

Модификация гравитационной модели внешней торговли с учетом инфраструктуры качества экономик

УДК: 339.5; ББК: 65.428; Jel: Q27
DOI: 10.24412/2072-8042-2024-10-7-24

Иосиф Зиновьевич АРОНОВ,
доктор технических наук,
МГИМО МИД России
(119454, Москва пр. Вернадского, 76), профессор
кафедры торгового дела и торгового регулиро-
вания Института международной торговли и
устойчивого развития университета,
e-mail: i.z.aronov@gostinfo.ru;

Анна Михайловна РЫБАКОВА,
кандидат биологических наук,
МГИМО МИД России
(119454, Москва пр. Вернадского, 76), доцент
кафедры торгового дела и торгового регулиро-
вания Института международной торговли и
устойчивого развития университета,
e-mail: a.m.rybakova@gostinfo.ru

Алексей Владимирович ИВАНОВ,
Российский институт стандартизации
(117418, Москва, вн. тер. г. Муниципальный округ
Черемушки, пр-кт Нахимовский, д. 31, к. 2) - за-
меститель генерального директора,
e-mail: a.v.ivanov@gostinfo.ru

Аннотация

В статье предложена модификация гравитационной модели внешней торговли, в кото-
рой наряду с экономическими размерами торгующих экономик, рассматриваются индек-
сы, характеризующие развитие инфраструктур качества этих экономик. Здесь под инфра-
структурой качества понимается совокупность взаимодействующих институциональных
областей: стандартизация, метрология, аккредитация, оценка соответствия. Уровень ин-
фраструктуры качества экономики может быть оценен с помощью специально сформиро-
ванных индексов (метрик), учитывающих деятельность в сфере стандартизации, метроло-
гии, аккредитации, оценки соответствия.

Продемонстрирована работоспособность модифицированной гравитационной моде-
ли, учитывающей индекс инфраструктуры качества торгующих экономик, что позволяет
анализировать факторы, влияющие на экспорт, в том числе технические меры. Показа-
но, что модифицированная гравитационная модель отражает взаимодействие не только
экономических размеров торгующих стран, но и их инфраструктур качества. Отмечена
двойственная природа инфраструктуры качества, которая одновременно воздействует на
экспорт и импорт экономики.



Для практического применения предложенной гравитационной модели представляется целесообразным накопление информации, необходимой для расчета индекса инфраструктуры качества.

Ключевые слова: гравитационная модель, экспорт, импорт, инфраструктура качества, индекс инфраструктуры качества, модификация, двойственная природа инфраструктуры качества

Modification of Foreign Trade Gravity Model Considering the Quality Infrastructure

Iosif Zinovievich ARONOV,

Doctor of Sciences in Technology, MGIMO-University (119454, Moscow, Vernadsky Ave., 76), Professor of the Department of Trade Affairs and Trade Regulation of the Institute of International Trade and Sustainable Development of the University, e-mail: i.z.aronov@gostinfo.ru;

Anna Mikhailovna RYBAKOVA,

Candidate of Sciences in Biology, MGIMO-University (119454, Moscow, Vernadsky Ave., 76), Associate Professor of the Department of Trade Affairs and Trade Regulation, Institute of International Trade and Sustainable Development of the University, e-mail: a.m.rybakova@gostinfo.ru

Alexey Vladimirovich IVANOV,

Russia Standardization Institute (117418, Moscow, Nakhimovsky avenue, 31-2), Deputy CEO, e-mail: a.v.ivanov@gostinfo.ru

Abstract

In the article, a modification of the foreign trade gravity model, in which the economic size of trading countries with consideration of the indices characterizing the development of their quality infrastructures, is proposed. The quality infrastructure refers to a set of interacting institutional areas: standardization, metrology, accreditation, conformity assessment. The index of quality infrastructure can be assessed using specially created indices (metrics) that take into account activities in the field of standardization, metrology, accreditation, and conformity assessment.

The performance of the modified gravity model considering the quality infrastructure indices of the trading countries that allows to analyze factors affecting exports, including technical measures, is shown. It is proved that the modified gravity model reflects the interaction not only of the economic size of the countries, but also their quality infrastructure. The dual nature of quality infrastructure, which simultaneously affects the economies' exports and imports, is noted. For practical application of the proposed gravity model an appropriate accumulation of information necessary for calculating the quality infrastructure index is needed.

Keywords: gravity model, export, import, quality infrastructure, quality infrastructure index, modification, dual nature of quality infrastructure.

Развитие экспортного потенциала экономики является важной и актуальной задачей сегодняшнего дня, особенно в отношении товаров с высокой добавленной стоимостью¹. В этом плане эконометрические модели экспорта, в частности гравитационные модели, объясняющие влияние различных факторов на экспорт продукции, представляют полезный инструмент анализа межстрановых торговых потоков и принятия соответствующих решений.

Исходной предпосылкой для формирования моделей такого типа послужила аналогия с законом всемирного тяготения, согласно которому сила гравитационного притяжения F между двумя физическими телами прямо пропорциональна массам этих тел, m_1 и m_2 , и обратно пропорциональна квадрату расстояния d между ними. Это сходство позволило Я. Тинбергену², первому нобелевскому лауреату по экономике, предположить наличие связи между стоимостным объемом экспорта из экономики i в экономику j (x_{ij}), с одной стороны, экономическими размерами экспортера и импортера (y_i и y_j) и издержками торговли между экономик (d_{ij}) .

Как правило, экономические размеры экспортера и импортера выражаются в виде ВВП торгующих сторон, а издержки d_{ij} характеризуются не только расстоянием между портами/столицами, но и таможенными пошлинами, уровнем технических барьеров и другими факторами.

Гравитационные модели широко применяются в эконометрических исследованиях с шестидесятых годов прошлого века. Обзор развития гравитационных моделей можно найти, например, в статьях Томаева А. с соавторами, Шумилова А.^{3,4} и других. Обращает на себя внимание в этом плане статья итальянских авторов,⁵ в которой представлен анализ нескольких десятков работ, посвященных применению гравитационной модели для оценки эффективности преференциальных соглашений о свободной торговле.

