

Особенности эмпирических оценок гравитационной модели внешней торговли России

Выбор маршрута транспортировки товаров экспортером, импортером или торговым посредником, как правило, проводится с учетом экономических издержек, которые придется понести¹. При рассмотрении различных альтернативных маршрутов поставок данные издержки могут быть обусловлены как легко наблюдаемыми факторами вроде расстояния транспортировки, стоимости аренды того или иного транспортного средства или использования способа упаковки, так и ненаблюдаемыми издержками прохождения таможенного и пограничного контроля. Последние могут быть связаны с фактической пропускной способностью подъездных путей, сложностью прохождения таможенных или пограничных процедур, состоянием инфраструктуры.

Гравитационная модель торговли на протяжении длительного времени² является одним из наиболее популярных инструментов академического анализа международных товаропотоков. В большинстве работ по данной тематике рассматривается торговля между парами стран, без детализации торговли по внутренним регионам и точкам входа товаропотоков на государственной границе. В случае больших по площади стран с протяженной границей, какой является Россия, такое модельное упрощение является весьма неоправданным. В данном случае целесообразным является учет существующей структуры пунктов пропуска на государственной границе и анализ внешней торговли субъектов федерации, а не страны в целом³.

¹ К экономическим издержкам в первую очередь можно отнести непосредственные денежные затраты (аренда транспортного средства, оплата труда сопровождающего персонала, расходы на топливо), а также упущенную выгоду (альтернативные издержки), которые несет получатель и отправитель груза в результате того, что товар находится в пути и выведен из хозяйственного оборота.

² Вслед за работой Tinbergen, *Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy* // New York: Twentieth Century Fund, 1962

³ См. Каукин А.С. *Пространственная гравитационная модель внешней торговли* // mimeo, Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара, 2013

А.С. Каукин

УДК 339.5
ББК 65.428
К - 300



При этом возникают вопросы, связанные с выбором наиболее подходящего метода оценки модели – степень детализации данных, степень точности расчета входящих в модель переменных, использование индивидуальных эффектов и т.д. В данной работе описан процесс выбора наиболее подходящей эконометрической модели для оценки пространственной гравитационной модели торговли России и представлены соответствующие эконометрические результаты, получающиеся на отдельных этапах. В первом разделе описана методология эконометрической проверки различных спецификаций гравитационного уравнения, во втором разделе представлены результаты оценок и их интерпретация, в конце статьи приводятся основные выводы.

МЕТОДИКА ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГРАВИТАЦИОННОГО УРАВНЕНИЯ ТОРГОВЛИ

Классическая форма гравитационного уравнения предполагает положительную зависимость объемов торговли между двумя странами от их ВВП, которые характеризуют размеры экономик, и расстояния между ними, которое характеризует издержки доставки товаров с рынка одной страны до рынка другой. В базовой работе, посвященной теоретическому обоснованию гравитационной спецификации торговли, Anderson и Wincoop (2003)⁴ предлагается дополнительно ввести в уравнение характеристику, названную авторами «многосторонним сопротивлением» («multilateral resistance»), которая характеризует среднюю величину барьеров торговли со всеми остальными торговыми партнерами рассматриваемых регионов (интуитивное объяснение: чем более затруднена торговля двух регионов с другими регионами, тем больше стимулов создается для их взаимной торговли). В классической форме гравитационной модели внешней торговли моделирование физического пересечения товарами государственной границы, как правило, не производится, а страны или регионы моделируются в качестве точек на карте, а не в виде протяженных объектов⁵. Для государств, обладающих большой площадью территории и протяженной государственной границей, как Россия, такой подход даже на модельном уровне представляется излишне упрощенным. Для того чтобы адаптировать инструментарий гравитационных моделей внешней торговли для

⁴ Anderson, Wincoop, Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // *The American Economic Review*, Vol. 93, No. 1 (Mar., 2003), pp. 170-192

⁵ Большой обзор практики теоретического построения и использования гравитационных моделей внешней торговле содержится, например, в статьях Anderson, The Gravity Model // *Annual Review of Economics*, Annual Reviews, vol. 3(1), pages 133-160, 09, 2011; Deardorff, Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? // *The Regionalization of the World Economy*, University of Chicago Press, January 1998. Несмотря на то, что данный подход является упрощенным и не учитывает некоторых реальных географических аспектов, инструментарий гравитационных моделей внес необозримо богатый вклад в эмпирическую проверку гипотез о торговле, и в настоящее время является одним из наиболее используемых инструментариев моделирования внешней торговли.

