



Модификация гравитационной модели Андерсона и ван Винкоопа для анализа торговли между Россией и Беларусью¹

Александр В. МАРТЫНЕНКО

<https://orcid.org/0000-0002-4701-6398>

кандидат физико-математических наук, доцент

Институт экономики УрО РАН

Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29

Уральский государственный университет путей сообщения

Российская Федерация, 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

e-mail: amartynenko@rambler.ru

Для цитирования: Мартыненко А. В. Модификация гравитационной модели Андерсона и ван Винкоопа для анализа торговли между Россией и Беларусью // *AlterEconomics*. 2022. Т. 19, № 2. С. 326-350.

<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-2.7>

Аннотация. Одним из основных математических инструментов исследования международных интеграционных объединений и оценки влияния межгосударственных барьеров на объемы торговли являются гравитационные модели. В частности, существуют исследования, посвященные применению таких моделей для анализа торговли между Россией и Беларусью. Торговля между этими странами осуществляется по правилам ЕАЭС, поэтому моделирование торговли между Россией и Беларусью должно учитывать влияние всех стран этого интеграционного объединения. Существенную сложность при конструировании пространственных моделей торговли России с другими странами представляют большая площадь и протяженность ее границ. Если не учитывать эту особенность и рассматривать Россию как единый субъект международных торговых отношений, то это приводит к некорректным оценкам гравитационной модели. В качестве альтернативы можно рассматривать Россию как совокупность ее субъектов и моделировать торговлю между ними и остальными странами. Однако реализовать такой подход практически невозможно, поскольку отсутствуют статистические данные о торговле субъектов РФ между собой, сопоставимые с данными об их внешней торговле. Для преодоления указанной сложности в настоящей работе предлагается и теоретически обосновывается модификация широко известной гравитационной модели Андерсона и ван Винкоопа для ситуации, когда часть данных о взаимной торговле недоступна. Полученная модификация применена для оценки гравитационной модели торговли между Беларусью и субъектами РФ в рамках ЕАЭС. Кроме того, в работе модифицирована оригинальная методика Андерсона и ван Винкоопа оценки эффектов сравнительной статики от изменения величины торговых барьеров, с помощью которой было выполнено сравнение торговых барьеров между Россией и Беларусью с торговыми барьерами между Россией и остальными странами ЕАЭС.

Ключевые слова: гравитационная модель, торговые издержки, торговые барьеры, нетарифное регулирование внешней торговли, ЕАЭС

Благодарность: Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, № 20–510–00023Бел_а.

¹ © Мартыненко А. В. Текст. 2022.

RESEARCH ARTICLE

Modification of the Gravity Model of Anderson and van Wincoop for the Analysis of Russian-Belarussian Trade

Alexander V. MARTYNYENKO<https://orcid.org/0000-0002-4701-6398>*Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Associate Professor**Institute of Economics of the Ural Branch of RAS**29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation**Ural State University of Railway Transport**66, Kolmogorova St., Ekaterinburg, 620034, Russian Federation*

e-mail: amartynenko@rambler.ru

For citation: Martynenko, A. V. (2022). Modification of the Gravity Model of Anderson and van Wincoop for the Analysis of Russian-Belarussian Trade. *AlterEconomics*, 19(2), 326-350.

<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-2.7>

Abstract. Gravity models are the main mathematical tool for the study of international trade associations, for example, they can be used for the analysis of trade between Russia and Belarus. Russian-Belarussian trade is regulated by the rules of the Eurasian Economic Union (EEU), which means that the models should take into account the influence of all the member countries. Russia's large area and length of the borders pose a significant challenge for designing spatial models of trade; a failure to give due consideration to this fact may result in incorrect estimates of the gravitational model. Alternatively, we can consider individual Russian regions and model their trade relationships with other countries. Such approach, however, is extremely difficult to implement since there are no statistical data on trade between the subjects of the Russian Federation. In order to overcome this difficulty, this paper proposes and theoretically justifies a modification of the well-known gravity model of Anderson and van Wincoop for situations where data are unavailable. The resulting modification was applied to evaluate the gravitational model of trade between Belarus and Russian regions within the EEU. In addition, the original methodology of Anderson and van Wincoop was adjusted to evaluate the effects of comparative statics from changes in the size of trade barriers. Thus, we were able to compare the trade barriers between Russia and Belarus with the trade barriers between Russia and other EEU member states.

Keywords: gravity model, trading costs, trade barriers, non-tariff regulation of foreign trade, EEU

Acknowledgements: The research has been supported by RFBR, project No. 20-510-00023Bel_a.

UDC 519.862.6, 339.5.01

JEL C1, C31, C21, B17, F13, F15

1. Введение

С середины XX века развитие мировой экономики характеризовалось усилением глобализационных процессов, которые после распада социалистического блока в 1991 г. и либерализации экономической политики Китая охватили практически все страны мира. Глобализация реализуется через создание различных интеграционных объединений: зон свободной торговли, таможенных, экономических, валютных союзов и т. п., которые создают благоприятные условия для международной миграции трудовых ресурсов, капитала и торговли товарами. В значительной мере именно экономическая интеграция обусловила взрывной рост международной торговли во второй половине XX века, который во много раз превысил рост мирового ВП. Интеграционные объединения пытаются обеспечить максимально свободное перемещение товаров и услуг между входящими в них странами за счет снижения торговых издержек до уровней, близких к издержкам внутренней торговли в этих странах. Примерами таких объедине-

ний являются существующие уже несколько десятилетий Европейский Союз EU или Североамериканская зона свободной торговли NAFTA (USMCA с 1 июля 2020 года).

В широком смысле под торговыми издержками понимают все издержки, связанные с доставкой товара конечному потребителю (Anderson, van Wincoop, 2004). Их величина определяется затратами на транспортировку и хранение товаров, государственным регулированием внешней торговли (меры тарифного и нетарифного регулирования), использованием различных систем мер и весов (метрической и дюймовой), валютными курсами, издержками дистрибуции в стране-импортере, а также затратами на преодоление информационных, языковых, культурных, религиозных и прочих подобных барьеров (см. (Anderson, van Wincoop, 2004; Fielding et al., 2015; Шумилов, 2017)). Согласно результатам (Anderson, van Wincoop, 2004), полученным для развитых стран, торговые издержки увеличивают цену товара на 170 %. Причем транспортные затраты приводят к увеличению на 21 %, таможенные тарифы — 5 %, дистрибуция — 55 %, валютные барьеры — 14 %, языковые барьеры — 7 % и т. д.

Межгосударственные соглашения, лежащие в основе любого интеграционного объединения, нацелены на снижение торговых издержек, связанных с государственным регулированием. Прежде всего это касается мер таможенного регулирования. Интеграция в формате зоны свободной торговли, таможенного или экономического союза означает полную отмену таможенных пошлин, налогов и сборов для участников объединения. Также такая интеграция подразумевает устранение нетарифных барьеров, к которым относятся административные и технические ввозные процедуры, меры санитарного и фитосанитарного контроля, правила субсидирования экспорта, организации государственных закупок и другие инструменты (полный перечень нетарифных мер можно найти в (UNCTAD, 2019)).

Как показывают многочисленные исследования (см., например, (WTO, 2012; UNCTAD, 2013)), нетарифные меры регулирования активно применяются всеми участниками мировой торговли. Общемировой тенденцией последних десятилетий является многократный рост ограничительных мер во внешней торговле при одновременном снижении и полной отмене таможенных тарифов. Другими словами, нетарифное регулирование превратилось в основной инструмент контроля и часто используется для реализации протекционистской политики (Дюмулен, 2015).

Для количественной оценки влияния нетарифных ограничений и других барьеров внешней торговли предложены различные подходы, которые, кроме прочего, используются такими международными структурами, как ООН, ОЭСР, ВТО и другими для анализа и регулирования торговых отношений между странами. Основные вопросы, на решение которых направлены эти подходы, заключаются в следующем: как количественно выразить нетарифные ограничения и другие барьеры и как от них зависит объем международной торговли? Для ответа на первую часть вопроса разработаны методы, позволяющие рассчитать адвалорные эквиваленты торговых барьеров, а зависимость для объема торговли обычно ищут в виде стандартной модели спроса на импорт или гравитационной модели. Детальную информацию по всем указанным методам и моделям можно найти в (UNCTAD, 2013; Nicita, Melo, 2018; Ferrantino, 2006; Ederington, Ruta, 2016) (краткий содержательный обзор есть также в (Идрисова, 2011)).

Гравитационные модели, используемые в указанных источниках, базируются на модели, предложенной (и строго обоснованной) Андерсоном и ван Винкоопом в 2003 году (Anderson, van Wincoop, 2003). Далее мы подробно обсудим эту модель, а сейчас лишь отметим, что она учитывает зависимость объема торговли между двумя странами от барьеров торговли между каждой из них с остальными странами мира.

Любая гравитационная модель представляет собой математическую формулировку следующего эвристического утверждения: «большие и близкие объекты взаимодействуют сильнее, чем маленькие и далекие». Справедливость этого утверждения для широкого круга явлений обусловила популярность гравитационных моделей в самых разных научных областях. В частности, для описания торговли между странами гравитационная модель была впервые использована в (Tinbergen, 1962) в следующем виде:

$$x_{ij} = k \frac{y_i^\alpha y_j^\beta}{t_{ij}^\gamma}, \quad (1)$$

где x_{ij} — экспорт страны i в страну j ; y_j — размер экономики страны j ; t_{ij} — издержки торговли между странами i и j ; k, α, β, γ — положительные параметры.

В дальнейшем уравнение (1) и его различные модификации использовались многими исследователями. Здесь мы не будем подробно останавливаться на обзоре всех имеющихся результатов в этой области, а ограничимся только лишь теми, которые имеют непосредственное отношение к данной работе. Изложение других результатов можно найти, например, в обзорных статьях (Anderson, 2011; Шумилов, 2017); см. также очень содержательные обзоры литературы в (Каукин, Идрисов, 2013; Могилат, Сальников, 2015).

