

УДК 339.1

**А. В. Мишура**

Институт экономики  
и организации промышленного производства СО РАН  
пр. Акад. Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия

Новосибирский государственный университет  
ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия

E-mail: anna.mishura@gmail.com

### **ОЦЕНКА ГРАВИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ТОРГОВЛИ МОНОПОЛИСТИЧЕСКИ КОНКУРЕНТНЫМИ ТОВАРАМИ В РОССИИ**

В работе современные подходы к оценке гравитационных моделей торговли применяются для анализа российской межрегиональной торговли потребительскими товарами. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эластичности торговли по расстоянию и низкой эластичности замещения между разновидностями товаров. Основные причины негативного влияния расстояний на торговлю заключаются в качестве инфраструктуры и институтов, а также в различных возможностях разных производителей преодолевать это влияние.

*Ключевые слова:* гравитационные модели, межрегиональная торговля, монополистически конкурентные товары, эластичность торговли по расстоянию, эластичность замещения.

#### **Постановка задачи**

В экономической географии практически подтвержденным фактом является рост с середины XX в. зависимости объемов торговли от расстояния [1; 2]. Это проявляется в увеличении значения торговли с более «ближними» партнерами, в том числе торговли на субнациональном уровне.

Огромные расстояния составляют особенность экономики нашей страны. Их преодоление ложится тяжелым бременем на экономических агентов, стимулируя их перемещаться в более плотно заселенные места, чтобы экономить на транспортных издержках. Возможно, это является одной из причин современных тенденций в межрегиональной миграции. Негативное влияние расстояний может дополнительно усугубляться монополизмом транспортных компаний и неэффективностью государственной политики в этой сфере. Затраты на поиск информации, заключение и поддержание контрактов и прочие затраты на организацию торговли тоже могут зависеть от расстояния. Насколько расстояния более пагубны для российской экономики, чем для экономической активности в остальном мире? Чтобы ответить на этот вопрос, можно оценить влияние расстояний на межрегиональную торговлю и сравнить с аналогичными оценками в зарубежных работах.

В работе мы анализируем закономерности межрегиональной торговли в России товарами, рынки которых можно считать монополистически конкурентными, когда предлагается множество разновидностей товаров, производимых во всех регионах, и существуют встречные торговые потоки. Исходя из имеющихся данных, мы анализируем торговлю российскими потребительскими товарами, а также двумя более узкими категориями – продовольственными товарами в целом и пивом.

Теоретически рынок монополистически конкурентного товара должен порождать встречные торговые потоки во всех направлениях. Этого, однако, не происходит. Из 6 400 (80 × 80) значений межрегиональной торговли потребительскими товарами в 2009 г. ненулевых только

4 836. Для продовольственных товаров эта цифра составляет 4 119, а для отдельных категорий товаров она значительно меньше. Впрочем, имеется несколько возможных объяснений этого факта:

- небольшой объем спроса вследствие низких доходов и численности населения в некоторых регионах;
- большая территория страны и огромные расстояния;
- неразвитость и монополизм транспортной системы дополнительно усугубляют отрицательное воздействие расстояний на торговлю;
- эластичность замещения между разновидностями этих товаров может быть довольно велика, иначе говоря, потребители не так уж сильно нуждаются в большом разнообразии товаров, что и сказывается на межрегиональной торговле;
- с другой стороны, если фирмы гетерогенны, различаются по продуктивности и не все из них экспортируют во все регионы, то низкая эластичность замещения ведет к большей эластичности торговли по расстоянию; в этом случае больше небольших и не самых продуктивных фирм экспортирует на небольшие расстояния и не экспортирует на дальние расстояния [3];
- институциональные причины могут также усугублять влияние расстояний. Недостаточная конкурентность, создание преференций для местных производителей, трудности с проникновением на рынки других регионов, роль неформальных отношений, административные и информационные барьеры, неразвитость механизмов межрегиональной торговли могут приводить к низким или нулевым объемам межрегиональной торговли.

### Методология

Проверить справедливость этих предположений можно, оценив гравитационные модели торговли этими товарами в России. В основе оценивания лежит теоретический подход, изложенный в [1], минимально измененный для лучшего соответствия имеющимся данным.

