по расстоянию снижается, т. е. влияние расстояния становится все менее значимым.

Модели подтвердили, что экспортный потенциал торговли с основными странами – участницами ЕАЭС практически реализован, а влияние расстояния на торговлю с каждым годом снижается, поэтому Беларуси необходимо обратить внимание на экспорт со странами дальней дуги, экспортные ниши которых еще не заняты.

Исследование при помощи VAR-модели степени зависимости объема белорусского экспорта товаров и услуг от различных макроэкономических показателей выявило, что наибольшее влияние на экспорт имеет курс белорусского рубля. Объем национального экспорта товаров и услуг растет при удешевлении белорусского рубля.

Эконометрический анализ выявил основные проблемы внешнеторговой деятельности Беларуси:

- 1) высокая товарная и географическая концентрация экспорта страны;
- 2) низкая конкурентоспособность белорусских высокотехнологичных товаров на мировом рынке;
- 3) высокий уровень зависимости от рыночной конъюнктуры главных торговых партнеров (например, от девальвации их национальных валют, которая приводит к снижению стоимостных объемов белорусского экспорта);
- 4) отсутствие широкой линейки экспортных товаров;
- 5) медленное внедрение цифровых технологий.

Таким образом, экспортный потенциал Беларуси используется в полной мере. Однако это не является маркером того, что государству не стоит развивать экспорт: стоит наращивать экспорт высококачественной, высокотехнологичной и инновационной продукции (его доля невелика). Углубление кооперационных связей в области производственной деятельности, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создание инжиниринговых центров и совместных производств также позволит увеличить высокотехнологичный экспорт.

Можно предложить следующие рекомендации:

- увеличить географическую диверсификацию экспорта, в которой особое внимание стоит уделить странам дальней дуги (это позволит ослабить влияние экономической конъюнктуры основных стран-партнеров на белорусский экспорт);
- повысить конкурентоспособность белорусских товаров путем внедрения инноваций в национальные производства;

- увеличить товарную диверсификацию (обвал цен и уменьшение спроса в одной сфере не будут сильно влиять на объемы экспорта);
- развивать экспортный потенциал малого и среднего бизнеса с помощью создания экосистемы трансграничной электронной торговли, что также позволит увеличить товарную диверсификацию экспорта;
- увеличить экспортный потенциал сферы услуг путем цифровизации транспортной инфраструктуры, обслуживающей международные транзитные перевозки, развития туризма и дальнейшей поддержки IT-сферы;
- развивать экономическое сотрудничество в рамках ЕАЭС (главным приоритетом в данной сфере является снятие барьеров, ограничений и изъятий в торговле, либерализация автомобильных перевозок);
- оптимизировать национальную систему поддержки и развития экспорта, в первую очередь систематизировать нормативно-правовую базу, модернизировать финансовые механизмы поддержки экспорта путем кредитования и лизинга зарубежных покупателей белорусской продукции, что уже в не больших размерах (экспорта товаров) осуществляет Банк развития.

Библиографические ссылки

1. Tinbergen J. *Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy*. New York: Twentieth Century Fund; 1962. 330 p.
2. Абакумова ЮГ, Павловская СВ. Матричное моделирование двусторонних торговых отношений стран. В: Руденков ВМ, редактор. *Векторы внешнеэкономической деятельности*. Минск: Право и экономика; 2010. с. 371–382.
3. Anderson J. Theoretical foundation for gravity equation. *The American Economic Review*. 2015;69(1):106–116.
4. Закариева МН, Гичиев АН, Гичиев НС. Традиционные и новые теории международной торговли. *УЭПС: управление, экономика, политика, социология*. 2019;3:91–97. DOI: 10.24411/2412-2025-2019-00046.
5. Господарик ЕГ. *Перспектива ЕАЭС – модель инновационного рывка*. Ковалев ММ, редактор. Минск: Издательский центр БГУ; 2020. 146 с.
6. Могилат АН, Сальников ВА. Оценка потенциала взаимной торговли стран ЕЭП при помощи гравитационной модели торговли между регионами России. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2015;3:80–108.
7. Santos Silva JMC, Tenreyro S. The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*. 2006;88:641–658.
8. Трокурова ИС, Пелевина КА. Гравитационные модели внешней торговли стран БРИКС. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. 2014;14(1, часть 2):133–142. DOI: 10.18500/1994-2540-2014-14-1-2-133-142.
9. Шумилов АВ. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов. *Экономический журнал ВШЭ*. 2017;2:224–250.

References

1. Tinbergen J. *Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy*. New York: Twentieth Century Fund; 1962. 330 p.
2. Abakumova YuG, Pavlovskaya SV. Matrix modelling of bilateral trade relations of countries. In: Rudenkov VM, editor. *Vektory vneshneekonomicheskoi deyatel'nosti* [Vectors of foreign economic activity]. Minsk: Pravo i ekonomika; 2010. p. 371–382. Russian.
3. Anderson J. Theoretical foundation for gravity equation. *The American Economic Review*. 2015;69(1):106–116.
4. Zakarieva MN, Gichiev AN, Gichiev NS. Traditional and new theories of international trade. *UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sotsiologiya*. 2019;3:91–97. Russian. DOI: 10.24411/2412-2025-2019-00046.
5. Gospodarik EG. *Perspektiva EAES – model' innovatsionnogo ryvka* [The perspective of the EAEU – a model of an innovative breakthrough]. Kovalev MM, editor. Minsk: Publishing Centre of the Belarusian State University; 2020. 146 p. Russian.
6. Mogilat AN, Salnikov VA. Assessment of the potential of mutual trade of the CES countries using the gravitational model of trade between the regions of Russia. *Journal of the New Economic Association*. 2015;3:80–108. Russian.
7. Santos Silva JMC, Tenreyro S. The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*. 2006;88:641–658.
8. Troekurova IS, Pelevina KA. Gravitational models of BRICS countries' foreign trade. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo*. 2014;14(1, part 2):133–142. Russian. DOI: 10.18500/1994-2540-2014-14-1-2-133-142.
9. Shumilov AV. Evaluation of gravity models of international trade: an overview of the main approaches. *HSE Economic Journal*. 2017;2:224–250. Russian.

Статья поступила в редколлегию 20.10.2021.

Received by editorial board 20.10.2021.