Гравитационная модель в виде (1) имеет существенный недостаток — она предполагает, что торговля между двумя странами не зависит от того, как они торгуют со всем остальным миром. Такое сильное упрощение приводит к смещенности оценок параметров модели (Baldwin, Taglioni, 2006). Избежать этого недостатка и получить строгое обоснование гравитационной модели впервые удалось Д. Андерсону и Е. ван Винкоопу в работе (Anderson, van Wincoop, 2003). Полученная ими модель имеет вид:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^W} \left(\frac{t_{ij}}{P_i \Pi_j} \right)^{1-\sigma}, \quad (2)$$

$$\Pi_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} t_{ij}^{1-\sigma} \frac{y_i}{y^W}, \forall j, \quad (3)$$

$$P_i^{1-\sigma} = \sum_j \Pi_j^{\sigma-1} t_{ij}^{1-\sigma} \frac{y_i}{y^W}, \forall i, \quad (4)$$

где y_i — ВВП страны i , y^W — мировой ВВП, эластичность замещения между товарами разных стран. Коэффициенты P_i и Π_j называются показателями многостороннего сопротивления торговле между странами i и j со стороны третьих стран (P_i — сопротивление экспорту из i , Π_j — сопротивление импорту в j). Коэффициенты P_i и Π_j определяются системой уравнений (3)–(4). Эта система неразрешима в явном виде, что создает значительные технические трудности при оценивании параме-

тров модели (2)–(4) (модель не реализована как стандартный инструмент в наиболее популярных эконометрических пакетах и для ее использования необходимо написание специального кода (Шумилов, 2017). Поэтому довольно часто (особенно в практико-ориентированных исследованиях) P_i и Π_j трактуют как индивидуальные эффекты экспортера и импортера и вместо (2)–(4) рассматривают модель, которая в логлинейной форме имеет вид

$$\ln x_{ij} = a_0 + a_1 \ln(y_i y_j) + a_3 \ln t_{ij} + p_i D_i + \pi_j D_j, \quad (5)$$

где $p_i = \ln P_i^{1-\sigma}$, $\pi_j = \ln \Pi_j^{1-\sigma}$ — оцениваемые параметры, D_i — фиктивные переменные.

Модель (5) не только более простая с точки зрения технической реализации, но ее преимущество также заключается в том, что ее можно использовать для работы с панельными данными (модель (2)–(4) применима только к пространственным данным (Шумилов, 2017). В то же время (5) дает менее эффективные оценки параметров и требует «больше» данных¹, чем модель (2)–(4).

Гравитационная модель в спецификации (5) применяется для оценки влияния нетарифных мер регулирования и прочих торговых барьеров на объем торговли между странами. Например, в упоминаемых выше исследованиях и отчетах различных международных организаций (UNCTAD, 2013; Ferrantino, 2006; Ederington, Ruta, 2016) используется модель (5) на дезагрегированных панельных данных:

$$\ln m_{sij,t} = \varphi_{sij,t} \ln(1 + tar_{sij,t}) + \gamma NTM_{sij,t} + \beta z_{ij} + fe_{si} + fe_{sj} + fe_t,$$

где $m_{sij,t}$ — экспорт продукта s из страны i в страну j в момент времени t ; $tar_{sij,t}$ — таможенный тариф; $NTM_{sij,t}$ — адвалорные эквиваленты нетарифных мер; z_{ij} — вектор, компоненты которого представляют собой все прочие торговые барьеры; fe_{si} , fe_{sj} , fe_t — переменные, отвечающие за индивидуальные эффекты отрасли, экспортера, импортера и за изменение торговли с течением времени.

Еще одним вопросом, для ответа на который широко используется модель (5), является вопрос об эффективности существующих торговых объединений для их участников. Практически по каждому подобному объединению существует большое количество исследований. Среди последних работ подобного типа можно указать, например, исследование Агадирского соглашения (Achour, Hadji., 2021), Восточноафриканского сообщества (Leyaro, 2021) и Европейского Союза (Head, Mayer, 2021). Оценки эффективности различных преференциальных торговых зон были получены в (Yao et al., 2021). В частности, было установлено, что такие зоны оказывают значимое положительное влияние на внешнюю торговлю только для стран с низким и средним уровнем дохода.

Результаты процитированного выше отчета (Анисимов и др., 2015а) и статьи (Knobel, Vakulchuk, 2018) также получены с помощью модели вида (5). В (Анисимов и др., 2015а) она оценивалась на основе пространственных дезагрегированных данных о торговле между Беларусью, Казахстаном и Россией, а в (Knobel, Vakulchuk, 2018) для этих же стран использовались дезагрегированные панельные данные. Для описания торговли между всеми странами Евразии на протяжении 1994–

¹ Модель (5) содержит гораздо больше параметров, чем модель Андерсона и ван Винкоопа. Если доступны данные о взаимной торговле между всеми парами рассматриваемых стран, то каких-либо сложностей не возникает: объем выборки значительно превосходит количество параметров. Однако, если значительная часть данных недоступна, то использование модели (5) становится невозможным.

2018 гг. и оценки степени их интеграции в мировую торговлю модель (5) была использована в работе (Golovko, Sahin., 2021).

Отметим также работу (Изотов, 2020), в которой модель вида (5) была использована для оценки эффектов границы в торговле между регионами Дальнего Востока и странами АТР.

Торговые издержки t_{ij} должны обязательно учитывать географическое расстояние между странами (или какой-то его стоимостной эквивалент). В идеале должно использоваться среднее расстояние между всеми производственными центрами, взвешенное объемами их производства. Но обычно используют расстояние между столицами государств. Для небольших государств это не вносит значительных искажений, однако понятно, что для таких больших государств, как Россия или США, это не так. В этом случае необходимо либо рассматривать административно-территориальные единицы большого государства как самостоятельные субъекты торговых отношений (такой подход реализован в (Anderson, van Wincoop, 2003), либо учитывать протяженность границы государства и рассматривать различные пункты, через которые товары попадают на территорию страны (такой подход реализован в (Каукин, Идрисов, 2013)). Каждый из этих подходов имеет свои достоинства и недостатки. В частности, чтобы учитывать протяженность границы, необходима детальная статистика товарных потоков через все пункты пропуска. В настоящей работе мы учитываем большие размеры Российской Федерации, рассматривая торговлю между ее субъектами и странами ЕАЭС.

Использование субъектов РФ в гравитационной модели также порождает сложности, связанные с отсутствием полных статистических данных о взаимной торговле субъектов РФ. Поэтому в исследованиях по гравитационному моделированию внутрироссийской торговли используются различные прокси-данные объемов торговли. Например, в (Могилат, Сальников, 2015) были использованы данные о торговых потоках продукции обрабатывающей промышленности, а в (Томаев и др., 2020) использовались данные об объемах грузовых железнодорожных перевозок. Для анализа торговли только между субъектами РФ такой подход полностью оправдан. Однако при рассмотрении еще и внешней торговли возникает проблема сопоставимости данных.

В настоящей работе мы предлагаем и строго обосновываем модификацию оригинальной модели Андерсона и ван Винкоопа (2) – (4), которая позволяет оценить модель на неполных данных. В частности, такая модификация позволяет моделировать внешнюю торговлю регионов большого государства на основе только лишь данных об их торговле с зарубежными государствами и данных о торговле этих государств между собой (без использования данных о межрегиональной торговле).

Предложенная модификация гравитационной модели используется нами для моделирования торговли между субъектами России и странами ЕАЭС (Армения, Беларусь, Казахстан и Кыргызстан), что позволяет получить оценки величины торговых барьеров между Россией и всеми остальными странами ЕАЭС, на основании которых можно выяснить влияние более тесных политических и культурных связей между Россией и Беларусью на объем их взаимной торговли.

Работа имеет следующую структуру. В разделе 2 даются основные предпосылки и полная формулировка модели Андерсона и ван Винкоопа, которые будут необходимы для дальнейшего изложения. В разделе 3 представлена модификация оригинальной модели Андерсона и ван Винкоопа для неполных данных. Раздел 4 содер-

жит описание интеграционных процессов в ЕАЭС и обзор литературы по этому вопросу, а раздел 5 посвящен описанию исходных данных о торговле внутри ЕАЭС. В разделе 6 описываются результаты оценивания модифицированной модели на исходных данных. Раздел 7 посвящен оценке эффектов сравнительной статики от изменения величины торговых барьеров, с помощью которой было выполнено сравнение торговых барьеров между Россией и Беларусью с торговыми барьерами между Россией и остальными странами ЕАЭС (для оценки эффектов сравнительной статики также понадобилась существенная модификация оригинального подхода Андерсона и ван Винкоопа).

2. Модель Андерсона и ван Винкоопа с симметричными торговыми издержками

Далее мы будем модифицировать гравитационную модель из (Anderson, van Wincoop, 2003) так, чтобы ее можно было оценить с помощью имеющихся у нас данных. Для этого нам понадобятся предпосылки, на которых основан вывод модели. Мы ограничимся рассмотрением случая симметричных торговых издержек, поскольку далее будем использовать именно такой вариант модели.

Модель базируется на следующих предположениях:

П1. Каждый регион производит только один товар и любые два региона производят разные товары.

П2. Объем производства товара в каждом регионе является фиксированным.

П3. Потребление в регионе j товаров, произведенных в других регионах (включая сам регион j), является результатом максимизации функции полезности с постоянной эластичностью замещения

$$\begin{cases} U_j = \left(\sum_i \beta_i C_{ij}^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} \rightarrow \max, \\ \sum_i p_i t_{ij} C_{ij} = y_j, \end{cases}$$

где C_{ij} — потребление товара региона i в регионе j ; β_i — весовые коэффициенты полезности товаров; y_i — номинальный совокупный доход региона i ; p_i — отпускная цена товара региона i ; t_{ij} — издержки торговли между регионами i и j ; σ — эластичность замещения между товарами разных регионов.

П4. Рассматриваемые регионы образуют замкнутую торговую систему, т. е. они торгуют только между собой. Это равносильно тому, что

$$\sum_i p_i t_{ij} C_{ij} = y_j = p_j \sum_i t_{ji} C_{ji}, \forall j.$$

П5. Торговые издержки симметричны, т. е.

$$t_{ij} = t_{ji}, \forall i, j.$$

В работе (Anderson, van Wincoop, 2003) было показано, что если выполнены предположения П1–П5, то $x_{ij} := p_i t_{ij} C_{ij}$ (экспорт региона i в регион j) определяется соотношениями²:

¹ Регион j приобретает $t_{ij} C_{ij}$ товара региона i по цене p_i , но получает только C_{ij} этого товара, поскольку $(t_{ij} - 1)C_{ij}$ товара «тает» по пути из i в j , образуя торговые издержки.