случая большой географической протяженности Российской Федерации и ее государственной границы, авторами настоящего исследования была модифицирована⁶ классическая гравитационная модель торговли. Итоговая эмпирическая спецификация разработанной модели имеет следующий вид:

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \beta_3 \ln d_{i\mu j} + \beta_3 \ln MRDist_{ij} + \\ + \ln \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_5}}} + \sum_{\mu} \beta_{\mu+5} dummy_pp_{\mu}$$

где $x_{i\mu j}$ – стоимостной объем российского импорта из страны i в регион РФ j через пункт пропуска μ ; переменные y_i и y_j – это ВВП страны-экспортера и ВВП региона-импортера, характеризующие размеры их экономик; $d_{i\mu}$ и $d_{\mu j}$ – составляющие расстояния между страной-экспортером и регионом РФ - импортером через пункт пропуска μ , прокси-переменная для величины торговых издержек. $MRDist_{ij}$ представляет собой взвешенное среднее расстояние от региона (или страны) i до всех остальных регионов (или стран), которые рассматриваются в модели, причем весами служат относительные величины ВВП этих регионов, то есть относительные размеры экономик (это мера отклонения средней удаленности регионов i и j от других регионов от среднемирового значения этой удаленности). Шестое слагаемое представляет собой аналог $MRDist$ для взвешенного среднего расстояния через различные пункты пропуска, а пятое служит мерой прозрачности границы.

При построении модели предполагается, что пункты пропуска обладают некоторыми ненаблюдаемыми характеристиками, которые могут оказывать влияние на объем товаропотоков, проходящих через них. Для их учета в модель были введены дамми-переменные на пункты пропуска, $dummy_pp_{\mu}$.

Отличия от использующейся в классической литературе⁷ спецификации гравитационного уравнения заключаются в пятом и шестом слагаемых в правой части уравнения. Можно упрощенно сказать, что первое из них характеризует потенциально возможный уровень торговли (при гипотетической возможности пересечения государственной границы в любой точке), а второе – среднюю величину барьеров торговли при пересечении границы через другие пункты пропуска.

Гипотезы о знаках коэффициентов гравитационного уравнения представлены в таблице ниже.

⁶ В качестве теоретической базы использована модель из Anderson, Wincoop, Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // The American Economic Review, Vol. 93, No. 1 (Mar., 2003), pp. 170-192

⁷ См., к примеру, Baier, Bergstrand, Bonus vetus OLS: A simple method for approximating international trade-cost effects // Journal of International Economics 77 (2009) 77–85



Гипотезы о коэффициентах гравитационного уравнения

Коэффициент	Знак при коэффициенте
ВВП	Положительный
ВРП	Положительный
расстояние между экспортером и импортером	Положительный
сумма взвешенных расстояний до других стран и регионов (многостороннее сопротивление)	Положительный
коэффициент прозрачности границы (степень в знаменателе)	Положительный
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	положительный

Источник:

Все оценки модели будут проводиться на данных ФТС о внешней торговле России, с использованием статистики Мирового банка о ВВП различных стран.

Стратегия эконометрической оценки модели будет построена следующим образом. Прежде всего, на «нулевом этапе», проведем оценку простейшей формы гравитационного уравнения с включением относительного расстояния до торговых партнеров, но на агрегированной выборке, без разделения российской торговли на торговлю отдельных регионов через пункты пропуска. В данном случае Россия будет моделироваться в качестве одной точки на карте.

Далее будет оценена урезанная форма гравитационного уравнения, без «коэффициента прозрачности границы» и суммы взвешенных расстояний до других пунктов пропуска. Оценка уравнения без этих регрессоров эквивалента повторению оценок Baier и Bergstrand (2009)⁸ на российских данных. Так как, данная форма гравитационного уравнения будет линейной по параметрам, для оценки будем применять стандартный метод наименьших квадратов; оценки будут проводиться на полной выборке имеющихся статистических данных.

