

Гравитационная модель: анализ взаимной торговли стран Евразийского экономического союза

Жилкин Олег Николаевич

Канд. экон. наук, доц. каф. экономико-математического моделирования
ORCID: 0000-0002-5371-8724, e-mail: zhilkin_on@pfur.ru

Балашова Светлана Алексеевна

Канд. физ.-мат. наук, зав. каф. экономико-математического моделирования
ORCID: 0000-0003-1797-8825, e-mail: balashova-sa@rudn.ru

Абрамова Анастасия Андреевна

Аспирант
ORCID: 0000-0002-8629-2563, e-mail: 1032212518@pfur.ru

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Аннотация

В статье представлен анализ агрегированных данных внешней торговли стран, входящих в Евразийский экономический союз (далее – ЕАЭС), с применением гравитационной модели внешней торговли в нескольких модификациях за период с 2011 г. по 2019 г. (допандемический период). На основании проведенного исследования сделано заключение о том, с какой скоростью влияние фактора расстояния между внешнеэкономическими партнерами снижается с учетом фактора времени, а также выделены отрасли и сферы деятельности, в которых этот фактор может быть наименее существенен или в которых модель вообще неприменима. Кроме того, представлены рекомендации для включения в гравитационную модель дополнительных факторов в случае ее применения для анализа и прогнозирования внешней торговли с приграничными государствами и странами, не входящими в ЕАЭС.

Ключевые слова

Гравитационная модель экономики, внешняя торговля, эконометрические методы, панельные данные, Евразийский экономический союз (ЕАЭС), торгово-экономические отношения, фактор расстояния, взаимный экспорт

Благодарности. Исследование проведено в рамках проекта «Совокупная факторная производительность в экономиках стран ОЭСР, ЕС и БРИКС: сравнительный анализ, тенденции и современные вызовы» при поддержке экономического факультета Российского университета дружбы народов.

Для цитирования: Жилкин О.Н., Балашова С.А., Абрамова А.А. Гравитационная модель: анализ взаимной торговли стран Евразийского экономического союза // Вестник университета. 2023. № 11. С. 179–187.



Gravitational model: analysis of mutual trade of the Eurasian Economic Union countries

Oleg N. Zhilkin

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Department of Mathematical Modeling in Economics
ORCID: 0000-0002-5371-8724, e-mail: zhilkin_on@pfur.ru

Svetlana A. Balashova

Cand. Sci. (Phys. and Math.), Head of the Department of Mathematical Modeling in Economics
ORCID: 0000-0003-1797-8825, e-mail: balashova-sa@rudn.ru

Anastasia A. Abramova

Postgraduate Student
ORCID: 0000-0002-8629-2563, e-mail: 1032212518@pfur.ru

RUDN University, Moscow, Russia

Abstract

This study presents the aggregative data analysis concerning foreign trade of the Eurasian Economic Union (hereinafter referred to as EAEU) countries. A gravity model of the foreign trade in several modifications between 2011 and 2019 (the period before the COVID-19 pandemic) was applied. On the basis of the conducted research it was discovered how fast the impact of the distance factor between foreign economic partners decreases with consideration to the time factor. Also those industries and spheres of activity were identified where the factor may be the least important or where the model is not applicable at all. Besides, the authors gave recommendations to include additional factors in the gravitational model if it is applied for analysis and forecasting of foreign trade with border states or states that are not part of the EAEU.

Keywords

Gravitational model of the economy, foreign trade, econometric methods, panel data, Eurasian Economic Union (EEU countries) countries, trade and economic relations, distance factor, mutual export

Acknowledgments. The study was conducted within the framework of the project “Total factor productivity in the economies of the OECD, EU and BRICS countries: comparative analysis, trends and modern challenges” with the support of the Economics Department of the RUDN University.

For citation: Zhilkin O.N., Balashova S.A., Abramova A.A. (2023) Gravitational model: analysis of mutual trade of the Eurasian Economic Union countries. *Vestnik universiteta*, no. 11, pp. 179–187.