² Эта модель является частным случаем модели (2)–(4) в предположении симметричности торговых издержек. В частности, из симметричности следует $P_j = P_j \forall_j$.

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^W} \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma}, \quad (6)$$

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} t_{ij}^{1-\sigma} \frac{y_i}{y^W}, \forall j. \quad (7)$$

Здесь $y^W = \sum_i y_i$, а определяемые из системы уравнений (7) величины P_j являются показателями многостороннего сопротивления торговле. Они характеризуют сопротивление всех регионов торговле с регионом j . Отметим, что система уравнений (7) имеет решение и притом единственное¹ при любых положительных коэффициентах $t_{ij}^{1-\sigma} y_i / y^W$.

Согласно модели (6)–(7) торговый оборот между регионами k и m зависит от всех значений $\{y_i\}$ и $\{t_{ij}\}$, а не только от y_k, y_m и t_{km} . Однако при этом он не зависит от фигурирующих в предположениях П1–П5 величин C_{ij}, β_i и p_i (две последние величины очень сложно измерить). Более того, однозначно определяемые моделью (6)–(7) показатели многостороннего сопротивления торговле P_i позволяют определить значения $\beta_i p_i$ с помощью соотношения (см. (8) в (Anderson, van Wincoop, 2003))

$$\frac{y_i}{y^W} = (\beta_i p_i)^{1-\sigma} P_i^{1-\sigma}. \quad (8)$$

Поскольку коэффициент t_{ij} должен учитывать торговые барьеры и расстояние между регионами, то в (Anderson, van Wincoop, 2003) полагают

$$t_{ij} = b_{ij} d_{ij}^\rho,$$

где d_{ij} — расстояние между регионами i и j ; $(b_{ij} - 1)$ — тарифный эквивалент двустороннего торгового барьера между i и j .

Влияние случайных ошибок на модель (6)–(7) можно учитывать разными способами. Вариант, предлагаемый в (Anderson, van Wincoop, 2003), в логлинейной форме выглядит следующим образом:

$$\ln z_{ij} \equiv \ln \frac{x_{ij}}{y_i y_j} = k + a_1 \ln d_{ij} + a_2 \ln b_{ij} - \ln P_i^{1-\sigma} - \ln P_j^{1-\sigma} + \varepsilon_{ij}, \quad (9)$$

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} \frac{y_i}{y^W} e^{a_1 \ln d_{ij} + a_2 \ln b_{ij}}, \forall j. \quad (10)$$

где $a_1 = (1 - \sigma)\rho$, $a_2 = (1 - \sigma)$, ε_{ij} — случайная ошибка.

Для оценки параметров модели (9)–(10) авторы (Anderson, van Wincoop, 2003) предлагают следующий подход. Решение системы уравнений (10) представляет собой набор функций $P_j^{1-\sigma} = P_j^{1-\sigma}(a_1, a_2)$, определенных при $a_1, a_2 \in \mathbb{R}$. После подстановки $P_j(a_1, a_2)$ в (9) мы получим уравнение регрессии, нелинейное по параметрам. Теперь оценить параметры этого уравнения можно с помощью нелинейного метода наименьших квадратов. Поскольку систему (10) нельзя разрешить в явном виде, то реализация НМНК сводится к решению задачи условной оптимизации:

¹ В работе (Anderson, van Wincoop, 2003) разрешимость системы (7) не обсуждается, а единственность решения отмечена, но без детального обоснования. Строгое доказательство существования и единственности системы (7) можно найти в (Evans, 1970). Система (1)–(3) из этой работы представляет собой (в других обозначениях) модель (6)–(7) для более общего случая несимметричных торговых издержек.

$$\sum_{i,j} \left(k + a_1 \ln d_{ij} + a_2 \ln b_{ij} - \ln P_i^{1-\sigma} - \ln P_j^{1-\sigma} - \ln z_{ij} \right)^2 \rightarrow \min, \quad (11)$$

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} \frac{y_i}{y^W} e^{a_1 \ln d_{ij} + a_2 b_{ij}}, \forall j. \quad (12)$$

3. Модификация модели Андерсона и ван Винкоопа для случая неполных данных

В данном разделе модификация модели (9)–(10) будет реализована для моделирования торговли стран ЕАЭС с регионами РФ. Однако проведенные здесь рассуждения могут быть на случай любой выборки регионов, для которой часть данных о межрегиональной торговле недоступна.

Как уже было отмечено выше, гравитационная модель в виде (9)–(10) неприменима для торговли стран ЕАЭС с регионами РФ в силу нескольких обстоятельств.

Во-первых, для модели (6)–(7) весьма существенным является предположение П4 о замкнутости торговой системы. В работе (Anderson, van Wincoop, 2003) модель применяется для описания торговли между штатами США, провинциями Канады и 20 другими странами с наиболее развитой экономикой. Эта система не является замкнутой, однако влияние не включенных в нее стран авторы считают незначимым для тех вопросов, которые они исследуют в своей работе.

В нашем случае пренебречь торговлей стран ЕАЭС и субъектов РФ с другими странами нельзя, поскольку для каждого из этих регионов торговля внутри ЕАЭС значительно меньше торговли с другими странами.

Во-вторых, как уже было сказано, имеющиеся данные являются неполными. Они содержат информацию только лишь о торговле стран ЕАЭС друг с другом и с субъектами РФ (отсутствуют данные о торговле между субъектами РФ), в то время как в системе (7) (и соответственно в (10)) фигурирует величина y_j , которая в силу П4 равна торговле региона i со всеми рассматриваемыми регионами.

Чтобы преодолеть указанные трудности, необходимо модифицировать модель (6)–(7). Обозначим через EA и RF совокупность всех стран ЕАЭС (кроме России) и совокупность всех рассматриваемых субъектов России, соответственно. Пусть также $All = EA \cup RF$. Поскольку модель (6)–(7) описывает торговлю между всеми регионами мира, то соотношение (6) справедливо, в частности, для всех $i, j \in All$, его можно переписать в виде

$$x_{ij} = \frac{\hat{y}_i \hat{y}_j}{\hat{y}^W} \left(\frac{t_{ij}}{\hat{P}_i \hat{P}_j} \right)^{1-\sigma}, \quad (13)$$

где

$$\hat{y}_i = \sum_{j \in EA} x_{ij}, \quad \hat{y}^W = \sum_{j \in EA} \hat{y}_j \quad \text{и} \quad \hat{P}_i = \left(\frac{y^W}{\hat{y}^W} \right)^{\frac{1}{2(1-\sigma)}} \left(\frac{\hat{y}_i}{y_i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} P_i. \quad (14)$$

Суммирование (13) по $i \in EA$ дает

$$\hat{P}_j^{1-\sigma} = \sum_{i \in EA} \hat{P}_i^{\sigma-1} t_{ij}^{1-\sigma} \frac{\hat{y}_i}{\hat{y}^W}, \forall j \in All. \quad (15)$$

Система уравнений (15) позволяет однозначно определить величины \hat{P}_i . Это следует из того, что уравнения (15) при $j \in EA$ образуют однозначно разрешимую подсистему уравнений, содержащую \hat{P}_j только для $j \in EA$, а \hat{P}_j для $j \in RF$ однозначно выражены в (15) через $\hat{P}_i, i \in EA$.

Подчеркнем, что соотношения (13) определяют x_{ij} для любой пары регионов из $All \times All$, в то время как уравнения (15) соответствуют совокупности пар регионов $EA \times All$. Определяемая из уравнений (15) величина \hat{P}_j представляет собой локальный показатель многостороннего сопротивления торговле со страной j со стороны только тех стран, которые принадлежат EA , а формулы (14) позволяют вычислить глобальные показатели P_j по локальным показателям \hat{P}_j .

Вид соотношений (13) и (15) показывает, что гравитационная модель (6)–(7) инвариантна относительно перехода к подсистеме регионов, даже если такая подсистема не замкнута и содержит не все торговые связи. Однако соотношение (8), позволяющее определить отпускные цены p_i , инвариантностью не обладает, поскольку отпускные цены определяются торговыми отношениями между всеми регионами мира и не зависят от того, какую подсистему регионов мы рассматриваем. С учетом обозначений (14) соотношение (8) для $i \in All$ имеет вид:

$$\frac{\hat{y}_i}{\hat{y}^W} = \left(\frac{y^W}{\hat{y}^W} \right)^{\frac{1}{2}} (\beta_i p_i)^{1-\sigma} \hat{P}_i^{1-\sigma}. \quad (16)$$

Отметим, что в отличие от (6)–(7) в модели (13)–(15) используется не весь номинальный совокупный доход y_i региона i , который образуется в результате торговли со всеми странами мира, а только та его часть \hat{y}_i , которая образована торговлей со странами из EA . Это означает, что при оценивании модели (13)–(15) в качестве прокси-переменной для \hat{y}_i необходимо взять не валовый продукт региона i (как это сделано в (Anderson, van Wincoop, 2003)), а объем торговли этого региона со странами из EA .

Торговые издержки t_{ij} будем рассматривать в виде

$$t_{ij} = b_{Б,РФ}^{v_{ij}} b_{ЕАЭС}^{w_{ij}} d_{ij}^{\rho}, \quad (17)$$

где d_{ij} — расстояние между регионами i и j ; ρ — эластичность торговых издержек по расстоянию; $(b_{Б,РФ} - 1)$ — тарифный эквивалент двустороннего торгового барьера между РФ и Беларусью ($b_{Б,РФ} \geq 1$); $(b_{ЕАЭС} - 1)$ — тарифный эквивалент двусторонних торговых барьеров для стран ЕАЭС ($b_{ЕАЭС} \geq 1$); v_{ij} — фиктивная переменная, равная 1, если в качестве i и j выступают Беларусь и один из субъектов РФ, а в противном случае равная 0; w_{ij} — фиктивная переменная, равная 0 только в одном из трех случаев: 1) в качестве i и j выступают Беларусь и один из субъектов РФ, 2) в качестве i и j выступают два субъекта РФ, 3) при $i = j$ ¹, а во всех остальных случаях равная 1.