Пусть имеется  $R$  регионов,  $r$  и  $s$  – индексы регионов, так что  $X_{rs}$  – объем экспорта товара из региона  $r$  в регион  $s$  в ценах, не включающих торговые издержки. Данный товар является монополистически конкурентным, и все регионы могут торговать им между собой, торговые издержки «типа айсберга»:

$$\tau_{rs} \geq 1.$$

Тогда, в соответствии с моделью Диксита – Стиглица – Кругмана, физический объем спроса в регионе  $s$  на каждую разновидность товара, производимого в регионе  $r$ :

$$q_{rs} = \frac{\tau_{rs} p_r}{P_s} - \sigma \frac{\mu_s Y_s}{P_s},$$

где  $p_r$  – цена товара без торговых издержек в регионе  $r$ ;

$Y_s$  – доход в регионе  $s$ ;

$\mu_s$  – доля дохода региона  $s$ , направленная на покупку этого товара;

$\sigma$  – эластичность замещения между разновидностями товара;

$P_s$  – индекс цен в модели Диксита – Стиглица – Кругмана,

$$P_s = \left[ \sum_{r=1}^R n_r p_r \tau_{rs}^{-\sigma-1} \right]^{-1/\sigma-1},$$

где  $n_r$  – число фирм и / или разновидностей товара, производимых в регионе  $r$ . Тогда  $X_{rs} = n_r p_r q_{rs}$ .

Пусть  $v_r$  – объем производства товара в регионе  $r$  в ценах без торговых издержек. Допустим, что число разновидностей товара в каждом регионе пропорционально физическим объемам производства в этом регионе (это значит, что объемы производства всех разновидностей равны во всех регионах, как в модели Диксита – Стиглица – Кругмана):  $\frac{n_r p_r}{v_r} = \frac{1}{q_r} = \frac{1}{q}$ .

Тогда можно считать  $X_{rs}$  пропорциональным  $v_r \tau_{rs}^{-\sigma} p_r^{-\sigma} \mu_s Y_s P_s^{\sigma-1}$  и провести оценку как эластичности торговли по расстоянию, так и коэффициентов при переменных, относящихся к регионам вывоза и ввоза.

Ясно, что в реальности предположение о том, что объемы производства всех разновидностей товаров одинаковы не только внутри региона, но и по всем регионам, можно принять с натяжкой. Использование фиксированных эффектов регионов ввоза и вывоза (об этом речь пойдет ниже) частично снимает эту проблему, поскольку все различия между регионами в этом случае отражают фиксированные эффекты.

Как обычно при оценке гравитационных уравнений, считаем, что торговые издержки зависят от расстояния:  $\ln \tau_{rs} = \delta \ln d_{rs}$ , где  $d_{rs}$  – расстояние между регионами.

После логарифмирования получаем пригодное для оценивания уравнение:

$$\ln X_{rs} = \ln v_r - \sigma \ln p_r - \eta \ln d_{rs} + \ln \mu_s Y_s + (\sigma - 1) \ln P_s + \text{const},$$

где  $\eta = \sigma \delta$  – эластичность торговли по расстоянию.

Имеются данные о торговых потоках между регионами, ценах, объемах производства и потребления товаров, доходах и численности населения в регионах в 2009 г., расстоянии между центрами регионов. Внутренние расстояния для регионов рассчитываются исходя из их площади, так что возможно оценить данное уравнение как для более широких категорий товаров (потребительские товары, продовольственные товары), так и для некоторых узких категорий (например, пиво, безалкогольные напитки, кондитерские изделия и т. п.).

Основная сложность здесь состоит в том, как учесть переменную индекса цен  $P_s$ , которая является сложной нелинейной конструкцией, включающей переменные, относящиеся ко всем регионам, и коэффициенты, которые только предполагается оценить. Для этого индекса важны не только уровни цен в соответствующих регионах, но также число фирм в регионе, широта рынка, близость других рынков. Он характеризует положение данного рынка относительно всех других рынков в мире с учетом их характеристик, поэтому близок по значению к понятию многостороннего сопротивления [4], используемому в современной литературе по гравитационным моделям. В самых недавних работах используется термин «инцидентность» [5; 6]. Корректно рассчитать его на основе статистических данных большинству исследователей представляется проблематичным.

Поэтому общепринятым решением этой проблемы является использование фиксированных эффектов региона ввоза и вывоза, о чем уже упоминалось выше. В нашем случае это замена переменных, относящихся к региону ввоза  $s$ , фиксированными эффектами региона  $s$ . Правда, это лишает возможности оценить коэффициенты при них. К счастью, наиболее интересующие нас коэффициенты относятся к переменным региона вывоза  $r$  и расстоянию между регионами. Можно также ввести в уравнение фиксированные эффекты региона  $r$ . Тогда оценить коэффициенты при переменных региона  $r$  не удастся, но зато эластичность по расстоянию может быть оценена точнее.