ВВЕДЕНИЕ

Внешнеэкономическая деятельность является одним из важнейших показателей при оценке и прогнозировании макроэкономических показателей любого государства. Неслучайно такой показатель, как чистый экспорт представлен в основном макроэкономическом тождестве. Для анализа и прогнозирования места и роли страны на мировом рынке используется широкий спектр экономико-математических, и в частности эконометрических, моделей. В зависимости от масштаба, задач и целей исследования в модель включается определенный набор факторов.

Объектом исследования являются внешнеторговые отношения стран, входящих в Евразийский экономический союз (далее – ЕАЭС), в рамках применения гравитационных моделей в экономике.

Предмет исследования – анализ влияния факторов издержек, связанных с удаленностью стран друг от друга, на объемы торговли между странами ЕАЭС.

Внешнеэкономические отношения России со странами, входящими в состав Советского Союза Социалистических Республик (далее – СССР) до его распада, вызывают особый интерес ввиду того, что страны бывшего единого государства и до настоящего времени имеют устоявшиеся экономические связи. Ввиду изменения статуса бывшие союзные республики, функционировавшие по единым правилам, а ныне суверенные государства, имеющие свои нормативные акты по осуществлению внешнеэкономической деятельности, вынуждены изыскивать возможности оптимизировать взаимоотношения, в том числе экономические, с «соседями».

В связи с этими обстоятельствами страны бывшего СССР практически сразу после принятия в 1991 г. Декларации о прекращении существования СССР [1] объявили об образовании Содружества Независимых Государств в составе 9 государств. Через два года, в сентябре 1993 г., было объявлено о создании экономического союза.

В период с 1995 г. по 1998 г. в целях углубления интеграции в экономической и гуманитарной областях были образованы Сообщество Суверенных Республик и Таможенный союз. В 2000 г. было объявлено о создании Евразийского экономического сообщества. За период с 2003 г. по 2012 г. сформировано Единое экономическое пространство, подписана Декларация о Евразийской экономической интеграции. В январе 2015 г. часть бывших союзных республик вошли в ЕАЭС.

Все эти действия предпринимались с целью адаптации и оптимизации устоявшихся экономических связей с учетом новых реалий.

Кроме того, развитие взаимной торговли является одним из важнейших инструментов укрепления экономических, политических и культурных связей между странами. Рост взаимной торговли невозможен без экономического роста, а стремление к расширению номенклатуры товаров зачастую является стимулом к инновациям и модернизации производства [2]. Огромную роль внешняя торговля имеет и в обеспечении экономической безопасности [3].

История отношений между государствами в связи с развитием взаимной торговли наглядно показывает, что есть такое естественное препятствие, как удаленность стран друг от друга: более тесные торговые связи формировались между соседними государствами, нежели между удаленными странами. Однако с развитием транспортной системы, с внедрением информационных технологий для оптимизации логистики, с удешевлением процесса подготовки товаров к транспортировке роль расстояния как основного фактора, влияющего на издержки при взаимной торговле, падает.

Экономико-математическая модель, которая выявляет роль расстояния в международной торговле, называется гравитационной моделью. В ее основе лежит гипотеза о том, что при увеличении расстояния между странами, объемы взаимной торговли снижаются подобно тому, как при увеличении расстояния снижается сила притяжения между физическими объектами.

Цель исследования – проверка гипотезы об изменении значимости фактора расстояния для международной торговли с течением времени и анализ его влияния на международную торговлю в рамках ЕАЭС.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ

Основой для модели, впоследствии получившей название гравитационного уравнения международной торговли, является закон всемирного тяготения Исаака Ньютона:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

Закон гласит, что сила гравитационного притяжения (F) между двумя материальными точками с массами (m_1 и m_2), разделенными расстоянием (r), действует вдоль соединяющей их прямой, пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, где G – константа гравитационного взаимодействия, равная $6,67430(15) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ [4].