С учетом (17) в логлинейной стохастической форме модель (13)–(15) будет иметь вид:

$$\ln \frac{x_{ij}}{\hat{y}_i \hat{y}_j} = k + a_1 \ln d_{ij} + a_2 v_{ij} + a_3 w_{ij} - \ln \hat{P}_i^{1-\sigma} - \ln \hat{P}_j^{1-\sigma} + \varepsilon_{ij}, \quad (18)$$

$$\hat{P}_j^{1-\sigma} = \sum_i \hat{P}_i^{\sigma-1} \frac{\hat{y}_i}{\hat{y}^W} e^{a_1 \ln d_{ij} + a_2 v_{ij} + a_3 w_{ij}}, \forall j. \quad (19)$$

¹ Подчеркнем, что оценивание модели (18)–(19) будет производиться на выборке, содержащей объемы внутренней торговли для каждой из стран ЕАЭС (кроме России), т. е. случай $i = j$ будет реализовываться для стран ЕАЭС (кроме России).

где $a_1 = (1 - \sigma)\rho$, $a_2 = (1 - \sigma)\ln b_{Б, РФ}$, $a_3 = (1 - \sigma)\ln b_{ЕАЭС}$, ε_{ij} — случайная ошибка.

4. Особенности экономической интеграции в ЕАЭС

С момента распада СССР торгово-экономические отношения Республики Беларусь и Российской Федерации развивались в рамках двусторонних и многосторонних интеграционных объединений: СНГ с 1991 года; Союза России и Беларуси с 1997 года, который был преобразован в Союзное государство (СГ) в 1999 году; ЕврАзЭС с 2001 года, в рамках которого был заключен Таможенный союз с 2010 года (совместно с Казахстаном) и сформировано Единое экономическое пространство в 2012 году. В 2015 году ЕврАзЭС трансформировалось в ЕАЭС, в который вошли Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан и Россия.

Договор о ЕАЭС обеспечивает свободное движение товаров, услуг, рабочей силы и капитала. В частности, свобода движения товаров обеспечивается тем, что ЕАЭС является единой таможенной территорией, в пределах которой действует единый таможенный тариф, а внутри ЕАЭС не применяются таможенные пошлины и ограничения экономического характера (Винокуров и др., 2017).

Вместе с тем договор о ЕАЭС предусматривает для своих участников возможность использования специальных защитных, антидемпинговых, компенсационных мер и других мер нетарифного регулирования. Естественно, это оказывает существенное влияние на взаимную торговлю и увеличивает торговые издержки. Количественной оценке такого влияния на торговлю в ЕАЭС до момента вступления в нее Армении и Кыргызстана были посвящены масштабные исследования (Анисимов и др., 2015b; Анисимов и др., 2015a) Евразийского банка развития, проведенные в 2015 г. Был проведен опрос 530 компаний-экспортеров Беларуси, Казахстана и России, на основании которого авторы исследования оценили степень ограничительного влияния нетарифного регулирования на взаимную торговлю. Также для трех указанных стран в работе (Knobel, Vakulchuk, 2018) были рассчитаны адвалорные эквиваленты нетарифных ограничений: для некоторых товарных групп полученные значения превысили 60 %. Результаты других исследований по нетарифному регулированию в ЕАЭС можно найти в работе (Овсянников, 2019).

Многие исследования отмечают наличие существенных трудностей в процессе функционирования ЕАЭС. Так, в работе (Гринберг, Пылин, 2020) констатируется, что в настоящий момент сохраняются серьезные экономические противоречия между основными участниками объединения, а «ключевой проблемой развития ЕАЭС является неспособность обеспечить устойчивые темпы роста взаимной торговли, особенно в условиях меняющихся внешних факторов, среди которых нестабильность мировых цен на топливно-сырьевые товары, макроэкономические и геополитические вызовы». Сходные выводы сделаны в работе (Еликбаев, Андропова, 2021) относительно единого рынка услуг ЕАЭС. В частности, показано, что за время существования ЕАЭС экспорт большинства видов услуг между странами снизился; а по ряду секторов импорт услуг из третьих стран практически вытеснил импорт из стран ЕАЭС.

Интеграция государств в ЕАЭС направлена не только на устранение торговых барьеров между ними, но также и на формирование благоприятных условий членом союза с другими странами. В частности, это реализуется посредством формирования зон свободной торговли между ЕАЭС и другими государствами. Несколько

таких соглашений уже действуют или будут подписаны в ближайшее время (детальному обсуждению зон свободной торговли для ЕАЭС посвящена работа (Зуев и др., 2021).

Как уже было сказано выше, в настоящий момент Беларусь и Россия являются членами ЕАЭС, а также образуют СГ. Договор о создании Союзного государства (СГ) подразумевает очень высокий уровень интеграции во всех сферах: правовой, научной, образовательной, экономической, военной и т. д. Однако в силу целого ряда причин (прежде всего политических) какие-либо существенные шаги по реализации положений договора долгое время не предпринимались¹. Положительные сдвиги в этом направлении произошли только в сентябре 2021г: на встрече президентов двух стран были согласованы 28 интеграционных программ. Поэтому в настоящий момент правовой основой экономических отношений между Беларусью и Россией является договор о ЕАЭС. В частности, взаимная торговля осуществляется в соответствии с правилами Таможенного союза стран ЕАЭС².

В то же время можно предположить, что наличие договора о СГ, который, несмотря на все сложности, сохраняет перспективы глубокой интеграции между Россией и Беларусью в будущем, высокий уровень комплементарности экономик этих стран, а также практически полное отсутствие языковых, культурных, информационных и других подобных барьеров должны обеспечивать более интенсивную торговлю, чем торговля между остальными участниками ЕАЭС.

5. Исходные данные

Для оценивания параметров гравитационной модели в настоящей работе были использованы следующие данные³:

1. Экспорт (импорт) субъектов России в страны (из стран) ЕАЭС (Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан) по данным Федеральной таможенной службы России⁴.

2. Объемы торговли между странами ЕАЭС⁵ (кроме России) по данным Евразийской экономической комиссии⁶.

¹ Подробный анализ сложностей, возникших в процессе формирования СГ, можно найти в (Мальшев, 2019) и (Шамахов, 2019)

² Экономическая интеграция России и Беларуси хорошо освещена в (Даметкина, Зубов, 2018).

³ Мы оценивали модель по данным за 2017 и 2018 годы. Результаты, полученные для каждого из этих годов, оказались очень близки. Далее мы приводим результаты расчетов по данным за 2017 год.

⁴ Официальный сайт Федеральной таможенной службы России. См. например URL: <https://customs.gov.ru/> (дата обращения: 13.03.2021).

⁵ Представленные данные обладают следующей особенностью: объем экспорта страны i в страну j по данным статистики страны i не всегда совпадает с объемом импорта страны j из страны i по данным статистики страны j . Причем расхождения могут превышать 10 % от величины торгового потока. Эта проблема была отмечена в (МогСал), где в качестве ее решения предлагается использовать данные страны импортеры об импорте как более точные, поскольку принято считать, что таможенные органы более строго контролируют ввоз, чем вывоз. Мы проводили расчеты используя как данные стран импортеров, так и данные стран экспортеров, а также использовали средние значения. Во всех трех случаях конечные результаты практически не отличались друг от друга. В настоящей работе все дальнейшие результаты представлены для третьего случая, т. е. для средних значений между данными экспортеров и импортеров.

⁶ Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. URL: <http://eec.eaeunion.org/> (дата обращения: 13.03.2021).

Таблица 1

Объемы взаимной торговли между странами ЕАЭС, млн долл. США (2017 г.)

Экспортер	Импортер				
	Армения	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия
Армения	—	7	4,9	1,8	543,5
Беларусь	34,5	—	592,3	123,5	12 901
Казахстан	5,6	101,2	—	516,7	4639
Кыргызстан	0,1	7,1	268,6	—	265,7
Россия	1247	19 574	12 465	1399	—



Рис. Доля взаимной торговли стран ЕАЭС, % (источник: Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. URL: <http://eec.eaeunion.org/> (дата обращения: 13.03.2021))

3. ВВП и общие объемы внешней торговли стран ЕАЭС (кроме России) по данным Евразийской экономической комиссии¹.

4. Расстояния между столицами регионов² по воздуху, рассчитанные на основе их координат³ и используемые далее как прокси расстояния (транспортных затрат) между разными регионами.

Некоторое представление об объемах торговли стран ЕАЭС между собой дает следующая таблица 1.

Как видно из таблицы 1, Россия занимает лидирующее положение в торговле с каждой из стран ЕАЭС, что, собственно говоря, неудивительно, учитывая размер экономики России по сравнению с остальными странами. Что касается торговли между остальными странами, то здесь обращают на себя внимание два аспекта: 1) значительный объем торговли между Казахстаном и Кыргызстаном (по сравнению с их торговлей с другими странами), который является следствием географической близости этих государств; 2) за исключением экспорта из Казахстана в Кыргызстан, второе место после России в торговых отношениях между странами ЕАЭС занимает не второй по размеру экономики Казахстан, а Беларусь. В частности, торговый оборот между Россией и Беларусью превышает торговый оборот

¹ Официальный сайт Евразийской экономической комиссии...

² Вслед за (Anderson, van Wincoop, 2003) мы используем слово «регион» как общий термин для обозначения как страны ЕАЭС (кроме России), так и субъекта РФ.

³ Координаты столиц регионов были взяты на Geofabrik. URL: <https://www.geofabrik.de/> (дата обращения: 13.03.2021).

между Россией и Казахстаном в два раза. Доля, которую составляет взаимная торговля стран ЕАЭС в их общем объеме торговли, представлена на рисунке.

Как показывает диаграмма на рисунке, взаимная торговля стран ЕАЭС занимает только 14,6 % в их внешней торговле. Но для всех стран, кроме России, этот показатель намного больше, а для Беларуси он вообще превышает 50 %. Детальные аналитические материалы по взаимной торговле стран ЕАЭС можно найти на официальном сайте Евразийской экономической комиссии¹.

Модель (6)–(7) является симметричной, т. е. торговый поток из страны i в страну j равен торговому потоку из страны j в страну i . С точки зрения такой модели наблюдаемое различие противоположных потоков вызвано влиянием случайных ошибок ε_{ij} и ε_{ji} . Для снижения такого влияния при оценивании модели (9)–(10) естественно усреднить наблюдаемые значения противоположных торговых потоков. Причем, в качестве среднего значения наблюдаемых потоков $x_{ij}^{\text{набл}}$ и $x_{ji}^{\text{набл}}$ необходимо использовать среднее геометрическое $\sqrt{x_{ij}^{\text{набл}} x_{ji}^{\text{набл}}}$. Тогда случайная ошибка в модели (9)–(10) для усредненных данных будет равна $(\varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji})/2$. Отметим, что если в качестве среднего использовать среднее арифметическое, то это приводит к смещенности оценок коэффициентов модели (см. детали в (Baldwin, Tagliani, 2006; Шумилов, 2017)).