Нельзя не отметить, что гравитационная модель экспорта в любом варианте дает возможность анализировать факторы, влияющие на экспорт, путем расчета знака при переменных модели и оценок соответствующих коэффициентов эластичности при регрессорах.

При этом следует признать, что в силу строгих теоретико-вероятностных ограничений, связанных с применением моделей множественной регрессии (условия теоремы Гаусса-Маркова), стандартная оценка факторов может быть неэффективной⁶, что требует более тонких методов оценки, например ридж-регрессии⁷, с одной стороны, и наличия данных, собранных за достаточно длительный период времени, с другой. Однако никакой иной, более работоспособной эконометрической модели, на данный момент не предложено.

Важно подчеркнуть, что по мере осознания важности институциональных факторов для экономик, в том числе для развития экспортного потенциала, в гравитационную модель в качестве регрессоров стали включать характеристики институциональной среды^{8,9}.



Однако до настоящего времени в анализ движущих сил, влияющих на экспорт, не были вовлечены факторы, связанные с инфраструктурными институтами, обеспечивающими конкурентоспособность и безопасность товаров, обращааемых на рынках¹⁰. Речь идет о таких видах деятельности, как метрология, стандартизация, аккредитация органов по оценке соответствия, которые напрямую влияют на эти характеристики товара и, следовательно, сказываются на экспорте.

Обеспечение единства измерений (метрология) с библейских времен связано с торговлей, что, безусловно, оказывало влияние на торговые отношения, в том числе на экспорт. В международной торговле метрология важна, потому что она предоставляет необходимые технические средства обеспечения корректных измерений посредством применения гармонизированной системы, которая включает Международную систему единиц (СИ), точные измерительные инструменты, соответствующие международным стандартам (например, рекомендациям МОЗМ), а также действующие методы и процедуры¹¹. Измерения сопровождают всю цепочку поставок: от производства товара до конечного потребителя, в том числе, зарубежного. Как отмечает акад. В.В. Окрепилов¹², инвестиции в развитие метрологии обеспечивают прирост ВВП в целом на 0,8-1,5% ежегодно, в ЕС этот эффект составляет 2,7%. В Отчете¹³ дана такая же оценка влияния измерений в Великобритании на экономику – 0,8% ВВП ежегодно. В работе¹⁴ приведена оценка влияния измерений на экспорт-импорт нефти в Бразилии – 10% от производственных затрат.

Если влияние метрологии на экономику и экспорт продукции было достаточно очевидно, то влияние добровольных консенсусных стандартов на экономику стало проявляться только к началу XXI века. Немецкие исследователи для этих целей в своих работах использовали эконометрический подход, в рамках которого в производственную функцию Кобба-Дугласа, описывающую связь ВВП Германии с производительными силами, включались факторы научно-технического прогресса в форме Солоу. В серии работ К. Блинда с соавторами было показано, что ежегодный вклад стандартов в экономическое развитие Германии можно оценить в 0,8-0,9% ВВП¹⁵.

Ближайшие результаты затем были получены исследователями Франции, Австралии, Канады, России и других экономик. Обзор работ этого направления можно найти в статье¹⁶. Было, в частности, показано, что национальные стандарты группы «Производство пищевых продуктов» увеличивают российский экспорт пищевой продукции в среднем на 0,14% в год; стандарты группы «Машиностроение» – экспорт машиностроительной продукции на 0,19% в год.

В одном из последних исследований английских экономистов¹⁷ было установлено, что британские стандарты обеспечивают ежегодный рост экспорта Соединенного Королевства в среднем на 0,8% в год.

И, наконец, аккредитация, под которой в настоящей статье понимается деятельность по подтверждению компетентности органов по сертификации, испытательных лабораторий, органов инспекций (органы по оценке соответствия, ООС) путем проверки соответствия установленным критериям. Аккредитация исходно направлена на формирование инфраструктуры оценки соответствия и обеспечения признания результатов этой деятельности за рубежом, поскольку критерии, которым должны соответствовать ООС, базируются на единых международных стандартах. Именно поэтому трансграничная аккредитация ООС является одним из наиболее важных аспектов обеспечения доверия в международной торговле, и именно поэтому девиз Международных организаций по аккредитации IAF/ILAC: «Испытано единожды – признано везде».

Попытка оценить в денежном или эквивалентном выражении влияние аккредитации представляет собой значительные проблемы¹⁸. По данным этой работы, измеримые выгоды от аккредитации ООС, осуществляемой UKAS (национальный орган по аккредитации Великобритании), были оценены в 600 миллионов фунтов стерлингов в год, что эквивалентно 0,033% ВВП Великобритании.

По данным Новозеландского института экономических исследований¹⁹, аккредитация содействовала экспорту экономики в размере 4,5 млрд новозеландских долларов, что эквивалентно 17% общего объема экспорта Новой Зеландии в 2016 г., или около 3% ВВП экономики.

Таким образом, следует отметить, что деятельность, связанная с метрологией, стандартизацией и аккредитацией, которая прочно ассоциируется с техническими барьерами в торговле и, как правило, негативно специфицируется в гравитационных моделях экспорта, может играть позитивную роль в развитии экспортных поставок, что должно соответствующим образом учитываться в гравитационных моделях экспорта.

Здесь следует отметить, что в случае применения гравитационной модели на уровне товарной группы для учета влияния технических мер (ТБТ-мер) на экспорт используют различные характеристики – коэффициент покрытия/частотности, адвалорный эквивалент, общее число ТБТ-мер и др., относящиеся к анализируемой товарной группе. Однако, когда речь идет об анализе влияния всего комплекса ТБТ-мер на объем экспорта, в гравитационную модель экспорта включают результаты опроса промышленных предприятий-экспортеров экономик, результаты которых пытаются каким-либо образом формализовать, или экспертные оценки доступности рынков тех или иных экономик²⁰, что снижает качество анализа.

Таким образом, формулируется цель настоящей статьи – модифицировать гравитационную модель экспорта с учетом инфраструктурных факторов, связанных с техническими мерами, направленными на обеспечение безопасности, конкурентоспособности и качества товаров.