Я. Тимберген, физик по базовому образованию, а впоследствии первый лауреат Нобелевской премии по экономике 1969 г., в 1962 г. написал статью «Формирование мировой экономики: предложения по международной экономической политике» (англ. “Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy”) [5], в которой утверждалось, что физические законы вполне применимы для описания экономических процессов. В частности, в статье говорится о том, что закон всемирного тяготения может быть применен для объяснения зависимости между стоимостным объемом экспорта (x_{ij}) из страны i в страну j , экономическими размерами экспортера и импортера (y_i и y_j) и издержками торговли между странами (r_{ij}). В этом случае модель в математическом виде можно представить как

$$x_{ij} = k \cdot \frac{y_i^\alpha \cdot y_j^\beta}{r_{ij}^\gamma}, \quad (2)$$

где k – гравитационная постоянная, а параметры α , β , γ строго положительны.

В качестве меры экономического размера страны (y_i и y_j) в модели использовался валовый внутренний продукт (далее – ВВП) страны, в качестве издержек торговли между странами принималось расстояние между странами. Эконометрическая форма модели (2) содержит мультипликативную случайную составляющую:

$$x_{ij} = k \cdot \frac{y_i^\alpha \cdot y_j^\beta}{r_{ij}^\gamma} \cdot \varepsilon_i, \quad (3)$$

где переменная ε_i отражает влияние на размер экспорта прочих (не учитываемых в рамках модели) факторов.

Для практического применения используется лог-линейная форма уравнения:

$$\ln(x_{ij}) = \ln(k) + \alpha \ln(y_i) + \beta \ln(y_j) + \gamma \ln(r_{ij}) + u_i \quad (4)$$

где $u_i = \ln(\varepsilon_i)$.

Оценка параметров модели (4) производится методом наименьших квадратов при выполнении основных предпосылок применения этого метода.

На базе модели (4) было разработано достаточно много гравитационных моделей, в которых:

- в качестве меры экономического размера использовались такие показатели, как население, ВВП на душу населения, площадь стран-участниц;
- в качестве показателя издержек торговли принимались ставки таможенных тарифов, транспортные издержки, членство в различных валютных и торговых союзах, волатильность курса национальных валют, членство в политических союзах, участие в военных блоках, наличие языковых барьеров, колониальных связей, общность вероисповедания, информационные барьеры, контрактные издержки, географические особенности (наличие доступа к морю, сухопутных границ, особенности для островных государств);
- дополнительно в качестве фиктивных переменных были использованы логические переменные, отражающие наличие общей границы и членство в торговых союзах.

Детерминанты (факторы), влияющие на размер издержек внешней торговли впервые были систематизированы в работе «Торговые издержки» (англ. “Trade costs”), авторами которой выступили Дж.Э. Андерсон и Э. ван Винкуп [6].

Следует отметить, что большинство существующих гравитационных моделей – эмпирические, то есть они построены на базе анализа данных, полученных в результате измерений или проведенных экспериментов.

Характерно, что чаще всего рассматриваются торговые потоки между странами, а участие страны в интеграционном объединении описывается бинарной переменной, которая дополнительно вводится в уравнение регрессии.

Ввиду многообразия подходов к оценке возможностей и потенциала стран в международной торговле с применением гравитационного уравнения Э. Гомесом-Эррерой в 2010 г. была предпринята попытка их систематизации. Результатом исследования стала публикация статьи «Сравнение альтернативных методов оценки гравитационных моделей двусторонней торговли» (англ. “Comparing alternative methods to estimate gravity models of bilateral trade”) [7].

С учетом того, что процесс оценки влияния межстрановой интеграции на показатели международной торговли может быть выделен в самостоятельное направление исследования, в 2010 г. М. Чиполлиной и Л. Сальватичи была предпринята попытка проведения сравнительного анализа результатов эффектов от интеграции [8].

Как и любая модель, гравитационное уравнение международной торговли имеет сильные и слабые стороны. Достаточно подробное описание и анализ различных вариаций гравитационного уравнения представлены, в частности, в исследованиях российских и зарубежных исследователей: А.Н. Могила-та и В.А. Сальникова [9], Б.В. Таганова и Г.И. Идрисова [10], А.В. Шумилова [11], С.А. Байера и Дж.Х. Бергстранда [12], Дж.Э. Андерсона [13]. Влияние миграционных потоков на взаимную торговлю в рамках гравитационной модели исследовалось в работах Дж. Льюера [14], Дж. Льюера и В. дер Берга [15].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследования влияния различных факторов на внешнюю торговлю в рамках выбранной гравитационной модели использовались методы эконометрического моделирования с применением современных программных продуктов (Microsoft Excel, EViews).