В модели (6)–(7) (и соответственно в (9)–(10)) используются величины x_{ii} и d_{ii} — объем внутренней торговли и внутреннее расстояние в регионе i . Для оценки гравитационной модели торговли стран ЕАЭС с регионами РФ необходимо знать наблюдаемые значения x_{ii} и d_{ii} для стран ЕАЭС (кроме России). В соответствии с методикой (Anderson, van Wincoop, 2003) (заимствованной в (Wei, 1996)), в качестве внутреннего расстояния d_{ii} мы брали четвертую часть расстояния от столицы региона i до ближайшей из столиц всех других регионов. Для определения x_{ii} мы использовали формулу²:

$$x_{ii} = GVA_i - Exp_i (1 - BP_i),$$

где GVA_i — валовая добавленная стоимость в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, добывающей и обрабатывающей промышленности, производстве электроэнергии, газа и воды страны i ; Exp_i — экспорт страны i ; BP_i — процентная доля «импортного компонента», т. е. доля импортных товаров, используемых в дальнейшем производстве на территории страны i , в ее экспорте. Значения BP_i были взяты из работы (Флегонтова, 2017).

Таким образом, для оценивания гравитационной модели мы использовали выборку, содержащую геометрически усредненные торговые потоки между парами стран ЕАЭС³ (кроме России) и между парами, состоящими из страны ЕАЭС и субъекта России.

¹ Координаты столиц регионов были взяты на Geofabric...

² Эта формула дает приближенное значение x_{ii} , однако все результаты, полученные далее, практически не изменятся, если x_{ii} будут отклоняться от $GVA_i - Exp_i (1 - BP_i)$. Отклонение x_{ii} на 30 % приводит к изменению оценок параметров модели на 2–3 %.

³ Подчеркнем, что здесь речь идет и о парах вида (j, j) , т. е. о внутренних торговых потоках для каждой страны ЕАЭС.

6. Оценка гравитационной модели¹

В этом разделе представлены результаты оценивания гравитационной модели (18)–(19) по НМНК, реализованного как задача условной оптимизации вида (11)–(12). Также были оценены по МНК «классические» варианты модели (18)–(19) (т. е. без показателей многостороннего сопротивления торговле)

$$\ln \frac{x_{ij}}{y_i y_j} = k + a_1 \ln d_{ij} + a_2 v_{ij} + a_3 w_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad (20)$$

и

$$\ln \frac{x_{ij}}{y_i y_j} = k + a_1 \ln d_{ij} + a_3 w_{ij} + \varepsilon_{ij}. \quad (21)$$

Модель (20) оценивалась на той же выборке, что и модель (18)–(19), т. е. на выборке, содержащей торговые потоки между субъектами РФ и странами ЕАЭС, между странами ЕАЭС (кроме России), а также объемы торговли внутри каждой страны ЕАЭС (кроме России). В качестве \hat{y}_i и \hat{y}_j использовались величины, определенные в (14).

Модель (21) оценивалась на выборке, содержащей торговые потоки только между субъектами РФ и странами ЕАЭС², а в качестве y_i и y_j используются ВВП регионов.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Из результатов, представленных в таблице 2, можно сделать следующие выводы:

1) все параметры моделей имеют ожидаемый знак (напоминаем, что $\sigma > 1$);
2) для всех моделей параметры a_1 , a_3 являются значимыми при 1 %-ном уровне значимости (значимость a_3 равносильна тому, что $b_{\text{ЕАЭС}} > 1$), т. е. расстояния и торговые барьеры между странами ЕАЭС оказывают существенное влияние на объемы торговли;

3) параметр a_2 не является значимым в модели (18)–(19) при 5 %-ном уровне значимости (p -значение для a_2 равно 5,8 %), т. е. $b_{\text{Б, РФ}} = 1$, что можно интерпретировать как отсутствие торговых барьеров между Россией и Беларусью. Для модели (20) параметр a_2 является значимым при 2 %-ном уровне значимости.

В таблице 3 представлены некоторые показатели качества оцененных моделей (18)–(19), (20) и (21) а также для сравнения приведены значения аналогичных показателей из других работ. В этих работах оценивались: модель (9)–(10) для торговли между штатами США и провинциями Канады (Anderson, van Wincoop, 2003); модель (9)–(10) в модификации (Baier, Bergstrand, 2009) для внешней торговли России с учетом ее протяженной границы (Каукин, Идрисов, 2013) и классическая гравитационная модель для торговли между регионами России (Могилат, Сальников, 2015). Как видно из таблицы 3, полученная в настоящей работе оценка модели (18)–(19) имеет показатели качества, близкие к результатам других работ. В то же время, не учитывающие многостороннее сопротивление модели (20) и (21) демонстрируют достаточно низкое качество подгонки.

¹ Все расчеты были выполнены автором в среде Wolfram Mathematica. В частности, для условной оптимизации использовались встроенные функции оптимизации и численного решения нелинейных систем алгебраических уравнений.

² В (21) используется та же дамми переменная w_{ij} , что и в моделях (18)–(19) и (20). Отличие заключается только в выборке, на которой производится оценивание.

Таблица 2

Оценки параметров

Параметр	Модель (18)–(19)	Модель (20)	Модель (21)
k	-11,10 (0,37)	-2,53 (1,11)	-6,42 (1,13)
$a_1 = (1 - \sigma)\rho$	-1,13 (0,12)	-0,77 (0,11)	-1,48 (0,15)
$a_2 = (1 - \sigma)\ln b_{Б, РФ}$	-0,11 (0,08)	-1,91 (0,80)	—
$a_3 = (1 - \sigma)\ln b_{ЕАЭС}$	-1,51 (0,09)	-3,12 (0,81)	-0,83 (0,22)

В скобках указана стандартная робастная ошибка

Таблица 3

Показатели качества, %

Модели	Скорректированный коэффициент детерминации R^2	Коэффициент корреляции между наблюдаемым и модельным объемами торговли на уровне регионов
Модель (18)–(19)	68	87
Модель (20)	27	49
Модель (21)	28	51
Модель (Anderson, van Wincoop, 2003)	45	—
Модель (Каукин, Идрисов, 2013)	89	----
Модель (Могилат, Сальников, 2015)	----	91

7. Эффект сравнительной статики от увеличения $b_{Б, РФ}$ до уровня $b_{ЕАЭС}$

Из полученных выше оценок для параметров a_2 и a_3 следует, что $b_{Б, РФ}$ «меньше» $b_{ЕАЭС}$. Естественно возникает вопрос: какое влияние этот факт оказывает на объем торговли между Беларусью и Россией?

Сложность заключается в том, что нельзя получить какие-либо заключения о силе влияния торговых барьеров на объемы торговли, просто сравнивая коэффициенты $b_{Б, РФ}$ и $b_{ЕАЭС}$. Это нельзя сделать по двум причинам. Во-первых, модель (18)–(19) не позволяет непосредственно оценить коэффициенты $b_{Б, РФ}$ и $b_{ЕАЭС}$, а только лишь параметры a_2 и a_3 , которые также зависят и от неизвестной эластичности σ . Причем $b_{Б, РФ}$, $b_{ЕАЭС}$, а также их отношение будут существенно меняться при изменении σ . Во-вторых, на величину торгового потока влияют не только a_2 и a_3 , но и показатели многостороннего сопротивления P_i .

Чтобы преодолеть эти сложности, в работе (Anderson, van Wincoop, 2003) была предложена оригинальная методика расчета эффекта сравнительной статики для международной торговли от изменения торговых барьеров. Авторы вычислили и сравнили объемы торговли в равновесиях с торговыми барьерами и без них. Для этого они оценили величину торговых барьеров между странами (точнее сказать, они оценили параметры модели (9)–(10), зависящие от торговых барьеров) по наблюдаемым данным и рассчитали для них показатели многостороннего распределения P_i , а затем рассчитали аналогичные показатели \bar{P}_i для случая, когда некоторые из торговых барьеров были удалены. В результате они получили, что отношение объемов торговли между странами i и j в равновесиях без торгового барьера и с ним составляет

$$b_{i,j}^{1-\sigma} \left(\frac{P_i P_j}{\bar{P}_i \bar{P}_j} \right)^{\sigma-1}.$$

Существенным моментом в предложенной методике является предположение о том, что физические объемы производства товара в каждой стране одинаковы для различных равновесных состояний (меняются только отпускные цены и пространственное распределение торговых потоков). Для замкнутой торговой системы это означает, что

$$\frac{y_j}{p_j} = \sum_i \bar{t}_{ji} C_{ji} = \sum_i \bar{t}_{ji} \bar{C}_{ji} = \frac{\bar{y}_j}{\bar{p}_j}, \forall j, \quad (22)$$

где \bar{t}_{ij} , \bar{y}_j , \bar{C}_{ij} и \bar{p}_j — значения соответствующих величин в равновесии без торговых барьеров.

Далее мы модифицируем указанную методику для применения к модели (13)–(15). Будем рассматривать новое равновесие¹, в котором торговые барьеры между Россией и Беларусью такие же, как между Россией и остальными странами ЕАЭС, т. е. $b_{Б,РФ} = b_{ЕАЭС}$.² Тогда коэффициент торговых издержек (17) будет иметь вид

$$\bar{t}_{ij} = b_{ЕАЭС}^{v_{ij}} b_{ЕАЭС}^{w_{ij}} d_{ij}^p.$$

Изменение коэффициентов \bar{t}_{ij} приведет к изменению всех величин, входящих в (6)–(8). Их значения в новом равновесии обозначим через \bar{x}_{ij} , \bar{y}_i , \bar{y}^W , \bar{P}_i и \bar{p}_j . Подчеркнем, что внутренние цены p_j и \bar{p}_j будут разными для разных равновесий, а следовательно, и номинальные доходы y_i и \bar{y}_i (см. детали в (Anderson, van Wincoop, 2003)).