ИНФРАСТРУКТУРА КАЧЕСТВА

Обзор современной экономической политики государств^{21,22} показал, что, несмотря на многочисленные торговые войны, экономики стремятся к безбарьерной торговле. При этом компании, участвующие в торговой цепочке, должны предоставлять потребителям высококачественный выбор товаров. В настоящее время признано, что обеспечить качество поставок можно при наличии эффективной национальной инфраструктуры качества (ИК).

ИК представляет собой совокупность институтов, систем, норм и положений экономики, которые направлены на то, чтобы товары, находящиеся в обороте (как импортированные, так и собственного производства), соответствовали бы требованиям безопасности и другим общественным интересам²³. ИК способствует достижению политических целей в таких областях, как промышленное развитие и конкурентоспособность торговли на мировых рынках. В такой постановке ИК экономики обеспечивает не только конкурентоспособность продукции, но и связана с формированием торговых барьеров в виде технических мер в трактовке ЮНКТАД²⁴.

Несколько слов об истории появления термина «инфраструктура качества». В течение ряда лет, с 80-х годов прошлого века, крупные транснациональные компании (ТНК), в первую очередь США и ЕС, начали перестраивать свои цепочки поставок таким образом, чтобы снизить себестоимость производства конечной продукции за счет размещения заказов в ряде компаний государств Азии и Африки. Например, Р.И. Зименков, исследователь деятельности ТНК, отмечает: «За прошедшее десятилетие в 2 с лишним раза (до 3,4 млрд долл. в 2009 г.) вырос нефтяной импорт в США из 38 экономик АЮС²⁵... На Мадагаскаре, например, проведение реформ создало базу для увеличения притока частных капиталовложений. Их отраслевая структура стала в большей мере определяться потребностями внешнего рынка, вложения осуществлялись в развитие производства товаров, способных выдержать конкуренцию на западноевропейском и американском рынках»²⁶.

Об этом же пишет О.Б. Пичков²⁷: «В 90-е годы XX века – прошедшем десятилетии XXI века все больше американских ТНК ... стали концентрировать свои усилия на создании глобальной производственной системы, расположенной на территории многих десятков иностранных государств».

Аналогичная ситуация складывалась в экономиках Азии, прежде всего, Юго-Восточной Азии (ЮВА). Например, в статье²⁸ отмечается, что на примере экономики ЮВА можно увидеть повышение глобальной конкурентоспособности региона для ТНК в начале XXI века. Некоторые экономики ЮВА стимулировали рост несырьевого экспорта, вводя запрет на вывоз необработанного сырья, например Индонезия²⁹.

Однако при этом было установлено, что многие компании условного Юга не в состоянии гарантировать стабильность качества экспортируемой продукции в силу того, что в экономиках отсутствовала культура обеспечения качества и безопасности, базирующаяся на таких институтах, как метрология, стандартизация, оценка соответствия (сертификация), аккредитация и др. Указанное обстоятельство привело к идее системного подхода к обеспечению качества на институциональном уровне, что было названо инфраструктурой качества³⁰.

Этому способствовала деятельность многих организаций развитых экономиках в рамках многочисленных проектов помощи развивающимся экономикам. Например, известный Национальный метрологический институт Германии, РТВ (Physikalisch Technische Bundesanstalt) содействовал формированию в 2004 году Восточноафриканского комитета по стандартам и Восточноафриканского совета по аккредитации³¹.

Как отмечается в работе³²: «...сильная ИК обеспечивает здоровый промышленный и экономический рост. В результате ИК играет решающую роль в социальном, стратегическом и промышленном прогрессе любой страны». Согласно ЮНИДО³³, изначально ИК направлена на экономический рост через торговлю, расширение экспортной базы экономики, увеличение внутренних и иностранных инвестиций и демонстрацию соответствия.

Со временем развитые экономики также начали активно использовать институты ИК для развития, особенно в кризисных ситуациях³⁴. В 2019 году, например, экономики G20 одобрили «Принципы «Большой двадцатки» по инвестициям в инфраструктуру качества», подчеркнув особую важность ИК для проектов, которые являются экономически жизнеспособными, социально инклюзивными и экологически устойчивыми. Придерживаясь этих принципов, политики и инвесторы могут гарантировать, что инвестиции в инфраструктуру качества не только стимулируют экономический рост, но и способствуют повышению благосостояния общества и охране окружающей среды^{35,36}. Весной 2024 года пять региональных организаций Европы – Европейский комитет по стандартизации (CEN), Европейский комитет по стандартизации в области электротехники (CENELEC), Европейское сотрудничество по аккредитации (EA), Ассоциация национальных метрологических институтов Европы (EURAMET) и Европейское сотрудничество в области законодательной метрологии (WELMEC) подписали Меморандум о взаимопонимании с целью создания Европейской сети качества, которая должна обеспечить поддержку и повышение качества, безопасности и экологической безопасности товаров, услуг и процессов в ЕС³⁷.

Параллельно с этим процессом развивалась идея рейтингования инфраструктур качества экономик на основании специально сформированных индикаторов (индексов). Этот подход был поддержан Объединенным исследовательским цен-



тром Европейской комиссии (JRG) и Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)³⁸.

К настоящему времени сложилось два способа оценки ИК: первый предложен совместно UNIDO и INetQI³⁹, второй – это открытая инициатива, реализуемая консалтинговыми фирмами Mesopartner (Германия) и Analytica (Аргентина) в содружестве с некоторыми национальными агентствами⁴⁰. Оба подхода не противоречат друг другу и фактически опираются на одни и те же источники информации. Разница отмечается в принципах «свертки» единичных индикаторов для получения окончательной метрики, характеризующей национальные ИК. В результате многие выводы в отношении рейтингов национальных ИК оказались устойчивыми. Например, в обоих подходах рейтинг ИК Германии – высший, Китая – второй, Индии – десятый и др. Более того, 16-17 апреля 2024 года было подписано соглашение между двумя системами рейтингования с целью перехода к единому глобальному индексу ИК, который должен учитывать, в том числе, уровень достижения целей устойчивого развития⁴¹.