Затем, также на полной выборке, будем оценивать полную форму гравитационного уравнения, что позволит проверить гипотезы о влиянии пространственных эффектов на объемы торговли. Так как в данном случае оцениваемое уравнение уже не будет линейным по параметрам, будем применять нелинейный метод наименьших квадратов.

⁸ Baier, Bergstrand, Bonus vetus OLS: A simple method for approximating international trade-cost effects // Journal of International Economics 77 (2009) 77–85

Результаты перечисленных этапов эконометрической верификации гравитационного уравнения могут содержать некоторые искажения, связанные с двумя потенциальными проблемами: (а) неточная оценка расстояния, которое в реальности преодолевает импортируемый товар, и (б) пропущенные (в том числе, ненаблюдаемые) переменные. Рассмотрим последовательно обе проблемы и соответствующие изменения в методике эмпирической верификации нашей модели.

Первая из названных проблем связана с тем, каким образом фактически рассчитывается расстояние между экспортером и импортером. Оно вычисляется как сумма расстояний от географических центров стран или регионов до пункта пропуска, через который был перевезен товар. Это расстояние рассчитывалось аналитически по координатам соответствующих географических точек и, в сущности, является кратчайшим возможным расстоянием (расстояние по прямой, с учетом кривизны поверхности земного шара). Серьезная погрешность в расчетах здесь связана с тем, что доставка товаров практически никогда не проходит по маршрутам, которые совпадали бы с кратчайшим расстоянием между двумя рассматриваемыми географическими точками (кроме случая воздушных перевозок, хотя и для них есть своя специфика реальных воздушных коридоров). Это обусловлено структурой автодорожной и железнодорожной сетей или, в случае морских перевозок, реальными возможными судоходными путями. С последней проблемой, к сожалению, бороться достаточно сложно, так как морские маршруты слишком многообразны, однако в случае автомобильных и железнодорожных перевозок можно предложить метод уточнения расчетов. Для этого необходимо ввести предположение о том, что транспортные компании выбирают маршруты, которые обеспечат доставку товара за минимально возможное время. Это логистическая задача, которая требует учета расстояния между двумя точками по авто- или железнодорожной сети, состояния дорог, их пропускной способности, скоростного режима на различных участках и т.д. Подобный логистический расчет оптимальных расстояний весьма трудоемок и выходит за рамки данной работы. В целях уточнения значений расстояний между географическими точками в исследовании были использованы данные, полученные с помощью логистических интернет-сервисов⁹.

Рисунок 1 демонстрирует, что в некоторых случаях различия в расстоянии «по прямой» и по фактически существующим дорогам могут быть весьма существенными. В представленном примере разница составляет около 27% от длины маршрута «по прямой», что является весьма существенным.

⁹ АвтотрансИнфо – для автомобильных маршрутов; Rail Tariff – для железнодорожных маршрутов. С помощью этих сервисов рассчитывались расстояния от административных центров российских регионов до пунктов пропуска на границе РФ.



Рисунок 1

Пример сравнения расстояния между Нижним Новгородом и автомобильным пунктом пропуска Валуйки «по прямой» и с использованием существующей автодорожной сети.



Таким образом, для того, чтобы учесть возможные неточности в полученных ранее оценках, связанных с грубой оценкой длины реальных транспортных маршрутов, в работе будет проведена повторная эмпирическая проверка гравитационного уравнения нелинейным методом наименьших квадратов с использованием более детализированных данных по расстояниям. Отметим, что детализированные расстояния использовались только для перевозок автомобильным и железнодорожным транспортом; для морского транспорта использовались значения расстояний, рассчитанные по географическим координатам.