В новом равновесии (13)–(16) будет иметь вид:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\hat{y}_i \hat{y}_j}{\hat{y}^W} \left(\frac{\bar{t}_{ij}}{\hat{P}_i \hat{P}_j} \right)^{1-\sigma}, \forall i, j \in All, \quad (23)$$

$$\hat{P}^{-\sigma} = \sum_{i \in EA} \hat{P}_i^{-\sigma} \bar{t}_{ij}^{-\sigma} \hat{y}_i^{-\sigma}, \forall j \in All, \quad (24)$$

$$\frac{\hat{y}_i}{\hat{y}^W} = \left(\frac{\bar{y}^W}{\hat{y}} \right)^{\frac{1}{2}} (\beta_i \bar{p}_i)^{1-\sigma} \hat{P}_i^{1-\sigma}, \forall i \in All, \quad (25)$$

где

$$\hat{y}_i = \sum_{j \in EA} \bar{x}_{ij}, \hat{y}^W = \sum_{j \in EA} \hat{y}_j \text{ и } \hat{P}_i = \left(\frac{\bar{y}^W}{\hat{y}} \right)^{\frac{1}{2(1-\sigma)}} \left(\frac{\hat{y}_i}{\hat{y}} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \bar{P}_i.$$

Естественно, здесь мы не можем предположить (22), поскольку это означало бы, что увеличение торговых барьеров между Беларусью и Россией и, со-

¹ Далее для краткости будем использовать слова «старое равновесие» и «новое равновесие».

² Сразу отметим, что в новом равновесии торговый барьер между Россией и Беларусью увеличивается и, следовательно, объем торговли между ними должен снижаться.

ответственно, снижение физических объемов торговли между ними не привели бы к увеличению поставок «высвободившихся» товаров из Беларуси и субъектов РФ как на внутренний рынок, так и другим странам ЕАЭС. Кроме того, предположение (22) даже для замкнутой системы не всегда является реалистичным, поскольку увеличение торговых барьеров может приводить к снижению производства.

Поэтому здесь мы будем исходить из того, что

$$\frac{\hat{y}_j}{\hat{p}_j} = \lambda_j \frac{\hat{y}_j}{p_j}, \forall j \in EA \quad (26)$$

и влияние значений γ_j обсудим ниже.

Также примем во внимание то, что t_{ij} отличается от \bar{t}_{ij} только лишь для Беларуси и субъектов России, следовательно, это не может существенно повлиять на мировую экономику в целом. Поэтому можно считать, что $\bar{y}^W = y^W$. Тогда из (16), (25) и (26) получим

$$\left(\frac{\hat{y}_j}{\hat{y}_j} \right)^\sigma = \lambda_j^{\sigma-1} \left(\frac{\hat{y}^W}{\hat{y}^W} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\hat{P}_j^{1-\sigma}}{\hat{P}_j^{1-\sigma}}, \forall j \in EA. \quad (27)$$

В соотношении (27) величины \hat{y}_j (соответственно \hat{y}^W) доступны из наблюдений, а $\hat{P}_j^{1-\sigma}$ однозначно определяется из (15). Таким образом, (27) вместе с (24) при заданных λ_j и σ позволяют найти \hat{y}_j для всех $j \in EA$ и $\hat{P}_j^{1-\sigma}$ для всех $j \in All$.

Далее будем использовать обозначения $i = A, B, KA, KY$ для Армении, Беларуси, Казахстана и Кыргызстана. Найдем отношения между торговыми потоками для разных равновесий, предварительно поделив их на $u_i \hat{y}_j / \hat{y}^W$ и $\hat{y}_i \hat{y}_j / \hat{y}^W$, соответственно (для устранения влияния изменения размеров всей внешней торговли). Для Беларуси и субъектов РФ отношения будут иметь вид

$$r_{B,j} = r_{B,j}(\sigma, \lambda_A, \lambda_B, \lambda_{KA}, \lambda_{KY}) = \left(\frac{b_{B,RF} \hat{P}_B \hat{P}_j}{b_{EAЭС} \hat{P}_B \hat{P}_j} \right)^{1-\sigma}, \forall j \in RF.$$

Вслед за (Anderson, van Wincoop, 2003) в качестве характеристики изменения потоков между Беларусью и всеми субъектами РФ будем использовать среднее геометрическое

$$r_{B,j} = r_{B,j}(\sigma, \lambda_A, \lambda_B, \lambda_{KA}, \lambda_{KY}) = \prod_{j \in RF} \left(\frac{b_{B,RF} \hat{P}_B \hat{P}_j}{b_{EAЭС} \hat{P}_B \hat{P}_j} \right)^{\frac{1-\sigma}{|RF|}}.$$

При $\sigma = 5$ и $\lambda_A = \lambda_B = \lambda_{KA} = \lambda_{KY} = 1$ получаем $r_{B,j} = 2,40$, т. е. в новом равновесии объем торговли между Беларусью и субъектами РФ составляет в среднем только 42 % от объема торговли между ними в старом равновесии.

Такой результат получается при выбранных значениях σ и λ_j . Что произойдет с $r_{B,j}$ при других значениях этих параметров? Несложно видеть, что $r_{B,j}$ возрастает по λ_B и убывает по каждому из аргументов $\lambda_A, \lambda_{KA}, \lambda_{KY}$. При этом очевидно, что $\lambda_B \geq 1^1$. Все

¹ Если торговый барьер между Беларусью и субъектами РФ увеличится, то это приведет к уменьшению физических объемов торговли между ними. Товары, которые в результате этого не будут отправлены из Беларуси в Россию, будут реализованы внутри Беларуси, в других странах ЕАЭС или на внешнем (по отношению к ЕАЭС) рынке. В любом случае, в новом равновесии физический объем торговли

Таблица 4

Значения $r_{Б,j}$ при различных σ и k

σ	k									
	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
1,01	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
2	2,39	2,38	2,38	2,37	2,37	2,34	2,29	2,25	2,21	2,17
3	2,4	2,39	2,38	2,38	2,37	2,34	2,28	2,23	2,18	2,13
4	2,4	2,39	2,38	2,38	2,37	2,34	2,27	2,22	2,16	2,11
5	2,4	2,39	2,38	2,38	2,37	2,34	2,27	2,21	2,15	2,1
10	2,4	2,39	2,39	2,38	2,37	2,33	2,26	2,2	2,14	2,09
20	2,4	2,4	2,39	2,38	2,37	2,33	2,26	2,2	2,13	2,08
30	2,4	2,4	2,39	2,38	2,37	2,33	2,26	2,19	2,13	2,08
40	2,4	2,4	2,39	2,38	2,37	2,33	2,26	2,19	2,13	2,07
100	2,4	2,4	2,39	2,38	2,37	2,33	2,26	2,19	2,13	2,07

это означает, что для оценки величины $r_{Б,j}$ снизу достаточно рассмотреть ее значения при $\lambda_{Б} = 1, \lambda_{А}, \lambda_{КА}, \lambda_{КБ} > 1$ и $\sigma > 1$.

Коэффициенты $\lambda_{А}, \lambda_{КА}$, и $\lambda_{КБ}$ будут равны единице, если рост торговли соответствующих стран с Беларусью полностью компенсируется переключением части их взаимных торговых потоков на субъекты России (такое переключение тоже будет следствием увеличения торгового барьера между Россией и Беларусью). Принять значение больше единицы они могут только если рост торговли с Беларусью превысит рост торговли с субъектами России¹. Предположим, что в новом равновесии торговля с субъектами России вовсе не увеличивается, а торговля с Беларусью для каждой страны ЕАЭС (кроме России) увеличивается в k раз. Значения $r_{Б,j}$ для различных σ и k представлены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, усредненное отношение $r_{Б,j}$ устойчиво к изменению k при любых значениях эластичности σ . Даже при $k = 50$ (т. е. при увеличении, которое значительно превышает реально возможное), значение $r_{Б,j}$ больше, чем 2. Тем самым мы получили, что для достаточно широкого диапазона значений σ и k (покрывающего реально возможные значения этих величин) отношение объемов торговли между Беларусью и субъектами РФ в новом и старом равновесиях не превышает (в среднем) 50 %.

Отметим, что для моделей (20) и (21) усредненные отношения $r_{Б,j}$ равны

$$r_{Б,j} = r_{Б,j} = \left(\frac{b_{Б,РФ}}{b_{ЕАЭС}} \right)^{1-\sigma} = e^{a_2 - a_3} = 3,36$$

и

между Беларусью и всеми странами ЕАЭС (кроме России) не уменьшится, т. е. будет справедливо равенство

$$\frac{\hat{y}_{Б}}{\hat{p}_{Б}} \geq \frac{y_{Б}}{p_{Б}},$$

которое вместе с (24) означает, что $\lambda_{Б} = 1$.

¹ Естественно, в силу открытости рассматриваемой системы изменение торгового барьера между Беларусью и субъектами РФ приведет к глобальному изменению ценового равновесия и, следовательно, к изменению объемов торговли стран ЕАЭС со всем остальным миром. Однако эти изменения могут привести лишь к уменьшению $\lambda_{А}, \lambda_{КА}$, и $\lambda_{КБ}$.

$$r_{Б,j} = r_{Б,j} = \left(\frac{1}{b_{ЕАЭС}} \right)^{1-\sigma} = e^{-a_3} = 2,29, \text{ соответственно.}$$

В отличие от модели (18)–(19), модели (20) и (21) не имеют теоретического обоснования, не учитывают многостороннее сопротивление торговле (в результате чего дают смещенные оценки параметров) и поэтому могут быть весьма ограничено использованы для оценки эффектов границы. Тем не менее, в данном случае полученные для них значения $r_{Б,j}$ полностью согласуются с тем, что отношение объемов торговли между Беларусью и субъектами РФ в новом и старом равновесиях не превышает 50 %.

8. Заключение

Гравитационная модель будет обеспечивать несмещенность оценок параметров, если она учитывает многостороннее сопротивление торговле между двумя странами со стороны третьих стран. Таким свойством обладают модель Андерсона и ван Винкоопа и модель с индивидуальными эффектами экспортера (импортера). Вторая из этих моделей используется намного чаще, чем первая, несмотря на то, что она дает менее эффективные оценки. Это обусловлено тем, что она имеет более простую структуру с легко интерпретируемыми коэффициентами индивидуальных эффектов, выполняющими роль показателей многостороннего сопротивления торговле. Фактически модель с индивидуальными эффектами стала «рабочим вариантом» строго обоснованной, но технически более сложной модели Андерсона и ван Винкоопа.