В качестве показателя масштаба экономики для гравитационной модели было выбрано население. Выбор этого показателя объясняется тем, что численность населения непосредственно влияет на количественные показатели как экспортных, так и импортных потоков. С одной стороны, чем больше население страны, тем выше производственный потенциал, больше продукции может быть произведено и, соответственно, экспортировано. С другой стороны, количество населения влияет на показатели спроса на импортируемую продукцию.

В качестве показателя, выступающего прокси-переменной для издержек торговли, принято расстояние между странами. Расстояние измеряется между географическими центрами стран. В дополнение к фактору расстояния в модель включена фиктивная переменная (англ. dummy), равная 1, если между парой рассматриваемых стран есть общая государственная граница, и 0, если такая граница отсутствует. Наличие общей государственной границы у стран-партнеров значительно снижает трансакционные издержки, так как отпадает необходимость договоренностей с третьими странами об условиях транспортировки, что в свою очередь снижает стоимость импортной продукции, повышает ее привлекательность и, как следствие, спрос на нее.

Таким образом, в качестве базового варианта модели рассмотрена модель (4), где x_{ij} – экспорт из страны i в страну j (в долл. США, источник данных – сайт ЕАЭС [15]), y_i – численность экспортирующей, а y_j – численность импортирующей страны (тыс. чел., данные Мирового банка [17]), соответственно, r_{ij} – расстояние между странами-партнерами (по данным сайта <https://ru.distance.to/> [18]).

Оценка модели проводилась методом наименьших квадратов (далее – МНК) для панельных данных с проведением стандартных тестов на применимость МНК.

Панель данных для получения эмпирических результатов является несбалансированной: в период с 2011 г. по 2014 г. имеется 6 пространственных рядов данных (объем экспорта между Россией-Белоруссией, Россией-Казахстаном, Беларуссией-Казахстаном и экспортный поток в обратном направлении) в соответствии с членством этих стран в Таможенном Союзе. С 2015 г. образуется ЕАЭС. В это интеграционное объединение входят, кроме России, Беларуссии и Казахстана, также Армения и Киргизия. Соответственно, с 2015 г. панель содержит 9 пространственных рядов данных об объемах экспорта.

В ходе исследования также проверялись другие факторы для моделирования взаимной торговли: в качестве объясняющих переменных y_i и y_j в модели (4) использовались такие факторы, как ВВП, ВВП на душу населения, индекс промышленного производства.

На первом этапе исследования была построена панельная модель, отражающая общую тенденцию влияния расстояния между странами на объем экспорта товаров. Для анализа изменения значимости фактора расстояния между странами введена гипотеза о зависимости эластичности экспорта по расстоянию от времени.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Данные по Армении и Киргизии берутся с 2015 г. в связи с вступлением в ЕАЭС. Данные по России, Казахстану и Белоруссии берутся с 2011 г., так как они уже состояли в Таможенном союзе.

Устойчивые высокие показатели взаимной торговли наблюдаются между Россией, Белоруссией и Казахстаном, хотя в 2015–2016 гг. объемы торговли заметно снизились по сравнению с достаточно устойчивыми показателями периода 2011–2014 гг.

Для проверки гипотезы о влиянии расстояния между странами на объем взаимной торговли при контроле численности населения была оценена базовая модель (4). В табл. представлены оценки для несбалансированной панели, в которой в период с 2011 г. по 2014 г. включены три страны, а в период с 2015 г. – пять стран, отдельно представлены данные только для периода 2015–2019 гг.

Далее была проверена гипотеза о том, что наличие общей границы снижает влияние фактора расстояния на объемы взаимной торговли. Для проверки этой гипотезы в спецификацию (4) была включена фиктивная переменная *dummy*, равная 1 при наличии общей границы.

$$Ln(x_{ij}) = Ln(k) + \alpha Ln(y_j) + \beta Ln(n_j) - \gamma Ln(r_{ij}) + \delta dummy_{ij} + u_p \quad (5)$$

где δ – параметр.