Рассмотрим подход к расчету рейтинга ИК (метрика GQII⁴²), который к настоящему времени отражен в трех отчетах за 2020, 2021 и 2022 годы⁴³, подготовленных консалтинговыми фирмами Mesopartner (Германия) и Analytica (Аргентина) при поддержке Национального метрологического института (РТВ) и Министерства сотрудничества и развития Германии. Глобальный индекс инфраструктуры качества (метрика GQII) объединяет официальные данные национальных и международных органов по аккредитации, стандартизации и метрологии и отражает развитие ИК в 184 экономиках.

Эта метрика основана на данных, опубликованных на официальных сайтах международных и национальных организаций по стандартизации, аккредитации и метрологии. При расчете GQII учитываются 14 показателей, характеризующих состояние элементов ИК. Пять индикаторов характеризуют состояние метрологии, четыре индикатора – стандартизации и пять индикаторов, включая вопросы оценки соответствия – состояние аккредитации. Индикаторы, в частности, учитывают членство государств в международных организациях, число выданных сертификатов соответствия требованиям международных стандартов менеджмента, число аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий, количество сличительных испытаний и т.п. Формула для расчета представлена на сайте GQII⁴⁴.

В таблице 1 для примера представлен фрагмент рейтингования ИК для топ-10 экономик и экономик-членов БРИКС (выделены курсивом) на основе метрики GQII в 2021 году.

Таблица 1

Ранжирование ИК топ-10 экономик и экономик-членов БРИКС за 2021 г.⁴⁵

Рейтинг	Экономика	GQII, %	Ранг метролог.	Ранг стандарт.	Ранг аккредит.
1	Германия	99,6	2	2	1
2	Китай	99,0	3	1	3
3	США	98,7	1	8	2
4	Великобритания	98,2	4	4	6
5	Япония	97,6	5	3	12
6	Франция	97,3	7	6	11
7	Южная Корея	96,2	6	7	17
8	Италия	95,7	15	5	4
9	Испания	94,9	13	10	7
10	Индия	93,2	21	9	5
13	Бразилия	92,4	11	20	18
20	ЮАР	90,9	12	27	19
31	Российская Федерация	84,3	17	14	64
37	Египет	82,5	37	44	35
49	ОАЭ	75,4	53	54	45
58	Саудовская Аравия	67,7	65	55	57
68	Иран	60,3	72	31	109
84	Эфиопия	53,0	94	90	69

Источник: GQII Report 2021: Trends, Comparison & Use of Data. Technical Report · December 2022

СВЯЗЬ МЕТРИКИ GQII С ЭКСПОРТОМ-ИМПОРТОМ ЭКОНОМИКИ

В отчетах было установлено⁴⁶, что метрика GQII, характеризующая ИК экономики, тесно связана с объемом экспорта экономики. Это показано в отчетах GQII за 2020-2023 гг. (коэффициент корреляции устойчиво составляет 0,86).

На рисунке 1, для примера, дана диаграмма рассеяния, характеризующая регрессионную связь метрики GQII экономики, представленных в таблице 1, с логарифмом объема их экспорта (в текущих ценах). Коэффициент корреляции значим на уровне $\alpha=0.05$ и равен 0,82.

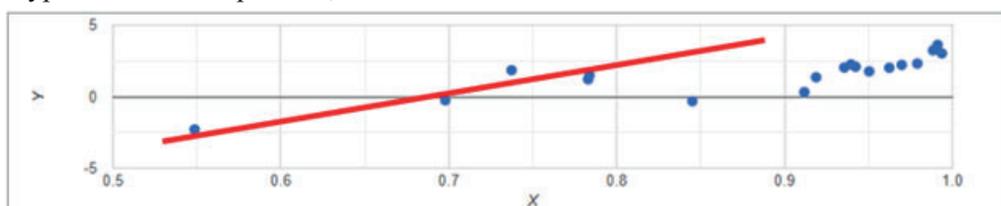


Рис. 1. Связь метрики GQII (ось x) с логарифмом объема экспорта (ось y) в 2021 г. для экономик, представленных в таблице 1.

Fig. 1. The relationship of the GIJ metric (x-axis) with the logarithm of export volume (y-axis) in 2021 for the economies presented in Table 1.

Источник: составлено авторами на основе данных GQII Report 2021: Trends, Comparison & Use of Data. Technical Report · December 2022



Кроме того, было определено⁴⁷, что метрика GQII также тесно связана с объемом импорта экономики, точнее, его логарифмом. Коэффициент корреляции равен 0,89.

На рисунке 2, для примера, дана диаграмма рассеяния, характеризующая регрессионную связь метрики GQII экономики, представленных в таблице 1, с логарифмом объема их импорта. Коэффициент корреляции значим на уровне $\alpha=0.05$ и равен 0,86.

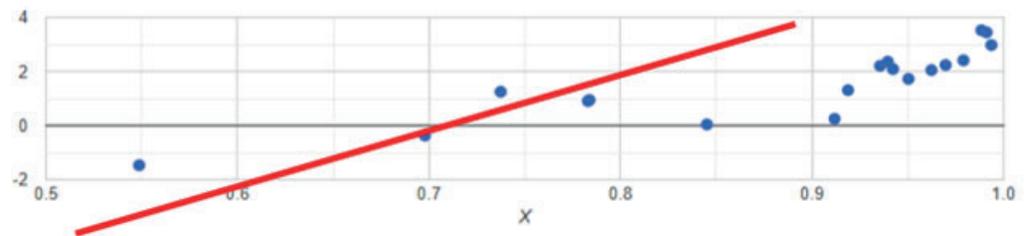


Рис. 2. Связь метрики GQII (ось x) с логарифмом объема импорта (ось y) в 2021 г. для экономик, представленных в таблице 1.

Fig. 2. The relationship of the GIJ metric (x-axis) with the logarithm of import volume (y-axis) in 2021 for the economies presented in Table 1.

Источник: составлено авторами на основе данных GQII Report 2021: Trends, Comparison & Use of Data. Technical Report · December 2022

В общем случае структура зависимости объема экспорта x_i экономики i от индекса GQII экономики i имеет вид:

$$\ln x_i = mG_i + n, (1)$$

или:

$$x_i = e^{mG_i} e^n, (2)$$

где m, n – параметры линейной зависимости в (1);

G_i – индекс GQII для экономики i .

