

**ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

УДК 339.5

DOI: 10.26456/2219-1453/2024.4.190–198

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ЦИФРОВИЗАЦИИ  
НА ГРАВИТАЦИОННУЮ МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ**

**Т.Э. Сальникова**

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва

В статье рассматривается внедрение дополнительного фактора в гравитационную модель внешней торговли – места в рейтинге по глобальному инновационному индексу. Гравитационное моделирование торговых потоков между странами является действенным и разработанным инструментом эмпирического анализа международной торговли. Традиционная гравитационная модель использует только 3 параметра: ВВП, расстояние и результирующий показатель – товарооборот. Однако классическую гравитационную модель внешней торговли необходимо пересматривать (изменять формулу, добавлять параметры) в связи с быстрым ростом цифровизации во всём мире и сокращением расстояний между городами в связи с ростом электронной коммерции. Целью исследования является анализ гравитационной модели внешней торговли при корректировке исходных параметров. Также проведена оценка влияния цифровизации на внешнюю торговлю и рассмотрены способы измерения развития цифровизации в разных странах. Исследования уровня цифровизации на международном уровне проводят ОЭСР, Всемирный банк и Европейская «Цифровая Россия». На примере глобального инновационного индекса проанализированы сильные и слабые стороны инновационного развития стран. Глобальный инновационный индекс наиболее точно подходит для включения в гравитационную модель внешней торговли, так как он интегрирует все показатели цифровизации страны. Методология остальных индексов цифровизации разработана не для всех стран. Гравитационная модель внешней торговли рассмотрена на примере пары Россия – Белоруссия, так как эти страны являются активными торговыми партнёрами, и цифровизация затрагивает взаимную торговлю данных стран. Пересмотр гравитационной модели внешней торговли возможен, если предложенная гипотеза подтвердится не только в парах стран в рамках ЕАЭС, но и в любых других парах стран, ведущих взаимную торговлю. Научная новизна полученных результатов заключается в разработке новой гравитационной модели внешней торговли, в исследовании возможности применения способов измерения цифровизации в разных странах.

**Ключевые слова:** гравитационная модель, внешняя торговля, цифровизация, глобальный инновационный индекс, ЕАЭС, цифровые платформы, уровень цифровизации, моделирование, инновации.

## **Введение**

Основой интеграции государств – членов ЕАЭС является формирование общих рынков товаров и услуг, от степени развития которых во многом зависит стратегическая направленность дальнейшего углубления и расширения их взаимного сотрудничества, повышение национальной конкурентоспособности, а также успешность встраивания в глобальную торгово-экономическую архитектуру.

Как известно, рост взаимной торговли товарами на начальных этапах интеграции является для стран-участниц процесса драйвером для будущей модернизации и развития их экономики. Расширение торговых возможностей способствует росту производительности труда и дальнейшему развитию специализации и диверсификации производства [13, с. 29]. Взаимная торговля изучалась как между странами, входящими в интеграционные объединения, так и между странами, которые не входили в одно интеграционное объединение.

## **Теория**

Одним из наиболее показательных параметров оценки интенсивности региональной экономической интеграции является процентная доля внутрирегиональной торговли в общем объеме торговли интеграционного объединения. В исследовании Ю. Кофнера представлено сравнение этого показателя в различных региональных объединениях [8]. Однако цифровизация усиливает разницу между странами по степени вовлеченности в международную цифровую торговлю. На внутрифирменном уровне инвестиции в новые информационно-коммуникационные технологии (подобные Big Data) обусловили повышение производительности бизнеса.

Гравитационное моделирование торговых потоков между странами является действенным и разработанным инструментом эмпирического анализа международной торговли. Концепция гравитационного моделирования происходит из закона всемирного тяготения. По аналогии с упомянутым законом, гравитационная модель торговли показывает, насколько на торговую «притягательность» стран, выраженную, как правило, в величине внешнеторгового оборота, влияют факторы масштаба экономик (обычно ВВП страны) и расстояние между торговыми партнерами.