Еще одной проблемой при эмпирической оценке гравитационного уравнения, помимо неточных данных по расстояниям, как уже упоминалось выше, являются пропущенные переменные, связанные, прежде всего, с ненаблюдаемыми характеристиками регионов или пунктов пропуска, которые могут оказывать существенное влияние на объемы торговли (состояние транспортных путей региона, пропускная способность пункта пропуска и т.п.). Одним из способов борьбы с возможной смещенностью оценок, вызванной пропущенными переменными, является введение в модель индивидуальных эффектов. Для этого будем оценивать гравитационное уравнение с включением дамми-переменных на регионы РФ, а затем с включением дамми-переменных на пункты пропуска.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГРАВИТАЦИОННОГО УРАВНЕНИЯ ТОРГОВЛИ

Будем следовать описанному выше алгоритму эмпирической проверки гравитационной модели. В таблице 2 приведены результаты оценки гравитационного уравнения в классической форме (модели Anderson, Wincoop (2003)¹⁰ и Baier, Bergstrand (2009)¹¹), в форме с пространственными эффектами, а также спецификаций для отдельных видов транспорта. В спецификации (1) оценивается уравнение вида

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \beta_3 \ln d_{i\mu j} + \beta_3 \ln MRDist_{ij}$$

с использованием МНК.

Здесь β_0 – константа, β_1 – коэффициенты при переменных, y_i – ВВП страны i , y_j – ВВП региона j , $d_{i\mu j}$ – расстояние между торговыми партнерами i и j через пункт пропуска μ , $MRDist_{ij}$ – взвешенное среднее расстояние от региона и страны до всех остальных регионов и стран.

Отличие от классической формы здесь состоит в том, что в качестве регрессора используется не расстояние между импортером и экспортером, а относительное расстояние, с учетом расстояний до других потенциальных экспортеров и импортеров.

В спецификации (2) оценивается уравнение вида

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \beta_3 \ln d_{i\mu j} + \beta_3 \ln MRDist_{ij} + \ln \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_5}}}$$

с использованием нелинейного МНК.

Здесь β_0 – константа, β_1 – коэффициенты при переменных, y_i – ВВП страны i , y_j – ВВП региона j , $d_{i\mu j}$ – расстояние между торговыми партнерами i и j через пункт пропуска μ ($d_{i\mu}$, $d_{\mu j}$ – составляющие этого расстояния от страны i до пункта пропуска μ , и от пункта пропуска μ до региона j), $MRDist_{ij}$ – взвешенное среднее расстояние от региона и страны до всех остальных регионов и стран.

¹⁰ Anderson, Wincoop, Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // The American Economic Review, Vol. 93, No. 1 (Mar., 2003), pp. 170-192

¹¹ Baier, Bergstrand, Bonus vetus OLS: A simple method for approximating international trade-cost effects // Journal of International Economics 77 (2009) 77–85



В таблице также представлена регрессия (0.а), оцененная на агрегированной базе данных, в которой Россия рассматривается в качестве одной точки на карте, без наличия регионов или пунктов пропуска, и регрессия (0.б), в которой уже рассматривается торговля отдельных регионов, но без пунктов пропуска. Форма оцениваемых на этих данных регрессионных уравнений совпадает с его формой для спецификации (1).

Таблица 2

Результаты эконометрического тестирования пространственной гравитационной модели внешней торговли России в различных спецификациях.

	(0.а)	(0.б)	(1)	(2)	(3)
Метод оценки	МНК	МНК	МНК	НМНК	НМНК, детализированные расстояния
Переменная	Оценки коэффициентов				
Константа	-17.51**	-33.46	1.59	-20.72**	-19.04**
ВВП стран партнеров	1.42**	0.84**	-0.09**	-0.11**	-0.11**
ВРП регионов России		1.07**	0.27**	0.32**	0.32**
Относительное расстояние между торговыми партнерами	-0.39	-1.27**	-0.60**	-2.62**	-2.45**
Коэффициент прозрачности границы (степень в знаменателе)				0.20*	0.22**
Сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)				2.62**	2.45**

R2	0.5682	0.2485	0.0016	0.0023	0.0023
Adj. R2	0.5628	0.2485	0.0016	0.0022	0.0022
Количество наблюдений	162	4967	88510	88510	88510

Примечание: * - 5% уровень значимости, ** - 1% уровень значимости

Данные, представленные в таблице, показывают, что большая часть полученных результатов соответствует предсказаниям теоретической модели.