В выражениях (1) и (2) равенства следует понимать в статистическом смысле.

Отметим еще несколько важных фактов. В отчетах⁴⁸ также показано наличие сильной положительной корреляции между метрикой GQII стран и индексом экономической сложности ECI⁴⁹ экономик (коэффициент корреляции – 0,8).

Индекс ECI был предложен известными экономистами С. Идальго и Р. Хаусманом⁵⁰ в 2009 году, развивающими концепцию «пространство продукта», и постепенно стал популярным у специалистов, которые были заняты исследованием экспортной проблематики. Индекс ECI характеризует наукоемкость экспортируемой продукции, с одной стороны, и степень разнообразия и диверсификации экспорта, – с другой⁵¹.

Таким образом, индекс (метрика) GQII является достаточно удачной интегральной характеристикой, косвенно отражающей экспорт экономик как с точки объема, так и его «качества». И это неудивительно, так как индекс GQII связан с уровнем развития институциональных структур экономик, отвечающих за вопросы стандартизации, метрологии, аккредитации, формирующих технические меры, влияющие на международную торговлю. Дополнительные аспекты обоснования связи индекса GQII с объемом экспорта рассмотрены в статье китайских авторов⁵².

Эти обстоятельства позволяют предложить модификацию гравитационной модели экспорта с учетом метрики GQII, характеризующей ИК торгующих экономик.

МОДИФИКАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭКСПОРТА

Рассмотрим новую гравитационную модель, в которой наряду со стоимостными характеристиками торгующих стран, y_i и y_j , учитываются значения индексов GQII в экспоненциальном формате:

$$x_{ij} = \frac{GDP_i^\alpha GDP_j^\beta}{d^\gamma} (e^{\mu G_i} e^{\vartheta G_j}), \quad (3)$$

где GDP_i — ВВП экономики i ;

GDP_j — ВВП экономики j ;

G_i — индекс инфраструктуры качества GQII экономики i ;

G_j — индекс инфраструктуры качества GQII экономики j ;

d — издержки, связанные с экспортом экономики i в экономику j , кроме технических барьеров, которые учитываются в индексах G_i и G_j ;

$\alpha, \beta, \gamma, \mu, \vartheta$ — коэффициенты эластичности регрессоров;

Логлинейная форма выражения (3) имеет следующий вид:

$$\ln x_{ij} = \alpha \ln GDP_i + \beta \ln GDP_j - \gamma \ln d + (\mu G_i + \vartheta G_j). \quad (4)$$

В выражении (4) сумма, заключенная в скобки, отражает взаимодействие экономик торгующих экономик i и j путем взаимодействия ИК этих экономик, что определяется линейной комбинацией $\mu G_i + \vartheta G_j$. Это выражение можно интерпретировать следующим образом:

- первое слагаемое μG_i — это уровень «давления» экономики i при экспорте в страну j , обусловленного институтами экономики i , формирующими ИК экспортера. Можно ожидать, что знак при μ положительный;

- второе слагаемое ϑG_j — это уровень барьеров экономики j (уровень сопротивления⁵³) при экспорте экономики i , обусловленных ИК экономики j . Можно ожидать, что знак при ϑ отрицательный. Последнее утверждение не является бесспорным, так как имеется достаточно много работ^{54,55,56} и др., в которых с применением гравитационной модели показано, что при определенных условиях для промышленной продукции технические барьеры экономики j способствуют росту экспорта.



Фактически модель (3) является упрощенным (частным) вариантом общей модели Андерсона и ван Винкоопа⁵⁷, в которой учитываются частные эффекты экспортера и импортера.

Очевидно, чем выше значение μ , тем больше объем экспорта экономики i в экономику j ; соответственно, с ростом абсолютного значения ϑ объем экспорта экономики i в экономику j снижается для некоторых групп товаров.

В общем случае можно положить, что экспорт экономики i складывается из поставок в m экономик ($j=1, \dots, m$), $i \neq j$. Тогда из выражения (3) следует, что объем экспорта x_i экономики i равен:

$$x_i = \sum_j^m \frac{A_{ij}}{d_{ij} \gamma_{ij}} e^{\mu_{ij} G_i} e^{\vartheta_{ij} G_j}, \quad (5)$$

где $A_{ij} = GDP_i^{\alpha_{ij}} GDP_j^{\beta_{ij}}$.

Положив в формуле (5) $\mu_{ij} = \mu_i$ (давление ИК экономики i одинаково на ИК экономик экспорта j), ее можно привести к виду (2), понимая все равенства в статистическом смысле.

Если в (3) положить $\mu=0$ (ИК экономики i не оказывает никакого «давления» на ИК экономики j при экспорте), то видно, что объем экспорта экономики i не зависит от собственной ИК и определяется только уровнем барьеров экономики j . Если в (3) дополнительно считать, что $\vartheta = 0$, то есть ИК экономики j не оказывает «сопротивление» ИК экономики i , то модель (3) приводится к «стандартной» гравитационной модели.

Представленный рекогносцировочный анализ вполне укладывается в логику введения технических мер в торговле⁵⁸.

Чем эта модель лучше «стандартной» гравитационной модели? Самое главное преимущество, как представляется, – это интерпретация переменных G_i и G_j , агрегирующих ТБТ-меры, с которыми сталкивается экспортер. В определенном смысле модель (3), как было сказано выше, является упрощенной формой гравитационной модели Андерсона и ван Винкоопа^{59,60}.

Предложенный подход представляется более объективным за счет включения в гравитационную модель экспорта интегрального показателя, характеризующего инфраструктуру всего комплекса технических мер торгующих экономик.

Однако рассмотренный прием, в свою очередь, не свободен от главного дефекта, связанного с доступностью информации: расчет индекса GQII требует наличия большого объема сведений. На сегодняшний день имеются данные только по трем годам сбора информации, что явно недостаточно, чтобы осуществлять практические расчеты согласно (3) или (4).

Таким образом, накопление информации относительно значений GQII позволит использовать предложенную гравитационную модель (3), (4).