Применение методики гравитационного моделирования ранее находило отражение в анализе торговли в рамках ЕАЭС. Так, анализировалось состояние рынка сыра в ЕАЭС, где в качестве дополнительного фактора в модель были введены «санкции». Отмечается, что последние стали стимулом развития взаимной торговли внутри ЕАЭС [1]. Помимо рынка сыра, проводились также исследования товарных потоков Республики Беларусь в страны-участницы ЕАЭС в период 2009–2018 гг. Было установлено влияние конкретных факторов на экспорт Республики Беларусь в отдельные страны интеграционного объединения (например, установлено, что на экспорт РФ оказывают влияние номинальный ВВП, численность населения двух стран) [4].

Глобальный инновационный индекс для применения к гравитационной модели ранее не изучался.

#### **Данные и методы**

Информационную базу исследования составили статистические показатели, приведенные в базе данных информационного портала ЕАЭС [9], материалы сервиса [7] расчета *расстояний* и определения самого короткого маршрута между городами, а также данные Глобального инновационного индекса [5].

Основным методологическим инструментом было выбрано гравитационное моделирование с добавлением дополнительного фактора – место в рейтинге глобального инновационного индекса:

$$\begin{aligned} LnTO_{ij} = & Ln(GDP_i/LG_{ij}) + Ln(GDP_j/LG_{ij}) \\ & + Rank(Innovation1) + Rank(Innovation2) \end{aligned}$$

где  $LnTO_{ij}$  – натуральный логарифм объема взаимного товарооборота между странами  $i$  и  $j$ ;

$Ln(GDP_i/LG_{ij})$  – натуральный логарифм (ВВП страны  $i$ /расстояние между столицами стран  $i$  и  $j$ ;

$Ln(GDP_j/LG_{ij})$  – натуральный ВВП страны  $j$ / расстояние между столицами стран  $i$  и  $j$ );

$Innovation1$  и  $Innovation2$  – переменные, ранжированные по месту страны  $i$  и страны  $j$  в рейтинге глобального инновационного индекса.

Статистические расчеты производились на языке программирования *Python*. Целью построения гравитационной модели торговли является оценка влияния фактора цифровизации на внешнеторговый оборот стран-участниц ЕАЭС, чтобы отразить характер и степень интеграции за 7 лет существования блока и проверить влияние фактора цифрового неравенства стран.

#### **Модель**

Данные были взяты за период с 2017 по 2022 год. Была рассмотрена только пара Россия - Беларусь, так как цифровизация наиболее активно развивается в данных странах, а также за 2022 год товарооборот между данными странами вырос на 12 % [9]. В 2023 г. рост взаимной торговли продолжился – за 9 месяцев увеличился ещё на 11 % [3]. Проверим влияние фактора цифровизации на взаимную торговлю данных стран.

При построении гравитационной модели были выдвинуты следующие гипотезы:

**$H_0$ :** *Расстояние между 2 странами, их экономический масштаб и глобальный индекс инноваций не влияют на величину товарооборота между 2 странами.*

**$H_1$ :** *Расстояние между 2 странами, их экономический масштаб и глобальный индекс влияют на величину товарооборота между 2 странами.*

В результате построения модели множественной регрессии было получено следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \ln TO_{ij} = & 7,71 + 1,45 \ln(GDP_i/LG_{ij}) - 0,62 \ln(GDP_j/LG_{ij}) \\ & + 0,02 \text{Rank}(\text{Innovation1}) \\ & - 0,04 \text{Rank}(\text{Innovation2}) \end{aligned}$$

Коэффициент детерминации равен 0,989, что говорит о высоком качестве модели, F-статистика = 22,64, что также подтверждает значимость модели в целом.

По t-критерию Стьюдента все параметры модели (ВВП<sub>1</sub>/расстояние, ВВП<sub>2</sub>/расстояние, ранг) являются статистически незначимыми при уровне значимости 5 %, это объясняется малым количеством наблюдений. Таким образом, подтверждаем гипотезу *H<sub>1</sub>*.