Результаты оценки моделей (4) и (5) для разных выборок приведены в табл.

Таблица

Оценка параметров гравитационной модели в различных спецификациях

Объясняющие переменные	Все страны 2011–2019 гг. (несбалансированная панель)		Все страны 2015–2019 гг. (сбалансированная панель)	
Численность страны-экспортера	1,85 (0,14)	1,64 (0,18)	2,0 (0,12)	1,77 (0,14)
Численность страны-импортера	1,63 (0,14)	1,42 (0,18)	1,76 (0,12)	1,54 (0,14)
Расстояние между странами	-0,87 (0,48)	-0,42 (0,54)	-1,17 (0,37)	-0,56 (0,43)
Наличие общей границы	–	1,0 (0,55)	–	1,19 (0,45)
Коэффициент детерминации	0,68	0,69	0,81	0,82
Число наблюдений	124	124	100	100

Составлено авторами по материалам источника [16]

Заметим, что оценки параметров модели (4) имеют смысл эластичностей. Оценки эластичности объема экспорта по численности страны-экспортера во всех приведенных вариантах положительны и существенно больше единицы. Следует отметить, что численность населения является замещающей переменной для оценки масштабов экономики страны. Эта величина мало менялась со временем для рассматриваемой группы стран. Она в большей степени отражает постоянную составляющую в объемах экспорта, нежели переменную «часть величины экспорта», которая, скорее, связана с текущей конъюнктурой. Так, целью анализа являлось выявить изменения со временем влияния такого постоянного фактора, как расстояние между странами. Мы выбрали именно численность населения, а не более динамично меняющееся значение ВВП или ВВП на душу населения в качестве объясняющей переменной.

Приведенные оценки параметров гравитационной модели показывают, что расстояние является существенным фактором, влияющим на взаимную торговлю. Это влияние в большей степени проявляется, когда учитываются все пять стран ЕАЭС. Нарастание объемов взаимной торговли между «новыми» и «старыми» членами интеграционного объединения значительно зависит от их взаимного географического положения.

Полученные оценки также подтверждают гипотезу о том, что наличие общей границы снижает значимость фактора расстояния между географическими центрами стран.

В ходе исследования также проверялась гипотеза о том, что эластичность экспорта по расстоянию между экспортирующей и импортирующей странами снижается с течением времени.

Для этого введено предположение о том, что параметр γ в уравнении (4) зависит от времени в простейшем случае по линейному закону. Таким образом, уравнение (4) было преобразовано в уравнение (6):

$$\ln(x_{ij}) = \ln(k) + \alpha \ln(y_i) + \beta \ln(y_j) - (y_0 + y_1 T) \ln(r_{ij}) + u_i \quad (6)$$

где T – фактор времени, $T = 1$ для 2011 г., y_0 и y_1 – факторы.

Предпосылкой для выдвижения этой гипотезы, кроме теоретических соображений, явились эмпирические результаты оценки модели (4) отдельно для 2015 г. и для 2019 г. Так, оценка эластичности экспорта по расстоянию для 2015 г. равна -1,58, стандартная ошибка оценки коэффициента равна 0,84. Таким образом, коэффициент значимо меньше нуля на уровне значимости 5 %. Оценка той же модели за 2019 г. показывает, что эластичность экспорта по расстоянию снизилась до -0,82, ошибка в определении коэффициента превосходит его значение, что говорит о незначимости полученной оценки.

В результате оценки параметров уравнения (6) по 124 наблюдениям в период с 2011 г. по 2019 г. получено следующее регрессионное уравнение (7):

$$\ln(x_{ij}) = 1,96 \ln(y_i) + 1,73 \ln(y_j) - (1,05 - 0,04T) \ln(r_{ij}) - 9,79$$

$$R^2 = 0,71 \quad (7)$$

где R^2 – коэффициент детерминации, показывающий точность модели.

Здесь приведены оценки параметров, в круглых скобках под коэффициентами – стандартные ошибки. T – переменная, имеющая смысл номера года и равная 1 для 2011 г. Коэффициент при переменной T статистически значим и указывает на то, что эластичность экспорта по расстоянию снижается с каждым годом на 0,04.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения исследования было рассмотрено применение гравитационной торговли к моделированию торговли внутри ЕАЭС, тем самым влияние таких факторов, как наличие исторических торговых связей, наличие торговых барьеров, динамика валютного курса и других было ограничено.