ВЫВОДЫ

Развитие инфраструктуры качества является важным элементом экономической политики государства. Это предопределяет целесообразность совершенствования стандартизации, метрологии и аккредитации в рамках документов социально-экономического и научно-технологического развития экономики, в частности в сфере экспорта российских товаров высокого передела. Инфраструктура качества играет двойственную роль в международной торговле, воздействуя одновременно на экспорт и импорт товаров, что отражено в предложенной гравитационной модели экспорта.

Рейтинг инфраструктуры качества целесообразно учитывать при выборе географии экспорта товаров и оценки факторов, влияющих на экспорт.

Для применения на практике разработанной гравитационной модели экспорта целесообразно накапливать информацию относительно индекса GQII.

ПРИМЕЧАНИЯ:

¹ Спартак А.Н. Перестройка в российском экспорте. Российский экономический вестник. №4, 2017, сс.3-13.

² В 1929 году Я. Тинберген защитил диссертацию на тему «Проблемы минимизации в физике и экономике», в которой он впервые применил междисциплинарный подход к исследованиям в области математики, физики, экономики и политики.

³ Томаев А., Каукин А., Павлов П. Внутренняя торговля России: применение гравитационной модели. /Экономическая политика. 2020. Т.15, № 5, сс. 60-89

⁴ Шумилов А.В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов. Экономический журнал ВШЭ. 2017. Т. 21. № 2, сс. 224-250.

⁵ Cipollina M., Salvatici L. Reciprocal Trade Agreements in Gravity Models: A Meta-Analysis. Review of International Economics. 2010. 18(1), pp. 63-80.

⁶ Шумилов А.В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов. Экономический журнал ВШЭ. 2017. Т. 21. № 2, сс. 224-250.

⁷ Yan, X. Linear Regression Analysis: Theory and Computing [Text] / X. Yan, X. G. Su. : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2009. – 328 p.

⁸ Francois J., Manchin M. Institutions, Infrastructure, and Trade. World Bank Policy Research Working Paper WPS №. 4152, 2007. – 37 p.

⁹ Portugal-Perez A., Wilson J. S. Export Performance and Trade Facilitation Reform: Hard and Soft Infrastructure. World Development, 2012, vol. 40, № 7, pp. 1295-1307.



¹⁰ Фокина Д.А., Белякова Г.Я. Факторы формирования экспортного потенциала машиностроительного предприятия // *Современные проблемы науки и образования*, 2014, № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13168> (дата обращения: 20.06.2024).

¹¹ URL: <https://metrob.ru/html/Stati/staty/malinin.html>

¹² Окрепилов В.В. Метрология как движущая сила экономического роста. Тезисы доклада на Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий». Санкт-Петербург. 2020.

¹³ Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM. A report prepared by the CIPM for the governments of the Member States of the Metre Convention April 2003. Intergovernmental Organization of the Metre Convention. – 164 p.

¹⁴ Rodrigues Filho Bruno A., Gonçalves Rodrigo F. Legal metrology, the economy and society: A systematic literature review. *Measurement*. Volume 69, June 2015, pp. 155-163.

¹⁵ Blind K. The role of technical standards for the national innovation system: empirical evidence from Germany. *Proceedings of the Conference «Innovation and Enterprise Creation—Statistics and Indicators» in Sophia Antipolis*. 2000, pp 2-9.

Blind K., Jungmittag A. The impact of patents and standards on macroeconomic growth: a panel approach covering four countries and 12 sectors. *J. Prod. Anal.* 29.2008, pp. 51-60

¹⁶ Аронов И., Рыбакова А, Саламатов В. и др. Оценка вклада фонда стандартов Российской Федерации в экономику страны. *Пять лет спустя. Стандарты и качество*, №1, 2020.

¹⁷ The contribution of standards to the UK economy. A Cebr report for BSI. April 2022. – 122 p.

¹⁸ Frenz, M., and Lambert R. The Economics of Accreditation. Report of study commissioned by the UK Department for Business, Innovation and Skills (BIS), London. 2013.

¹⁹ New Zealand Institute for Economic Research (). Examining the way IANZ supports the New Zealand economy. URL: https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/20712581/Public%20Publications/Client%20reports/ianz_final_report_june_2017.pdf

²⁰ Волоков Р.Г. Влияние нетарифных барьеров на оценку доступности общего рынка международного интеграционного объединения предприятиями государств-участников (на примере промышленных предприятий Евразийского экономического союза). Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.05. ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Москва, 2020. – 164 с.

²¹ Спартак А.Н. Современные трансформационные процессы в международной торговле и интересы России. - М.: ВАВТ/ Изд. ИКАР/ 2018. – 454 с.

Спартак, А. Н.. Переход к новому мировому экономическому порядку: этапы, ключевые черты, вызовы и решения для России. *Российский внешнеэкономический вестник*, 2022 (7), 7-29. URL: <https://doi.org/10.24412.2072-8042-2022-7-7-29>

²² Langston C., Crowley C. Fiscal success: creating quality infrastructure in a post-COVID world. *Sustainability*. 2022.- 14(3):1642.

²³ URL: https://www.europeanprofiles.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1295&Itemid=311&lang=ru

²⁴ Международная классификация нетарифных мер. UN. Geneva. 2020. – 107 с.

²⁵ Экономики АЮС – страны Африки южнее Сахары

²⁶ Зименков Р.И. Торгово-экономические отношения между США и Африкой. URL: <https://rusus.ru/?act=read&id=240>