### **Полученные результаты**

Факторы цифровизации (в данном случае место в глобальном инновационном индексе) всё больше влияют на взаимную торговлю. Торговые издержки снижаются за счет использования технологических инноваций. Технологии уменьшают стоимость международных коммуникаций, общение возможно с помощью цифровых платформ. Под влиянием цифровизации стирается грань между товаром и услугой. Масштабно развивается электронная коммерция, наращиваются обороты торговли в области ИКТ. Платформы могут сами генерировать компании, поставщиков, производителей и потребителей товаров и услуг.

Поставка услуг на большие расстояния становится дешевле. Эксперты ЮНКТАД со своей стороны определили круг услуг, которые могут быть поставлены дистанционно с помощью ИКТ. Кроме услуг, цифровизация влияет и на способы ведения бизнеса. Всё больше компаний предлагают сотрудникам удаленный режим работы, а некоторые крупные компании даже не имеют офиса в некоторых странах, например, Zoom в России.

В цифровизации своих процессов банки являются наиболее продвинутыми, однако в межбанковских отношениях ещё предстоит корректировать бизнес-процессы и оцифровать их, сейчас чаще используются сторонние платформы для взаимодействия участников цепочки поставок и банками.

Рассмотрим основные подходы к измерению влияния цифровизации на внешнюю торговлю. Исследования уровня цифровизации на международном уровне проводят ОЭСР, Всемирный банк и Европейская комиссия. Уровень цифровизации измеряют различными индексами, например, I-DESI (степень развития сетей, человеческий капитал, использование интернет-услуг гражданами, интеграция цифровых технологий в бизнес, развитие цифровых государственных услуг), индекс ОЭСР (доступ к информационной инфраструктуре, эффективное использование цифровых технологий и данных, цифровые инновации, достойная работа, социальное процветание и инклюзивность, безопасность),

По оценкам аналитиков ОЭСР, 32 % рабочих мест могут столкнуться со значительными изменениями в течение следующих 10-20 лет, что может привести к росту безработицы. Политика должна способствовать подготовке персонала к переходу на новые рабочие места и сохранению баланса между гибкостью и стабильностью бизнеса при цифровой трансформации [11].

Развитие информационных технологий оказывает прямое влияние на изменение моделей международной торговли. По данным исследования PWC CEE Transport & Logistics, в ближайшие 3 года организации во всем мире прогнозируют значительное увеличение объемов цифровизации в бизнес-процессах [14]. Возникают организационные проблемы технического характера, основные из них – ограниченное количество и недостаточные технические возможности каналов Интернет-соединения для проведения торговых транзакций и низкая скорость Интернет-соединений, не всегда позволяющая оперативно передавать информацию о внешнеторговых сделках.

Различные индексы, измеряющие уровень цифровизации, отражают уровень использования цифровых технологий, цифровизации бизнес-процессов, цифровых навыков персонала, затрат на внедрение и использование цифровых технологий и кибербезопасности. Цифровое развитие отраслей напрямую зависит от уровня затрат организации на внедрение и использование цифровых технологий.

Для измерения уровня цифровизации существует также индекс готовности к сетевому сообществу, индекс всемирного рейтинга цифровой конкурентоспособности, глобальный индекс сетевого взаимодействия, индекс инклюзивного интернета, индекс развития электронного правительства, индекс электронной торговли В2С. Для оценки цифровизации используются и косвенные индексы: индекс процветания, индекс экономической свободы. Также в Сколково был разработан индекс «Цифровая Россия», который состоит из 7 субиндексов: нормативное регулирование и административные показатели, кадры и учебные программы, исследовательские компетенции, информационная инфраструктура, информационная безопасность, экономические показатели, социальные эффекты.