Более простая структура модели с индивидуальными эффектами достигается за счет значительного увеличения количества параметров модели. Поэтому такая модель неприменима в ситуации, когда выборочные данные являются неполными и не могут обеспечить необходимое число степеней свободы. В то же время модель Андерсона и ван Винкоопа после некоторой модификации можно использовать и в случае существенно неполных данных.

На наш взгляд, это дает хорошие возможности для моделирования торговли субъектов России с зарубежными странами, поскольку отсутствие жестких требований к полноте данных в модели Андерсона и ван Винкоопа позволяет обойти трудности, связанные с отсутствием достаточно полной статистической информации по торговле между субъектами России. В частности, полученную модель для ЕАЭС мы хотим в дальнейших исследованиях дополнить моделированием на дезагрегированных данных для различных товарных групп. Также мы планируем использовать разработанные здесь подходы для моделирования торговли субъектов России и стран ЕАЭС с остальными странами мира.

В заключение отметим, что результаты данной работы относительно торговли между Россией и Беларусью однозначно свидетельствуют о том, что торговые барьеры между этими двумя странами гораздо ниже торговых барьеров ЕАЭС (не менее чем в 2 раза, если сравнивать влияние барьеров на объемы торговли). Это можно интерпретировать, в частности, как наличие значительного потенциала роста торговли между всеми странами ЕАЭС за счет снижения влияния нетарифного регулирования и информационных, языковых, культурных и прочих подобных барьеров.

Список источников

- Анисимов А. М., Винокуров Е. Ю., Демиденко М. В.* и др. Оценка экономических эффектов отмены нетарифных барьеров в ЕАЭС. СПб.: ЦИИ ЕАБР, 2015а. 67 с.
- Анисимов А. М., Винокуров Е. Ю., Демиденко М. В.* и др. Оценка влияния нетарифных барьеров в ЕАЭС: результаты опросов предприятий. СПб.: ЦИИ ЕАБР, 2015б. 96 с.
- Винокуров Е. Ю., Коршунов Д. А., Перебоев В. С., Цукарев Т. В.* Евразийский экономический союз. СПб.: ЦИИ ЕАБР, 2017. 296 с.
- Гринберг Р. С., Пылин А. Г.* Евразийский экономический союз: основные тренды развития на фоне глобальной неопределенности // *Экономика региона*. 2020. Т. 16, № 2. С. 340–351. DOI: <http://doi.org/10.17059/2020-2-1>.
- Даметкина Е. Д., Зубов И. А.* Экономическая интеграция Российской Федерации и Республики Беларусь // *Постсоветские исследования*. 2018. Т. 1, № 4. С. 411–418.
- Дюмулен И. И.* Международная торговля, тарифное и нетарифное регулирование. ВАВТ Минэкономразвития России, 2015. 548 с.
- Еликбаев К. Н., Андропова И. В.* Пять лет единому рынку услуг ЕАЭС: некоторые итоги // *Современная Европа*. 2021. № 2. С. 99–110. DOI: <http://dx.doi.org/10.15211/soveurope2202199110>.
- Зуев В. Н., Островская Е. Я., Скрябина В. Ю., Калачигин Г. М.* Особенности стратегии ЕАЭС по формированию сети ЗСТ // *Экономический журнал ВШЭ*. 2021. Т. 25, № 1. С. 42–64.
- Идрисова В. В.* Оценка адвалорных эквивалентов нетарифных мер регулирования внешней торговли для Российской Федерации // *Экономическая политика*. 2011. № 2. С. 108–127.
- Изотов Д. А.* Оценка сравнительного потенциала увеличения торговли регионов Дальнего Востока со странами АТР // *Известия ДВФУ. Экономика и управление*. 2020. № 3(95). С. 5–20. DOI: [10.24866/2311-2271/2020-3/5-20](https://doi.org/10.24866/2311-2271/2020-3/5-20).
- Каукин А. В., Идрисов Г. И.* Гравитационная модель внешней торговли России: случай большой по площади страны с протяженной границей // *Экономическая политика*. 2013. № 4. С. 133–154.
- Мальшиев Д. В.* Союзное Государство Российской Федерации и Республики Беларусь: институционализация и современное состояние // *Постсоветские исследования*. 2019. Т. 2, № 8. С. 1551–1562.
- Могилат А. Н., Сальников В. А.* Оценка потенциала взаимной торговли Единого экономического пространства при помощи гравитационной модели торговли между регионами России // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2015. № 3(27). С. 80–108.
- Овсянников В. А.* Влияние нетарифных мер регулирования на развитие торгово-экономических отношений России со странами ЕАЭС: дис. ... канд. экон. наук. М., 2019. 222 с.
- Томаев А. О., Павлов П. Н., Каукин А. С.* Внутренняя торговля России: применение гравитационной модели // *Экономическая политика*. 2020. Т. 15, № 5. С. 60–89. DOI: <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2020-5-60-89>.
- Флегонтова Т. А.* Участие стран ЕАЭС в глобальных цепочках добавленной стоимости // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2017. № 1. С. 73–84.
- Шамахов В. А., Максимцев И. А., Межевич Н. М.* Внешнеэкономические связи России и Беларуси: объективные возможности и субъективные препятствия развития // *Управленческое консультирование*. 2019. № 10(130). С. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-10-8-16>.
- Шумилов А. В.* Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов // *Экономический журнал ВШЭ*. 2017. Т. 21, № 2. С. 224–250.
- Achour S., Hadji F.* Determinants of trade flows to Agadir Agreement countries: gravity model three-way approach // *Theoretical and Applied Economics*. 2021. № 2. P. 125–134.
- Anderson J. E.* The Gravity Model // *The Annual Review of Economics*. 2011. Vol. 3, No. 1. P. 133–160.
- Anderson J. E., van Wincoop E.* Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // *The American Economic Review*. 2003. Vol. 93, No. 1. P. 170–192.

Anderson J. E., van Wincoop E. Trade Costs // *Journal of Economic Literature*. 2004. Vol. 42(3). P. 691–751. DOI: 10.1257/0022051042177649.

Baier S., Bergstrand J. Bonus vetus OLS: A Simple Method for Approximating International Trade-cost Effects Using the Gravity Equation // *Journal of International Economics*. 2009. Vol. 77, No. 1. P. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.10.004>.

Baldwin R., Taglioni D. Gravity for dummies and dummies for gravity equations. NBER Working Paper. 2006. No. 12516.

Ederington J., Ruta M. Non-tariff measures and the world trading system // Policy Research Working Paper Series 7661. The World Bank, 2016.

Evans A. W. Some properties of trip distribution methods // *Transportation Research*. 1970. Vol. 4, No. 1. P. 19–36. DOI: 10.1016/0041-1647(70)90072-9.

Ferrantino M. Quantifying the Trade and Economic Effects of Non-Tariff Measures // OECD Trade Policy Working Papers. 2006. No. 28. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/837654407568.

Fielding D., Hajzler C., Macgee J. Distance, Language, Religion, and the Law of One Price: Evidence from Canada and Nigeria // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2015. Vol. 47, No. 5. P. 1007–1029. DOI: <https://doi.org/10.1111/jmcb.12233>.

Golovko A., Sahin H. Analysis of International Trade Integration of Eurasian Countries: Gravity Model Approach // *Eurasian Economic Review*. 2021. Vol. 11, No. 3. P. 519–548. DOI: 10.1007/s40822-021-00168-3.

Head K., Mayer T. The United States of Europe: A Gravity Model Evaluation of the Four Freedoms // *Journal of Economic Perspectives*. 2021. Vol. 35, No. 2. P. 23–48. DOI: 10.1257/jep.35.2.23.

Knobel A., Vakulchuk R. Impact of non-tariff barriers on trade within the Eurasian Economic Union // *Post-Communist Economies*. 2018. Vol. 30, No. 4. P. 459–481. DOI: 10.1080/14631377.2018.1442054.

Leyaro V. Trade effects of the East African Customs Union in Tanzania. Application of a structural gravity model // WIDER Working Paper. 2021. No. 55.

Nicita A., Melo J. Non-Tariff Measures: Data and Quantitative Tools of Analysis // FERDI Working paper. 2018. No. 218. P. 12–48.

Tinbergen J. *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund, 1962. 330 p.

UNCTAD. *International Classification of Non-Tariff Measures*. New York and Geneva: United Nations, 2019. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab2019d5_en.pdf (дата обращения: 19.03.2021).

UNCTAD. *Non-Tariff Measures to Trade: Economic and Policy Issues for Developing Countries*. Developing Countries in International Trade Studies. Geneva: UNCTAD Trade Analysis Branch, 2013. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab20121_en.pdf (дата обращения: 19.03.2021).

Wei S. J. Intra-national versus International Trade: How Stubborn Are Nations in Global Integration? // NBER Working Papers. 1996. No. 5531.

WTO. *World Trade Report 2012. Trade and Public Policies: A Closer Look at Non-Tariff Measures in the 21st Century*. Geneva: WTO, 2012. DOI: <https://doi.org/10.30875/ac42f7b8-en>.

Yao X., Zhang Y., Yasmeen R., Cai Z. The impact of Preferential Trade Agreements on Bilateral Trade: A Structural Gravity Model Analysis // *PLoS ONE*. 2021. No. 16(3). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249118>.

References

Achour, S. & Hadji, F. (2021). Determinants of Trade Flows to Agadir Agreement Countries: Gravity Model Three-way Approach. *Theoretical and Applied Economics*, 2, 125–134.

Anderson, J. E. & van Wincoop, E. (2003). Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *The American Economic Review*, 93(1), 170–192.

Anderson, J. E. & van Wincoop, E. (2004). Trade Costs. *Journal of Economic Literature*, 42(3), 691–751. DOI: 10.1257/0022051042177649.

Anderson, J. E. (2011). The Gravity Model. *The Annual Review of Economics*, 3(1), 133–160.

Anisimov, A. M., Vinokurov, E. Yu., Demidenko, M. V. et al. (2015a). *Otsenka ekonomicheskikh effektivov otmeny netarifnykh bar' erov v EAES [Assessment of the Economic Effects of the Abolition of Non-Tariff Barriers in the Eurasian Economic Union]*. St. Petersburg, Russia: Center for Integration Studies, Eurasian Development Bank, 67. (In Russ.)