Нас интересуют преимущественно коэффициенты эластичности замещения и эластичности по расстоянию. Высокая эластичность замещения может означать, что активная межрегиональная торговля этими товарами попросту не нужна потребителям, так что не стоит ждать ее увеличения в будущем. Высокая эластичность по расстоянию (выше, чем в аналогичных исследованиях для других стран) означает, что все дело в неразвитой транспортной инфраструктуре и институциональных проблемах, тормозящих межрегиональную торговлю в стране.

Что касается методики эконометрического оценивания, то мы используем подход, предложенный в работе [7]. Этот метод – оценка регрессии Пуассона – признан одним из лучших в оценке гравитационных моделей.

Идею данного подхода можно кратко изложить следующим образом. Объем торговли между двумя регионами за определенный период – это переменная, среднее значение которой нелинейно зависит от определенных факторов, в нашем случае – в соответствии с вышеизложенной моделью. Фактические объемы торговли между каждой парой регионов отличаются

ся от средних на величину ошибок, предположение о вариации которых имеет важное значение.

Если оценивать зависимость среднего от регрессоров, используя логлинейную трансформацию и обычный метод наименьших квадратов (МНК) при обычных предположениях об ошибках, то подразумевается, что вариация отклонения объемов экспорта от своих средних значений в процентах (или долях) от средних не зависит от объемов торговли. Тогда вариация абсолютных значений отклонений от среднего пропорциональна квадрату среднего. Если же это не так, то оценивание в логлинейной форме МНК приводит к несостоятельности оценок.

Если же оценивается нелинейная зависимость среднего от регрессоров методом нелинейного МНК при предположении о постоянной вариации ошибки для всех пар регионов, то тем самым подразумевается, что вариация абсолютных размеров отклонения от среднего не зависит от того, насколько велики объемы торговли между регионами. Иными словами, вариация ошибок должна быть одинакова как для активно торгующих регионов, так и для почти не торгующих между собой.

Очевидно, что оба случая плохо описывают реальность, поскольку абсолютные значения отклонений от среднего объема, скорее, будут больше в случае, если это среднее велико, но все же отклонения в процентах от среднего, скорее всего, меньше для активно торгующих регионов. Поэтому нужно какое-то промежуточное предположение, например такое, что вариация ошибки равна среднему значению объемов торговли между регионами. Это предположение выглядит хорошо соответствующим природе явления. Оно соответствует модели пуассоновской регрессии, когда методом псевдомаксимального правдоподобия оцениваются параметры процесса, среднее которого равно его вариации. Впрочем, предположение о равенстве вариации ошибки среднему не строго обязательно к выполнению, так как метод хорошо работает и в других случаях. Чтобы дополнительно учесть гетероскедастичность разного рода, достаточно использовать робастные стандартные ошибки.

Дополнительным достоинством этого метода является то, что он должным образом учитывает нулевые значения торговли между многими регионами, что является серьезной проблемой для МНК с логлинеаризацией. Нулевые значения в этом случае ничем не отличаются от просто очень маленьких значений торговли в силу размеров регионов или расстояний между ними. Эти наблюдения имеют также маленькие остатки в регрессии, так что их вклад в оценивание невелик, но все же они не игнорируются.

Таким образом, оценивание пуассоновской регрессии с робастными стандартными ошибками позволяет избежать проблем гетероскедастичности и наличия нулевых значений, с которыми плохо справляются более традиционные методы оценивания гравитационных уравнений. Полученные результаты оказываются достаточно стабильными и непротиворечивыми, чего нельзя сказать про другие методы.

### **Результаты: торговля потребительскими, продовольственными товарами и пивом**

Мы оценили гравитационные уравнения торговли для потребительских товаров в целом, для более узкой категории – продовольственных товаров, и для конкретного продукта – пива.

В качестве переменных цен потребительских и продовольственных товаров используется стоимость фиксированного потребительского набора в регионах России. Используем данные о производстве этих товаров в регионах (в ценах без торговых и транспортных издержек) и о средней цене пива в регионах.

В таблице приведены результаты расчетов. Столбцы 2, 4, 6 показывают результаты с использованием фиксированных эффектов как региона вывоза, так и ввоза. Тогда все переменные, относящиеся к регионам ввоза и вывоза, выпадают из расчетов, но зато эластичность по расстоянию оценивается точнее.