В качестве фактора для данной гравитационной модели был выбран именно глобальный инновационный индекс, так как он интегрирует все показатели цифровизации страны. В настоящее время задача мирового сообщества заключается не в создании набора показателей для оценки цифровой трансформации, а в разработке единого методического подхода, который способен динамично изменяться на макро- и микроуровне.

Так как в модель был включен и фактор цифровизации – глобальный инновационный индекс, рассмотрим его основные

особенности. На рис. 1 представлена корреляция между ВВП на душу населения и оценкой по глобальному инновационному индексу.

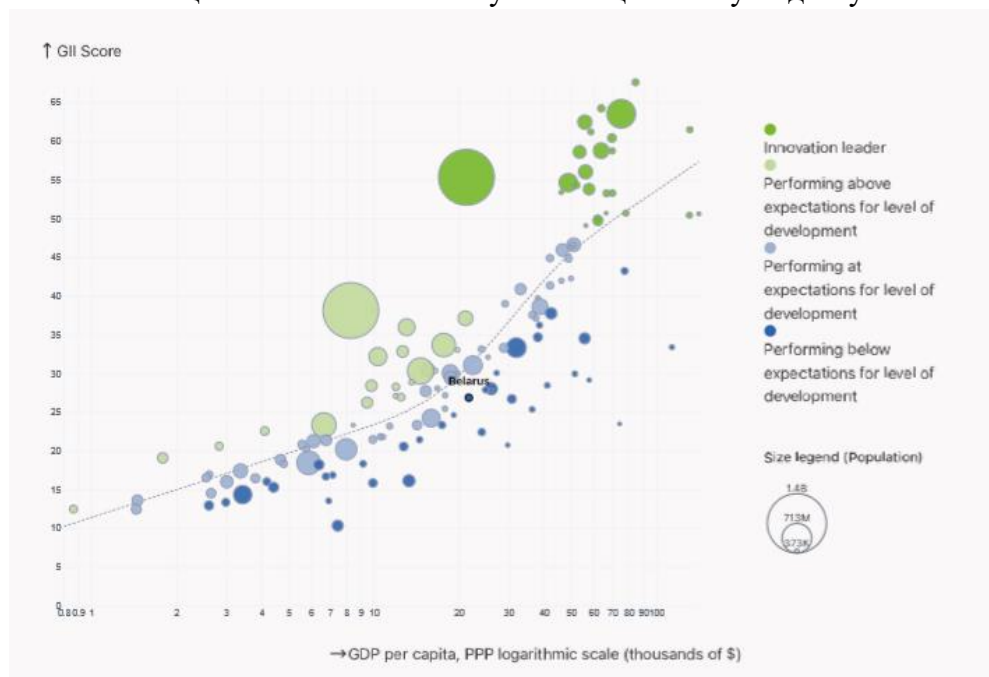


Рис. 1. Лидеры инноваций по уровню развития экономики [5]

На рис. 1 отмечена также зависимость от размера населения в данной стране. Точка Беларуси находится ниже линии тренда, но при этом имеет высокий рейтинг.

Глобальный инновационный индекс обобщает тенденции в области инноваций, в рейтинге представлены 132 экономики мира. Этот индекс публикуется Всемирной организацией интеллектуальной собственности. 13-ый раз подряд самой инновационной экономикой мира является Швейцария, на втором месте – Швеция, на третьем – США. Также индекс определяет 100 научно-технологических кластеров, в этом году рейтинг возглавляет Токио – Йокогама. В настоящее время Китай обладает наибольшим числом кластеров. Также была создана система отслеживания инноваций на глобальном уровне.

Показатели, которые характеризуют деятельность страны в целом, отражают не только текущее состояние и тенденции развития, но и определяют возможности в долгосрочной перспективе. Сейчас наиболее популярны агрегированные индексы, которые объединяют множество частных показателей [2]. Таким агрегатором является и глобальный инновационный индекс.