Если рассматривать торговлю стран объединения с третьими странами, то необходимо включать эти и другие факторы в основное уравнение гравитационной модели.

Снижение со временем эластичности экспорта по расстоянию, показанное в рамках данного исследования, связано с удешевлением перемещения товаров из точки А в точку Б за счет развития транспортной инфраструктуры и логистики, снижения транзакционных издержек. Однако расстояние всегда будет естественным существенным сдерживающим фактором, если речь идет о торговле товарами.

Важной составляющей современной международной торговли является экспорт услуг [17]. Для моделирования экспорта услуг гравитационная модель в ее классическом варианте неприменима, с учетом того, что в большинстве случаев услуги оказываются удаленно с применением современных информационно-коммуникационных технологий. Однако для моделирования такой составляющей экспорта услуг, как туристические или образовательные услуги модель может быть полезна.

Результаты исследования могут оказаться полезными не только для проведения исследований в рамках ЕАЭС, но и при анализе и прогнозировании внешнеэкономических отношений с приграничными государствами, не входящими в Союз, ввиду того, что в российском законодательстве прописаны особые нормы взаимоотношений российских регионов, являющихся приграничными.

Библиографический список

1. Союз Советских Социалистических Республик. Декларация Совета Республик Верховного Совета Союза Советских Социалистических Республик от 26.12.1991 № 142-Н «В связи с созданием Содружества Независимых Государств». <https://clck.ru/STQKf> (дата обращения: 25.08.2023).
2. Balashova S.A., Lazanyuk I.V., Matyushok V.M. Growth scenarios for the Russian economy: a mid-term perspective in the background of “new reality”. В кн.: В.М. Матюшка, И.В. Лазанюк (отв. ред.) *Новые тренды, стратегии и структурные изменения в экономике стран с развивающимися рынками: материалы VII Международной научной конференции, Москва, 29–31 мая 2018 г.* М.: Российский университет дружбы народов; 2018. С. 24–26.

3. Пак А.Ю. Внешнеторговая безопасность и система ее обеспечения как особенный элемент экономической безопасности государства. *Вестник РУДН. Серия: Экономика*. 2020;3(28):597–607. <http://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-3-597-607>
4. Ньютон И. *Математические начала натуральной философии*. Пер. с лат. А.Н. Крыловой. М.: Наука; 1989. 687 с.
5. Tinbergen J. Shaping the world economy. *Thunderbird. International Business Review*. 1963;1(5):27–30. <https://doi.org/10.1002/tie.5060050113>
6. Anderson J.E., Wincoop E.v. *Trade costs*. Cambridge: National Bureau of Economic Research; 2004. 101 p.
7. Gómez-Herrera E. Comparing alternative methods to estimate gravity models of bilateral trade. *Empirical Economics*. 2013;44:1087–1111. <http://dx.doi.org/10.1007/s00181-012-0576-2>
8. Cipollina M., Salvatici L. Reciprocal trade agreements in gravity models: a meta-analysis. *Review of International Economics*. 2010;1(18):63–80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9396.2009.00877.x>
9. Могилат А.Н., Сальников В.А. Оценка потенциала взаимной торговли стран Единого экономического пространства при помощи гравитационной модели торговли между регионами России. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2015;3(27):80–108.
10. Таганов Б.В., Идрисов Г.И. Инвестиционные эффекты ПТС: качество соглашений имеет значение. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2016;3(31):40–66. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2016-31-3-2>
11. Шумилов А.В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов. *Экономический журнал ВШЭ*. 2017;2(21):224–250.
12. Baier S.L., Bergstrand J.H. Bonus vetus OLS: a simple method for approximating international trade-cost effects using the gravity equation. *Journal of International Economics*. 2009;77(1):77–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.10.004>
13. Anderson J.E. A theoretical foundation for gravity equation. *American Economic Review*. 1979;69(1):106–116.
14. Lewer J.J. The impact of immigration on bi-lateral trade: OECD results from 1991–2000. *Southwestern Economic Review*. 2011;33:9–22.
15. Lewer J.J., Berg H.V.d. A gravity model of immigration. *Economics Letters*. 2008;99(1):164–167.
16. Евразийская экономическая комиссия. *Доклад о состоянии взаимной торговли между государствами-членами ЕАЭС*. <https://clck.ru/36d3wg> (дата обращения: 01.09.2023).
17. The World Bank. *Population, total*. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (дата обращения: 03.09.2023).
18. Калькулятор расстояний. *Официальный сайт*. <https://ru.distance.to/> (дата обращения: 04.09.2023).