- ²⁷ Пичков О.Б. Новые явления в зарубежной деятельности американских ТНК./ Вестник академии. №2. 2012. С.14.
- ²⁸ Lai, Kh., Pang, Y., Wong, C.W.Y. *et al.* (2019). Are trade and transport logistics activities mutually reinforcing? Some empirical evidences from ASEAN countries. *J. shipp.trd.*, 4, 2. URL: <https://doi.org/10.1186/s41072-019-0041-x>
- ²⁹ Калашников Д.Б. Современные тренды в глобализации Юго-Восточной Азии. URL: https://mirec.mgimo.ru/2023/2023-01/southeast-asia-globalization-modern-trends?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com
- ³⁰ URL: https://firstforum.org/wp-content/uploads/2021/05/Publication_00498.pdf
- ³¹ Ibid
- ³² Rab S., Yadav S., Haleem A., Jaiswal S.K. Improved model of Global Quality Infrastructure Index (GQII) for inclusive national growth. *Journal of Science Indian Research.*-2021. 80(09), pp. 790-799.
- ³³ Rebooting quality infrastructure for a sustainable future/ UNIDO, 2019. URL: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/QI_SDG_PUBLICATION_Dec2019.pdf
- ³⁴ Compendium of Good Practices on Quality Infrastructure 2024. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/54d26e88-en.pdf?expires=1718529917&id=id&accname=guest&checksum=1ED51089393E2FC12F80C2FD5C68FB1E>
- ³⁵ URL: <https://oecd-development-matters.org/2021/04/29/quality-infrastructure-putting-principles-into-practice-the-viewpoint-of-a-development-agency/>
- ³⁶ Аронов И.З., Рыбакова А.М, Саламатов В.Ю. Обзор инфраструктуры качества КНР в современных условиях. Стандарты и качество. 2024, №1, №2.
- ³⁷ URL: https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/News/Press%20Releases/2024/pr_europeanqi_network.pdf
- ³⁸ URL: https://gqii.files.wordpress.com/2021/04/2021_03-gqii-report_low.pdf
- ³⁹ URL: <https://hub.unido.org/qi4sd/>
- ⁴⁰ URL: <https://gqii.org/>.
- ⁴¹ URL: <https://gqii.org/2024/05/13/towards-an-integrated-global-index-for-quality-infrastructure-in-support-of-sustainable-development/>
- ⁴² GQII – Global Quality Infrastructure Index
- ⁴³ URL: <https://gqii.org/>
- ⁴⁴ URL: <https://gqii.org/>
- ⁴⁵ GQII Report 2021: Tends, Comparison & Use of Data. Technical Report · December 2022
- ⁴⁶ URL: <https://gqii.org/>
- ⁴⁷ ibid
- ⁴⁸ Ibid
- ⁴⁹ ECI –Economy Complexity Index
- ⁵⁰ Hidalgo C.A., Hausmann R. The building blocks of economic complexity//Proceeding of the National Academy of Science.2009 № 106 (26).- pp. 10570-10575.
- ⁵¹ URL: http://direct.mit.edu/books/oa-monograph/chapter-pdf/268785/9780262317719_caa.pdf by guest on 06 January 2024



⁵² Mengdie Huang, Tangbin Xia, Hao Zhang, Ershun Pan, Lifeng Xi. Relevance of Quality Infrastructure with Promoting Export Quality: Evidence from Emerging Markets. *The Journal of Grey System*. Volume 32 No.4, 2020, pp. 32-51.

⁵³ В терминах статьи Anderson J.E., van Wincoop E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 63, 2003. -pp. 881-892.

⁵⁴ Bao X., Qiu L.D. Do technical barriers to trade promote or restrict trade? Evidence from China. *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*. 2010, № 17, pp. 253-280.

⁵⁵ Пономарева Е.А., Магомедов Р.Н. Нетарифные меры и структура торговых потоков. – М.: ИПЭИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, 2017.

⁵⁶ Аронов И., Рыбакова А., Саламатов В., Максимова О. Мифы технического регулирования в сфере международной торговли. *Стандарты и качество*, 2019. №1, сс. 12-18.

⁵⁷ Anderson J.E., van Wincoop E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 63, 2003, pp. 881-892.

⁵⁸ Сабельникова Е.М., Волков Р.Г. Нетарифные барьеры и препятствия для экспорта российских промышленных товаров: взгляд крупнейших отечественных производителей. *Вестник Института экономики Российской академии наук*. №3. 2019, сс.107-125.

⁵⁹ Мартыненко А. В. Модификация гравитационной модели Андерсона и ван Винкоопа для анализа торговли между Россией и Беларусью. *AlterEconomics*. 2022. Т. 19, № 2, сс. 326-350.

⁶⁰ Anderson J.E., van Wincoop E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 63, 2003, pp. 881-892.

БИБЛИОГРАФИЯ/BIBLIOGRAPHY

Аронов И., Рыбакова А., Саламатов В., Максимова О. Мифы технического регулирования в сфере международной торговли. *Стандарты и качество*, 2019, №1, сс. 12-18 @@ Aronov I., Ry`bakova A., Salamatov V., Maksimova O. Mify` texnicheskogo regulirovaniya v sfere mezhdunarodnoj trgovli. Standarty` i kachestvo, 2019. №1, ss. 12-18.

Аронов И.З., Рыбакова А.М, Саламатов В.Ю. Обзор инфраструктуры качества КНР в современных условиях. Часть 1 // *Стандарты и качество*. 2024 №1 @@ Aronov I.Z., Ry`bakova A.M, Salamatov V.Yu. Obzor infrastruktury` kachestva KNR v sovremenny`x usloviyax. Chast` 1 // Standarty` i kachestvo. 2024 №1. URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=227114>

Аронов И.З., Рыбакова А.М, Саламатов В.Ю. Обзор инфраструктуры качества КНР в современных условиях. Часть 2. // *Стандарты и качество*. 2024 №2, сс. 82-86 @@ Aronov I.Z., Ry`bakova A.M, Salamatov V.Yu. Obzor infrastruktury` kachestva KNR v sovremenny`x usloviyax. Chast` 2. // Standarty` i kachestvo. 2024, №2, ss. 82-86

Аронов И., Рыбакова А, Саламатов В. и др. Оценка вклада фонда стандартов Российской Федерации в экономику страны. Пять лет спустя. *Стандарты и качество*. №1, 2020 @@ Aronov I., Ry`bakova A, Salamatov V. i dr. Ocenka vklada fonda standartov Rossijskoj Federacii v e`konomiku strany`. Pyat` let spustya. Standarty` i kachestvo. №1, 2020. URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=184117>

Волоков Р.Г. Влияние нетарифных барьеров на оценку доступности общего рынка международного интеграционного объединения предприятиями государств-участников (на примере промышленных предприятий Евразийского экономического союза). Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.05. ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М., 2020. – 164 с. @@ Volokov R.G. Vliyanie netarifny`x bar`erov na ocenku dostupnosti obshhego ry`nka mezhdunarodnogo integracionnogo ob`edineniya predpriyatiyami gosudarstv-uchastnikov (na primere promy`shlenny`x predpriyatij Evrazijskogo e`konomicheskogo soyuza). Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata e`konomicheskix nauk po special`nosti 08.00.05. FGBUN Institut narodnohozyajstvennogo prognozirovaniya RAN. M., 2020. – 164 s.