Проанализировав структуру глобального инновационного индекса Белоруссии и России, выделены отличия в структуре высоко- и низкорейтинговых позиций. Сильными сторонами в рейтинге Белоруссии являются: разработка мобильных приложений, качество по стандарту ISO 9001, процент выпускников, занимающихся наукой и техническим

направлением. Слабыми сторонами в рейтинге Белоруссии являются законодательство и качество регулирования.

Россия же лидирует по масштабам внутреннего рынка и проценту выпускников, занимающихся наукой и техническим направлением. Слабые стороны по данному рейтингу – операционная стабильность для бизнеса, ВВП на единицу потребления электроэнергии, правовое регулирование. Топ-3 университета, обеспечивающих высокое место в рейтинге по выпускникам, – МГУ им. Ломоносова, МГТУ им. Баумана, Новосибирский Государственный университет. В Белоруссии это – БГУ, БНТУ и БГУ информатики и электроники [5].

Глобальный инновационный индекс позволяет не только оценить уровень технологической оснащенности и уровень инновационного развития страны, но и оценить будущее развитие (на примере рейтинга университетов), показать влияние инноваций на экономику: в одном из разделов индекса используются показатели внешней торговли, объёмы внутреннего рынка, объёмы инвестиций.

В.В. Захарова отмечает перспективные направления инновационного развития стран ЕЭАС. В России это расходы на исследования и разработки, импорт высоких технологий, индекс цитирования, заявки на патенты внутри страны. В Беларуси перспективным является удельный вес учащих вузов в общей численности населения, а заявок на патенты внутри страны мало, как и импорта высоких технологий, что является ограничением инновационного развития [6].

У стран ЕАЭС очень похожие проблемы – плохо развиты институты инновационной деятельности. Формирование инновационной политики должно основываться на промышленной политике. Формирование должно осуществляться по одному из сценариев: наращивания, догоняющего развития или с прицелом на промышленную революцию [10].

### **Заключение**

Проанализировав классическую гравитационную модель внешней торговли и дополненную факторами цифровизации, были сделаны следующие выводы. Качество модели (по коэффициенту детерминации) остаётся высоким. Цифровизация не косвенно, а прямо влияет на внешнеторговый оборот двух стран (в данной статье рассмотрена пара Россия-Белоруссия). Глобальный инновационный индекс является самым обширным показателем, так как сочетает в себе и экономические, и социальные, и технические факторы развития страны, считается для 132 стран. Его применение в гравитационной модели внешней торговли становится необходимым условием в контексте влияния цифровизации на взаимную торговлю стран. В последующих исследованиях необходимо рассмотреть либо пары стран, входящие в другие союзы, либо пары стран, которые имеют большие объёмы взаимной торговли, но при этом не состоят в одном союзе.