В регрессии (1), оцененной без учета пространственных эффектов для пунктов пропуска, значимыми оказались как коэффициенты при ВВП страны-экспортера и ВРП региона-импортера, так и коэффициент при относительном расстоянии между торговыми партнерами. Знак коэффициента при ВРП российских регионов получился положительным, что соответствует гипотезе о том, что размер экономики импортирующей стороны определяет спрос и, соответственно, положительно влияет на объемы торговых потоков. Знак коэффициента при относительном расстоянии получился отрицательным, что также соответствует теоретической гипотезе о том, что объемы торговли между двумя торговыми партнерами будут тем больше, чем меньше расстояние между ними (характеризующее издержки торговли) по отношению к расстоянию до других стран. Необходимо также отметить, что знак коэффициента при переменной ВВП страны-экспортера получился отрицательным, что не может быть объяснено в рамках теоретической модели. Такой результат может быть связан с неучтенными индивидуальными эффектами (например, регионов или пунктов пропуска), что частично будет подтверждено последующими оценками.

Результаты оценки спецификации (2) с включением пространственных эффектов, связанных с наличием определенной структуры пунктов пропуска на государственной границе, показывают, что полученные значения коэффициентов при переменных, которые входили в регрессию (1), качественно от них не отличаются. Значения коэффициентов в сумме расстояний через другие пункты пропуска и в коэффициенте прозрачности границы получились значимыми и положительными, что полностью согласуется с теорией.

Отметим также, что в регрессии (0.а) значимым получился только коэффициент при переменной ВВП страны-экспортера. Коэффициент при относительном расстоянии получился незначимым, что говорит в пользу утверждения о том, что ошибки, вызванные рассмотрением больших по площади стран, по-видимому, достаточно велики. В регрессии (0.б) все оценки коэффициентов получились значимыми, с ожидаемыми знаками.



Описанные выше результаты были получены на основании анализа данных, включающих расстояния, рассчитанные с использованием кратчайшего расстояния между географическими координатами. В соответствии с представленной выше методологией оценки далее представлены результаты оценки гравитационной модели торговли с использованием уточненных данных по расстоянию для реальных торговых путей (для внутрироссийских расстояний).

Регрессия (3) представляет собой оценку гравитационного уравнения в виде

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \beta_3 \ln d_{i\mu j} + \beta_3 \ln MRDist_{ij} + \\ + \ln \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_5}}}$$

с использованием уточненных данных по расстоянию между странами-партнерами и регионами России для всей доступной выборки.

Здесь β_0 – константа, β_1 – коэффициенты при переменных, y_i – ВВП страны i , y_j – ВВП региона j , $d_{i\mu j}$ – расстояние между торговыми партнерами i и j через пункт пропуска μ ($d_{i\mu}$, $d_{\mu j}$ – составляющие этого расстояния от страны i до пункта пропуска μ , и от пункта пропуска μ до региона j), $MRDist_{ij}$ – взвешенное среднее расстояние от региона и страны до всех остальных регионов и стран.

Как видно из таблицы 2, значения всех без исключения коэффициентов имеют знак, подтверждающий сформулированные на теоретическом уровне гипотезы; все коэффициенты являются значимыми, в том числе и коэффициенты при введенных в стандартную гравитационную модель пространственных переменных, характеризующих географическое расположение пунктов пропуска относительно страны-экспортера и региона-импортера.

Наиболее интересным в данном случае является изменение коэффициента при относительном расстоянии по сравнению со значением, которое было получено ранее при оценке аналогичной регрессии с использованием менее детализированного расчета расстояний.

В случае с использованием значений расстояний, рассчитанных по координатам, то есть расстояний «по прямой», значение данного коэффициента составило -2.62. В случае использования детализированных расстояний, полученных с учетом существующей дорожной сети, значение коэффициента составило, соответственно, -2.45 (при этом качество оценки несколько повышается: стандартная ошибка для коэффициента при относительном расстоянии в регрессии (2) была равна 0.1486, а в регрессии (3) стала равна 0.1252; гипотеза о равенстве коэффициентов отвергается на 5% уровне значимости).