Зименков Р.И. Торгово-экономические отношения между США и Африкой @@ Zimenkov R.I. Torgovo-e`konomicheskie otnosheniya mezhd SShA i Afrikoj. URL: <https://rusus.ru/?act=read&id=240>

Калашников Д.Б. Современные тренды в глобализации Юго-Восточной Азии @@ Kalashnikov D.B. Sovremenny`e trendy` v globalizacii Yugo-Vostochnoj Azii. https://mirec.mgimo.ru/2023/2023-01/southeast-asia-globalization-modern-trends?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com

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 @@ Marty`nenko A. V. Modifikaciya gravitacionnoj modeli Andersona i van Vinkoopa dlya analiza torgovli mezhd Rossiej i Belarus`yu. AlterEconomics. 2022. Т. 19, № 2, ss. 326-350.

Окрепилов В.В. Метрология как движущая сила экономического роста. Тезисы доклада на Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий». Санкт-Петербург. 2020 @@ Okrepilov V.V. Metrologiya kak dvizhushhaya sila e`konomicheskogo rosta. Tezisy` doklada na Mezhdunarodnom forume «Metrologicheskoe obespechenie innovacionny`x tehnologij». Sankt-Peterburg. 2020.

Сабельникова Е.М., Волков Р.Г. Нетарифные барьеры и препятствия для экспорта российских промышленных товаров: взгляд крупнейших отечественных производителей. Вестник Института экономики Российской академии наук, №3, 2019, сс.107-125 @@ Sabel`nikova E.M., Volkov R.G. Netarifny`e bar`ery` i prepyatstviya dlya e`ksporta rossijskix promy`shlenny`x tovarov: vzglyad krupnejshix otechestvenny`x proizvoditelej. Vestnik Instituta e`konomiki Rossijskoj akademii nauk, №3, 2019, ss.107-125.

Спартак А.Н. Перестройка в российском экспорте. Российский экономический вестник, №4, 2017, сс.3-13 @@ Spartak A.N. Perestrojka v rossijskom e`ksporte. Rossijskij e`konomicheskij vestnik. №4, 2017, ss.3-13.

Спартак А.Н. Современные трансформационные процессы в международной торговле и интересы России. - М.: ВАВТ/ Изд. ИКАР/ 2018 -454 с. @@ Spartak A.N. Sovremenny`e transformacionny`e processy` v mezhdunarodnoj torgovle i interesy` Rossii. - M.: VAVT/ Izd. IKAR/ 2018. – 454 s.

Спартак, А. Н. Переход к новому мировому экономическому порядку: этапы, ключевые черты, вызовы и решения для России. Российский внешнеэкономический вестник, 2022 (7), сс. 7-29 @@ Spartak, A. N. Perexod k novomu mirovomu e`konomicheskomu poryadku: e`tapy`, klyuchevy`e cherty`, vy`zovy` i resheniya dlya Rossii. Rossijskij vneshnee`konomicheskij vestnik, 2022 (7), ss. 7-29. <https://doi.org/10.24412.2072-8042-2022-7-7-29>.



Томаев А., Каукин А., Павлов П. Внутренняя торговля России: применение гравитационной модели. / Экономическая политика. 2020. Т.15, № 5, сс. 60-89 @@ Tomaev A., Kaukin A., Pavlov P. Vnutrennyaya trgovlya Rossii: primeneniye gravitacionnoj modeli. / E`konomicheskaya politika. 2020. T.15, № 5, ss. 60-89

Шумилов А.В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов. Экономический журнал ВШЭ. 2017. Т. 21. № 2, сс. 224-250 @@ Shumilov A.V. Ocenivaniye gravitacionny`x modelej mezhdunarodnoj trgovli: obzor osnovny`x podkhodov. E`konomicheskij zhurnal VShE`. 2017. T. 21. № 2, ss. 224-250.

Compendium of Good Practices on Quality Infrastructure 2024. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/54d26e88-en.pdf?expires=1718529917&id=id&accname=guest&checksum=1ED51089393E2FC12F80C2FD5C68FB1E>

Lai, Kh., Pang, Y., Wong, C.W.Y. *et al.* (2019). Are trade and transport logistics activities mutually reinforcing? Some empirical evidences from ASEAN countries. *J. shipp.trd.*, 4, 2. URL: <https://doi.org/10.1186/s41072-019-0041-x>

Langston C., Crowley C. Fiscal success: creating quality infrastructure in a post-COVID world. *Sustainability*. 2022.- 14(3):1642.

Mengdie Huang, Tangbin Xia, Hao Zhang, Ershun Pan, Lifeng Xi. Relevance of Quality Infrastructure with Promoting Export Quality: Evidence from Emerging Markets. *The Journal of Grey System*. Volume 32, No.4, 2020, pp. 32-51.

Portugal-Perez A., Wilson J. S. Export Performance and Trade Facilitation Reform: Hard and Soft Infrastructure. *World Development*, 2012, vol. 40, № 7, pp. 1295-1307.

Rab S., Yadav S., Haleem A., Jaiswal S.K. Improved model of Global Quality Infrastructure Index (GQII) for inclusive national growth. *Journal of Science Indian Research*, 2021. 80(09), pp. 790-799.

Rebooting quality infrastructure for a sustainable future/ UNIDO, 2019, https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/QI_SDG_PUBLICATION_Dec2019.pdf

Rodrigues Filho Bruno A., Gonçalves Rodrigo F. Legal metrology, the economy and society: A systematic literature review. *Measurement*. Volume 69, June 2015, pp. 155-163.

The contribution of standards to the UK economy. A Cebr report for BSI. April 2022. – 122 p.