Результаты оценивания гравитационных уравнений межрегиональной торговли в России, зависимая переменная – объем межрегиональной торговли в 2009 г. ( $X_{rs}$ ), пуассоновская регрессия, метод псевдомаксимального правдоподобия

Регрессоры	Товары					
	потребительские		продовольственные		пиво	
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между регионами	-1,04 *** (0,20)	-1,2 *** (0,18)	-1,28 *** (0,18)	-1,43 *** (0,14)	-1,28 *** (0,15)	-1,39 *** (0,14)
Уровень цен потребительских товаров / цена пива в регионе вывоза $r$	-2,27 * (1,20)		-2,78 ** (1,16)		-2,14 ** (0,87)	
Объем производства товаров в регионе вывоза $r$	0,69 *** (0,10)		0,67 *** (0,10)		0,92 *** (0,07)	
Фиксированные эффекты региона $s$	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Фиксированные эффекты региона $r$	Нет	Да	Нет	Да	Нет	Да
Количество наблюдений	6 400	6 400	6 400	6 400	5 372	6 320

Примечание: в скобках указаны значения робастных стандартных ошибок, звездочками (\*\*, \*, \*) помечены коэффициенты при переменных, статистически значимых на уровне 1, 5, 10 % соответственно.

*Коэффициент эластичности по расстоянию.* Как видно, эластичность торговли по расстоянию равна 1,2 для потребительских товаров в целом и 1,4 для продовольствия и пива, что вполне ожидаемо – затраты на перевозку и хранение продовольствия выше. Интересно сравнить эти результаты с аналогичными в других странах и межстрановых исследованиях. Более высокая эластичность по расстоянию означала бы, что неразвитая транспортная инфраструктура увеличивает торговые издержки во всех их проявлениях или же что эластичность замещения высока, и это все тормозит межрегиональную торговлю в стране. Так что важно сравнить результаты с аналогичными в других странах. Но это не просто.

Работ по оценке гравитационных моделей огромное количество. Так, в статье [5] авторы проанализировали 103 исследования, в которых получено 1 467 коэффициентов эластичности по расстоянию, среднее значение которых равно 0,9, а 90 % лежит в интервале от 0,28 до 1,55. Работы отличаются используемыми объясняющими и зависимыми переменными, временными периодами, эконометрической техникой, уровнями агрегирования. Основной вывод авторов: эластичность торговли по расстоянию увеличивается или, по крайней мере, не уменьшается со временем. В исследованиях, основанных на данных, относящихся к периоду после 1970 г., эластичность обычно лежит в интервале от 0,9 до 1,5 при использовании традиционных методов оценивания (МНК с логлинейной трансформацией, цензурированная регрессия).

На первый взгляд, наши результаты вполне сопоставимы. Но надо учитывать, что метод пуассоновской регрессии дает более низкие значения эластичности по расстоянию, чем другие методы [2]. При использовании этого метода в известных нам работах эластичность по расстоянию лежит в интервале 0,5–0,8 для международной торговли. Поэтому, если сравнивать с этими значениями, получается, что эластичность торговли по расстоянию в России довольно велика. Работа [2] позволяет также понять, почему.

На основе метаанализа авторы утверждают, что некоторые факторы приводят к заметно более высоким коэффициентам эластичности торговли по расстоянию. Во-первых, это расположение всех торгующих сторон на одном континенте, так как в этом случае большинство перевозок ведется сухопутными путями, что дороже. Во-вторых, отсутствие среди объясняющих переменных фиксированных эффектов для смежных регионов и торговли внутри регионов сказывается на полученных коэффициентах. Эти переменные очевидным образом

скоррелированы с расстоянием, причем важнейшим моментом здесь является способ расчета внутреннего расстояния. Мы не видим экономического смысла включать эти переменные в расчеты, и это, возможно, тоже увеличивает коэффициент эластичности по расстоянию. Далее, еще ряд особенностей расчета может несколько увеличивать коэффициент эластичности, такие как использование фиксированных эффектов стран (регионов), включение в анализ нулевых значений, использование дезагрегированных данных. Кроме того, метод измерения расстояний между регионами может иметь значение. В нашем случае они измерялись по действующим транспортным маршрутам, в основном по железной дороге. По идее, в этом случае должны получаться меньшие значения эластичности по расстоянию, хотя авторы исследования [2] этого не обнаруживают.