Далее в соответствии с методологией оценены регрессии с введением дамми-переменных на регионы России. То есть оценивается уравнение

$$+ \ln \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_5}}} + \\ + \beta_6 * region_dummy_1 + \dots + \beta_{5+r} * region_dummy_r + \dots$$

Здесь β_0 – константа, β_i – коэффициенты при переменных, y_i – ВВП страны i , y_j – ВВП региона j , d_{ij} – расстояние между торговыми партнерами i и j через пункт пропуска μ ($d_{i\mu}$, $d_{\mu j}$ – составляющие этого расстояния от страны i до пункта пропуска μ , и от пункта пропуска μ до региона j), $MRDist_{ij}$ – взвешенное среднее расстояние от региона и страны до всех остальных регионов и стран, $region_dummy_r$ – дамми переменная региона r .

В таблице 3 представлены результаты оценки гравитационного уравнения с использованием дамми-переменных для регионов России – в данном случае это попытка учесть ненаблюдаемые факторы, характерные для регионов, которые могут оказывать влияние на объемы торговли.

Таблица 3

Результаты оценки формы гравитационного уравнения с использованием дамми-переменных для регионов. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта

	(1)	(4)	(2)	(5)
Метод оценки	МНК	МНК	НМНК	НМНК
Дамми для регионов России		да		да
Переменная	Оценки коэф-фициентов			
ВВП стран партнеров	-0.09**	-0.07*	-0.11**	-0.07*
ВВП регионов России	0.27**		0.32**	
Относительное расстояние между торговыми партнерами	-0.60**	-0.39**	-2.62**	-3.03**
Коэффициент прозрачности границы (степень в знаменателе)			0.2*	0.08**
Сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)			2.62**	3.27**
R2	0.0016	0.0124	0.0023	0.0148
Adj. R2	0.0016	0.0124	0.0022	0.0138
Количество наблюдений	88510	88510	88510	88510

Примечание: * - 5% уровень значимости, ** - 1% уровень значимости



Результаты оценок, представленные в таблице 3, показывают, что введение в модель дамми-переменных регионов не привело к качественному изменению или содержательному улучшению полученных ранее результатов.

Коэффициенты при относительном расстоянии, а также входящие в «коэффициент прозрачности границы» и во взвешенную сумму расстояний до других пунктов пропуска остались значимыми и с правильными знаками, которые соответствуют сформулированным ранее гипотезам. Однако, как видно из таблицы 3, введение дамми для регионов не повлияло на отрицательный знак при переменной ВВП страны-экспортера, который не объясняется теоретической моделью, и, хотя несколько увеличило значение R2, но не намного. При этом гипотеза о равенстве коэффициентов при всех введенных дамми отвергается.

Далее в соответствии с разработанной методологией проведем оценку гравитационного уравнения в предположении о том, что имеются ненаблюдаемые характеристики пунктов пропуска, которые могут оказывать влияние на объемы торговли (ненаблюдаемые барьеры движению товаров, которые могут быть локализованы не обязательно в пункте пропуска, но могут быть и на походах к нему, в связке с работой таможенного поста или инфраструктурные ограничения на пропуск той или иной товарной номенклатуры¹²). Оцениваемое методом нелинейного МНК уравнение выглядит следующим образом:

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \beta_3 \ln d_{i\mu j} + \beta_3 \ln MRDist_{ij} + \\ + \ln \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_5}}} + \\ + \beta_6 * pp_dummy_1 + \dots + \beta_{3+p} * pp_dummy_p + \dots$$

Здесь β_0 – константа, β_1 – коэффициенты при переменных, y_i – ВВП страны i , y_j – ВВП региона j , $d_{i\mu j}$ – расстояние между торговыми партнерами i и j через пункт пропуска μ ($d_{i\mu}$, $d_{\mu j}$ – составляющие этого расстояния от страны i до пункта пропуска μ , и от пункта пропуска μ до региона j), $MRDist_{ij}$ – взвешенное среднее расстояние от региона и страны до всех остальных регионов и стран, pp_dummy_p – дамми переменная пункта пропуска p .