Anisimov, A. M., Vinokurov, E. Yu., Demidenko, M. V. et al. (2015b). *Otsenka vliyaniya netarifnykh bar' erov v EAES: rezul' taty oprosov predpriyatiy [Assessing the impact of non-tariff barriers in the Eurasian Economic Union: results of business surveys]*. St. Petersburg, Russia: Center for Integration Studies, Eurasian Development Bank, 96. (In Russ.)

Baier, S. & Bergstrand, J. (2009). Bonus vetus OLS: A Simple Method for Approximating International Trade-cost Effects Using the Gravity Equation. *Journal of International Economics*, 77(1), 77–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.10.004>.

Baldwin, R. & Taglioni, D. (2006). Gravity for dummies and dummies for gravity equations. *NBER Working Paper*, 12516.

Damyotkina, E. D. & Zubov, I. A. (2018). Ekonomicheskaya integratsiya Rossiyskoy Federatsii i Respubliki Belarus' [Economic Integration of Russia and the Republic of Belarus]. *Postsovetskie issledovaniya [Post-Soviet Studies]*, 1(4), 411–418. (In Russ.)

Dyumulen, I. I. (2015). *Mezhdunarodnaya trgovlya, tarifnoe i netarifnoe regulirovanie [International trade, tariff and non-tariff regulation]*. Russian Foreign Trade Academy, Ministry of economic development of the Russian Federation, 548. (In Russ.)

Ederington, J. & Ruta, M. (2016). Non-tariff measures and the world trading system. *Policy Research Working Paper Series 7661*. The World Bank.

Evans, A. W. (1970). Some properties of trip distribution methods. *Transportation Research*, 4(1), 19–36. DOI: [10.1016/0041-1647\(70\)90072-9](https://doi.org/10.1016/0041-1647(70)90072-9).

Ferrantino, M. (2006). Quantifying the Trade and Economic Effects of Non-Tariff Measures. *OECD Trade Policy Working Papers*, 28. Paris: OECD Publishing. DOI: [10.1787/837654407568](https://doi.org/10.1787/837654407568).

Fielding, D., Hajzler, C. & Macgee, J. (2015). Distance, Language, Religion, and the Law of One Price: Evidence from Canada and Nigeria. *Journal of Money, Credit and Banking*, 47(5), 1007–1029. DOI: <https://doi.org/10.1111/jmcb.12233>.

Flegontova, T. A. (2017). Uchastie stran EAES v global' nykh tsepochkakh dobavlennoy stoimosti [GVCS: Participation of EAEU Countries]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskii vestnik [Russian Foreign Economic Journal]*, 1, 73–84. (In Russ.)

Golovko, A. & Sahin, H. (2021). Analysis of International Trade Integration of Eurasian Countries: Gravity Model Approach. *Eurasian Economic Review*, 11(3), 519–548. DOI: [10.1007/s40822-021-00168-3](https://doi.org/10.1007/s40822-021-00168-3).

Grinberg, R. S. & Pylin, A. G. (2020). Evraziyskiy ekonomicheskii soyuz: osnovnye trendy razvitiya na fone global' noy neopredelennosti [Eurasian Economic Union: Main Development Trends amid Global Uncertainty]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(2), 340–351. DOI: <http://doi.org/10.17059/2020-2-1>. (In Russ.)

Head, K. & Mayer, T. (2021). The United States of Europe: A Gravity Model Evaluation of the Four Freedoms. *Journal of Economic Perspectives*, 35(2), 23–48. DOI: [10.1257/jep.35.2.23](https://doi.org/10.1257/jep.35.2.23).

Idrisova, V. V. (2011). Otsenka advalornykh ekvivalentov netarifnykh mer regulirovaniya vneshney trgovli dlya Rossiyskoy Federatsii [Evaluation of Ad Valorem Equivalents of Non-tariff Measures to Regulate Foreign Trade of the Russian Federation]. *Ekonomicheskaya politika [Economy Policy]*, 2, 108–127. (In Russ.)

Izotov, D. A. (2020). Otsenka sravnitel' nogo potentsiala uvelicheniya trgovli regionov Dal' nego Vostoka so stranami ATR [Assessing the Comparative Potential for Increasing Trade of the Far East Regions with the Apr Countries]. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravlenie [The Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management]*, 3(95), 5–20. DOI: [10.24866/2311-2271/2020-3/5-20](https://doi.org/10.24866/2311-2271/2020-3/5-20). (In Russ.)

Kaukin, A. V. & Idrisov, G. I. (2013). Gravitatsionnaya model' vneshney torgovli Rossii: sluchay bol' shoy po ploshchadi strany s protyazhennoy granitsej [The Gravity Model of Russian Foreign Trade: Case of a Country with Large Area and Long Border]. *Ekonomicheskaya politika [Economic Policy]*, 4, 133–154. (In Russ.)

Knobel, A. & Vakulchuk, R. (2018). Impact of non-tariff barriers on trade within the Eurasian Economic Union. *Post-Communist Economies*, 30(4), 459–481. DOI: 10.1080/14631377.2018.1442054.

Leyaro, V. (2021). Trade effects of the East African Customs Union in Tanzania. Application of a structural gravity model. *WIDER Working Paper*, 55.

Malyshev, D. V. (2019). Soyuznoe Gosudarstvo Rossiyskoy Federatsii i Respubliki Belarus': institutsionalizatsiya i sovremennoe sostoyanie [The Union State of the Russian Federation and the Republic of Belarus: Institutionalization and the Current Condition]. *Postsovetskie issledovaniya [Journal of Post-Soviet Studies]*, 2(8), 1551–1562. (In Russ.)

Mogilat, A. N. & Salnikov, V. A. (2015). Otsenka potentsiala vzaimnoy torgovli Edinogo ekonomicheskogo prostranstva pri pomoshchi gravitatsionnoy modeli torgovli mezhdunarodnykh regionami Rossii [Trade Effects Estimation for the Case of Eurasian Economic Space Countries: Application of Regional Gravity Model]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 3(27), 80–108. (In Russ.)

Nicita, A. & Melo, J. (2018). Non-Tariff Measures: Data and Quantitative Tools of Analysis. *FERDI Working paper*, 218, 12–48.

Ovsyannikov, V. A. (2019). Vliyaniye netarifnykh mer regulirovaniya na razvitiye torgovo-ekonomicheskikh otnosheniy Rossii so stranami EAES [Influence of non-tariff regulatory measures on the development of trade and economic relations between Russia and the EAEU countries]. Candidate's Thesis. Moscow, Russia, 222. (In Russ.)

Shamakhov, V. A., Maksimtsev, I. A. & Mezhevich, N. M. (2019). Vneshneekonomicheskie svyazi Rossii i Belarusi: ob'ektivnye vozmozhnosti i sub'ektivnye prepyatstviya razvitiya [Foreign Economic Relations of Russia and Belarus: Objective Possibilities and Subjective Obstacles of Development]. *Upravlencheskoe konsul' tirovanie [Administrative Consulting]*, 10(130), 8–16. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-10-8-16>. (In Russ.)

Shumilov, A. V. (2017). Otsenivaniye gravitatsionnykh modeley mezhdunarodnoy torgovli: obzor osnovnykh podkhodov [Estimating Gravity Models of International Trade: a Survey of Methods]. *Ekonomicheskii zhurnal VShE [The HSE Economic Journal]*, 21(2), 224–250. (In Russ.)

Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund, 330.

Tomaev, A. O., Pavlov, P. N. & Kaukin, A. S. (2020). Vnutrennyaya torgovlya Rossii: prime-neniye gravitatsionnoy modeli [Russian Domestic Trade: Applying the Gravity Model for Rail Cargo Flows]. *Ekonomicheskaya politika [Economic Policy]*, 15(5), 60–89. DOI: <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2020-5-60-89>. (In Russ.)

UNCTAD (2013). *Non-Tariff Measures to Trade: Economic and Policy Issues for Developing Countries. Developing Countries in International Trade Studies*. Geneva: UNCTAD Trade Analysis Branch. Retrieved from: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab20121_en.pdf (Date of access: 19.03.2021).

UNCTAD (2019). *International Classification of Non-Tariff Measures. New York and Geneva: United Nations*. Retrieved from: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab2019d5_en.pdf (Date of access: 19.03.2021).

Vinokurov, E. Yu., Korshunov, D. A., Pereboev, V. S. & Tsukarev, T. V. (2017). *Evraziyskiy ekonomicheskii soyuz [Eurasian Economic Union]*. St. Petersburg, Russia: Center for Integration Studies, Eurasian Development Bank, 296. (In Russ.)

Wei, S. J. (1996). Intra-national versus International Trade: How Stubborn Are Nations in Global Integration? *NBER Working Papers*, 5531.

WTO (2012). *World Trade Report 2012. Trade and Public Policies: A Closer Look at Non-Tariff Measures in the 21st Century*. Geneva: WTO. DOI: <https://doi.org/10.30875/ac42f7b8-en>.

Yao, X., Zhang, Y., Yasmeen, R. & Cai, Z. (2021). The impact of Preferential Trade Agreements on Bilateral Trade: A Structural Gravity Model Analysis. *PLoS ONE*, 16(3). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249118>.

Yelikbayev, K. N. & Andronova, I. V. (2021). Pyat' let edinomu rynku uslug EAES: nekotorye itogi [Five Years of the EAEU Services Common Market]. *Sovremennaya Evropa [Contemporary Europe]*, 2, 99–110. DOI: <http://dx.doi.org/10.15211/soveurope2202199110>. (In Russ.)

Zuev, V. N., Ostrovskaya, E. Ya., Skryabina, V. Yu. & Kalachyhin, H. M. (2021). Osobennosti strategii EAES po formirovaniyu seti ZST [Features of the EAEU Strategy for the Formation of an FTA Network]. *Ekonomicheskii zhurnal VShE [HSE Economic Journal]*, 25(1), 42–64. (In Russ.)

Дата поступления рукописи: 30.11.2021.

Прошла рецензирование: 17.01.2022.

Принято решение о публикации: 25.03.2022.

Received: 30 Nov 2021.

Reviewed: 17 Jan 2022.

Accepted: 25 March 2022.