## Список литературы

1. Бородин К.Г., Сальников С.Г. Развитие экспорта сыра в России и ЕАЭС: проблемы, факторы и оценки гравитационной модели // Экономика и математические методы. 2017. №4(53). С. 36–53.
2. Ващенко Т.В., Восканян Р.О. Роль глобального инновационного индекса в определении возможностей повышения эффективности российской экономики // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. 2017. С.105–116.
3. В Белоруссии сообщили, что товарооборот с РФ за девять месяцев составил \$35,5 млрд // ТАСС URL: <https://tass.ru/ekonomika/19371579> (Дата обращения: 23.07.2024).
4. Воронина Т.В., Цвиль М.М., Кусая А.О. Гравитационное моделирование экспортных потоков Республики Беларусь в страны ЕАЭС // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2020. №5(120). С. 15–20.
5. Глобальный инновационный индекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/ru/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/ru/)– (Дата обращения: 20.07.2024).
6. Захарова В.В. Оценка инструментов содействия развитию инновационного потенциала в рамках межстранового взаимодействия стран-членов ЕАЭС // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №11(89). С. 211–214 .
7. Информационный портал ЕАЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://eaeu.economy.gov.ru/trade\\_in\\_goods/](https://eaeu.economy.gov.ru/trade_in_goods/)– (Дата обращения: 20.07.2024).
8. Кофнер Ю. ЕАЭС демонстрирует наибольшие темпы роста внутрирегиональной торговли // Евразийские исследования. – 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <http://eurasian-studies.org/archives/14713> (Дата обращения: 14.07.2024)
9. Россия и Белоруссия пришли к балансу // Коммерсант URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5900590> (Дата обращения: 23.07.2024).
10. Савко Т.Н. Уровень инновационности стран-участниц ЕАЭС // Развитие интернационализации и экономической интеграции в новых экономических реалиях, 2023. С.110–112.
11. Семёновых А.М. Методологические аспекты оценки внедрения цифровизации: зарубежный опыт // Мировая наука. 2020. №11 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-otsenki-vnedreniya-tsifrovizatsii-zarubezhnyy-opyt> (Дата обращения: 23.07.2024).
12. Сервис расчета *расстояний* и определения самого короткого маршрута между городами России, СНГ, Европы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trace.ati.su/>, свободный. – (Дата обращения: 16.07.2024).
13. Butorina O. The Specifics of the Eurasian Model of Economic Integration // Contemporary Europe. 2016. № 2 (68). P. 28–30.
14. Transport & Logistics Barometer 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwccn.com/en/transportation/transport-and-logistics-barometer-nov2022.pdf>

*Об авторе:*

САЛЬНИКОВА Таисия Эдуардовна – аспирант 1 курса, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, кафедра мировой экономики и международных отношений, (109542, г. Москва, Рязанский пр., д. 99), [mtaisia@mail.ru](mailto:mtaisia@mail.ru), ORCID:0009-0006-0474-202X, Spin-код: 3873-7022



## **IMPACT OF THE DIGITALIZATION FACTOR ON THE GRAVITY MODEL OF FOREIGN TRADE**

**T.E. Salnikova**

FGBOU VO “State University of Management”, Moscow

The article considers the introduction of an additional factor into the gravity model, it's the ranking place in the global innovation index. Gravity modelling of trade flows between countries is an efficient and developed tool for empirical analysis of international trade. The traditional gravity model uses only 3 parameters: GDP, distance and the resulting indicator - trade turnover. However, the classical gravity model of foreign trade needs to be revised (change the formula, add parameters) due to the rapid growth of digitalisation worldwide and the reduction of distances between cities due to the growth of e-commerce. The goal of the research is to analyze the gravity model of foreign trade under the correction of the initial parameter. The impact of digitalisation on foreign trade has also been assessed and ways of measuring the development of digitalisation in different countries have been discussed. Studies of the level of digitalisation at the international level are conducted by the OECD, the World Bank and the European Commission, while in Russia Skolkovo has developed the Digital Russia index. The Global Innovation Index is used as an example to analyse the strengths and weaknesses of countries' innovative development. The Global Innovation Index is the most suitable for inclusion in the gravity model of foreign trade, as it integrates all indicators of a country's digitalisation. The methodology of the other digitalisation indices has not been developed for all countries. The gravity model of foreign trade is considered on the example of Russia-Belarus pair, as these countries are active trading partners, and digitalisation affects mutual trade of these countries. Revision of the gravity model of foreign trade is possible if the proposed hypothesis is confirmed not only in pairs of countries within the EAEU, but also in any other pairs of countries engaged in mutual trade. The scientific innovativeness of the results obtained consists of developing a new gravity model of foreign trade, researching the possibility of applying the ways of measuring digitalization in different countries.

**Keywords:** *gravity model, foreign trade, digitalisation, global innovation index, EAEU, digital platforms, level of digitalisation, modelling, innovation.*

*About the author:*

SAL'NIKOVA Taisija Jeduardovna – Postgraduate student, FGBOU VO “State University of Management”, Moscow, Department of World Economy and International Relationships, (109542, Moscow, Ryazansky pr., 99), mtaisias@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.11.2024 г.

Статья подписана в печать 16.12.2024 г.