Таблица 4

Результаты оценки формы гравитационного уравнения с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта

	(6)
Метод оценки	НМНК
Дамми на пункты пропуска	да

¹² Например, физическое наличие терминалов определенного типа для морских пунктов пропуска, или наличие необходимого оборудования для проведения специфической формы контроля для автомобильных или железнодорожных пунктов пропуска.

Переменная	Оценка коэффициента
ВВП стран-партнеров	0.50**
ВРП регионов России	0.86**
относительное расстояние между торговыми партнерами	-3.45**
коэффициент прозрачности границы (степень в знаменателе)	0.19**
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.91**
R2	0.8958
Adj. R2	0.8954
Количество наблюдений	88510

Примечание: * - 5% уровень значимости, ** - 1% уровень значимости

Результаты оценки регрессии с использованием дамми переменных для пунктов пропуска показали, что коэффициенты при всех переменных, включая ВВП стран-экспортеров, являются значимыми и имеют знак, который согласуется с теоретическими предсказаниями гравитационной модели.

Кроме того, в данной регрессии было получено высокое значение R^2 , что свидетельствует о правильно подобранных индивидуальных эффектах. Такой результат говорит о том, что пункты пропуска обладают рядом характеристик, которые оказывают весьма существенное влияние на объемы товаропотоков, которые проходят через них (такими характеристиками могут быть фактические пропускные способности, качество инфраструктуры, подъездных путей и т.п.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе были рассмотрены оценки пространственной гравитационной модели внешней торговли России для различных спецификаций гравитационного уравнения с использованием данных различной степени детализации и включением в модель различных индивидуальных эффектов. Результаты оценок показывают, что лучше всего соответствует эмпирическим данным и согласуется с теоретическими предсказаниями спецификация модели с пространственными эффектами, связанными с существующей структурой пунктов пропуска на границе России, и использованием детализированных расстояний между торговыми партнерами, а также с включением индивидуальных эффектов пунктов пропуска. Полученные результаты позволяют говорить о том, что при оценке гравитационных моделей торговли необходимо придерживаться определенной методологии расчетов, которая позволит избежать смещенности оценок, обусловленной различными факторами.



В литературе упоминается, что одна из наиболее распространенных ошибок исследователей, работающих с гравитационными моделями торговли, которая может привести к неправильным оценкам – это отсутствие переменной «многостороннего расстояния» в оцениваемых уравнениях регрессии. Проведенные в данной статье расчеты показывают, что переменную расстояния (и, соответственно, прокси для «многостороннего сопротивления») лучше всего вычислять по реальным торговым путям, а не «по прямой», что позволяет существенно уточнить расчет.

Результаты проведенного исследования также показывают, что при оценке гравитационных моделей необходимо, по возможности, избегать предположения о точности объектов (стран или регионов) – особенно это актуально для оценок по российским данным. Расчеты показали, что гипотезы о равенстве коэффициентов в различных спецификациях гравитационного уравнения, использованных в работе, отвергаются. Это свидетельствует о том, что оценки на детализированной статистике, с учетом предположений о наличии индивидуальных эффектов пунктов пропуска являются наиболее точными. Агрегация статистических данных в данном случае приводит к смещенности оценок и даже к знакам коэффициентов, не противоречащим интуитивным соображениям.

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Anderson, The Gravity Model // *Annual Review of Economics*, Annual Reviews, vol. 3(1), 09, 2011, pp. 133-160
2. Anderson, Wincoop, Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // *The American Economic Review*, Vol. 93, No. 1 (Mar., 2003), pp. 170-192
3. Baier, Bergstrand, Bonus vetus OLS: A simple method for approximating international trade-cost effects // *Journal of International Economics* 77 (2009) pp. 77–85
4. Eaton; Kortum, Technology, Geography, and Trade // *Econometrica*, Vol. 70, No. 5. (Sep., 2002), pp. 1741-1779
5. Helpman, Melitz, Rubinstein, Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes // *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 123(2), 2008, pp. 441-487
6. Leamer, The Commodity Composition of International Trade in Manufactures: An Empirical Analysis // *Oxford Economic Papers*, New Series, Vol. 26, No. 3, 1974, pp. 350-374