References

1. Union of Soviet Socialist Republics. *Declaration of the Council of the Republics of the Supreme Soviet of the Union of Soviet Socialist Republics No. 142-H dated 26.12.1991 "On the occasion of the creation of the Commonwealth of the Independent States"* <https://clck.ru/CTQKf> (accessed 25.08.2023). (In Russian).
2. Balashova S.A., Lazanyuk I.V., Matyushok V.M. Growth scenarios for the Russian economy: a mid-term perspective in the background of “new reality”. In: V.M. Matyushka, I.V. Lazanyuk (eds.) *New trends, strategies and structural changes in emerging markets: Proceedings of the VII International Scientific Conference, Moscow, 29–31 May 2018*. Moscow: RUDN University; 2018. Pp. 24–26.
3. Pak A.Yu. Foreign trade security and its support system as a special element of economic security of the state. *RUDN Journal of Economics*. 2020;3(28):597–607. <http://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-3-597-607> (In Russian).
4. Newton I. *Mathematical principles of natural philosophy*. Trans. from Lat. A.N. Krylova. Moscow: Nauka; 1989. 687 p. (In Russian).
5. Tinbergen J. Shaping the world economy. *Thunderbird. International Business Review*. 1963;1(5):27–30. <https://doi.org/10.1002/tie.5060050113>
6. Anderson J.E., Wincoop E.v. *Trade costs*. Cambridge: National Bureau of Economic Research; 2004. 101 p.
7. Gómez-Herrera E. Comparing alternative methods to estimate gravity models of bilateral trade. *Empirical Economics*. 2013;44:1087–1111. <http://dx.doi.org/10.1007/s00181-012-0576-2>
8. Cipollina M., Salvatici L. Reciprocal trade agreements in gravity models: a meta-analysis. *Review of International Economics*. 2010;1(18):63–80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9396.2009.00877.x>
9. Mogilat A.N., Salnikov V.A. Trade effects estimation for the case of Eurasian Economic Space countries: application of regional gravity model. *Journal of the New Economic Association*. 2015;3(27):80–108. (In Russian).
10. Taganov B.V., Idrisov G.I. Investment effects of preferential trade agreements: quality matters. *Journal of the New Economic Association*. 2016;3(31):40–66. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2016-31-3-2> (In Russian).
11. Shumilov A.V. Estimating gravity models of international trade: a survey of methods. *HSE Economic Journal*. 2017;2(21):224–250. (In Russian).

12. Baier S.L., Bergstrand J.H. Bonus vetus OLS: a simple method for approximating international trade-cost effects using the gravity equation. *Journal of International Economics*. 2009;77(1):77–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.10.004>
13. Anderson J.E. A theoretical foundation for gravity equation. *American Economic Review*. 1979;69(1):106–116.
14. Lewer J.J. The impact of immigration on bi-lateral trade: OECD results from 1991–2000. *Southwestern Economic Review*. 2011;33:9–22.
15. Lewer, J.J., Berg H.V.d. A gravity model of immigration. *Economics Letters*. 2008;99(1):164–167.
16. Eurasian Economic Commission. *Report on the state of mutual trade between the states*. <https://clck.ru/36d3wg> (accessed 01.09.2023). (In Russian).
17. The World Bank. *Population, total*. <https://data.worldbank.org/indicator/SPPOP.TOTL> (accessed 03.09.2023).
18. Distance calculator. *Official website*. <https://ru.distance.to/> (accessed 04.09.2023). (In Russian).