Но самый значимый фактор, увеличивающий коэффициент эластичности по расстоянию на наибольшую величину, – это отсутствие среди торгующих сторон развитых стран. Оценки, проводимые только для развивающихся экономик, показывают существенно более высокие коэффициенты. Многие исследователи полагают, что дело не только в недоразвитой транспортной инфраструктуре, а также в более высоких затратах на поиск информации, заключение и соблюдение контрактов и другие затраты и трудности, связанные с организацией торговли на расстоянии, в том числе более высокие риски и бюрократические препоны. В развивающихся экономиках для ведения бизнеса часто важна роль личных связей, знакомств и персональных контактов, а эти факторы критически зависят от расстояния. Наша гипотеза состоит в том, что высокая эластичность торговли по расстоянию в России включает эту компоненту. Но возможно, что и проблемы транспортной системы тормозят межрегиональную торговлю. Расстояния в России не только велики, но и являются сами по себе более сдерживающими для торговли, чем в развитых странах.

*Коэффициент эластичности замещения.* Столбцы 1, 3, 5 показывают результаты расчетов без использования фиксированных эффектов региона вывоза  $r$ . Коэффициент при уровне цен в регионе вывоза в данном случае в соответствии с моделью интерпретируется как эластичность замещения между разновидностями потребительских товаров (с поправкой на знак). Теоретически его значения могут простирались от 1 до бесконечности, при этом чем больше значение, тем менее дифференцированным является товар, и потребители не ценят разнообразия продукции. Чаще всего в эмпирических работах его оценки варьируются от 2 до 10. Наши результаты показывают, что у нас во всех случаях эластичность замещения достаточно мала. Это означает, что потребители нуждаются в разнообразной продукции из разных регионов. Даже если продукция региона  $r$  дорога, это лишь в некоторой степени снижает спрос на нее в других регионах, но не до нуля, как было бы, если бы потребители не ценили разнообразия.

Таким образом, высокая эластичность замещения вряд ли является в нашем случае причиной высокой эластичности торговли по расстоянию. Напротив, низкая эластичность замещения может быть также причиной высокой эластичности по расстоянию. Дело в том, что если фирмы различаются по продуктивности и не все из них экспортируют во все другие регионы, то низкая эластичность замещения стимулирует больше фирм экспортировать лишь на небольшие расстояния [3]. Это ведет к росту эластичности торговли по расстоянию. Похоже, что это как раз ситуация межрегиональной торговли в России.

Эластичность замещения несколько больше для продовольственных товаров, что также ожидаемо: среди них есть довольно однородные, недифференцированные продукты.

Таким образом, высокая эластичность замещения не является причиной низких или нулевых объемов межрегиональной торговли. Потребители ценят разнообразие марок товаров, что может являться источником расширения межрегиональной торговли.

Коэффициент при объеме производства товаров в регионе вывоза в соответствии с моделью должен быть равен единице. Фактически он несколько меньше единицы. Это значит, что при росте производства доля продукции, идущей на экспорт в другие регионы, уменьшается, и все большая доля идет на внутреннее потребление. Иначе говоря, рост производства потребительских товаров происходит больше за счет внутреннего спроса. Это также соответствует наблюдению, что более крупные страны (регионы) меньше вовлечены во внешнюю торговлю относительно своих размеров.

## Заключение

Сравнение эластичности межрегиональной торговли по расстоянию в России с аналогичными показателями в зарубежных исследованиях позволяет сделать вывод о том, что эластичность торговли по расстоянию в нашей стране достаточно велика, как и в других странах, имеющих проблемы с качеством инфраструктуры и институтов. В то же время низкая эластичность замещения между разновидностями товаров означает, что российские потребители ценят разнообразие видов и марок продукции, нуждаются в продукции из разных регионов и готовы платить за это разнообразие. Это создает потенциал для роста межрегиональной торговли в будущем. Низкая эластичность замещения также является причиной ситуации, когда продукция небольших и менее продуктивных фирм продается лишь на небольшие расстояния, тогда как наиболее продуктивные фирмы торгуют и на дальние расстояния. Это является еще одной причиной высокой эластичности межрегиональной торговли по расстоянию.

## Список литературы

1. *Combes P. P., Mayer T., Thisse J.-F.* Economic Geography: The Integration of Regions and Nations. Princeton University Press, 2009. 399 p.
2. *Disdier A., Head K.* The Puzzling Persistence of the Distance Effect on Bilateral Trade // *The Review of Economics and Statistics*. 2008. Vol. 90 (1). P. 37–48.
3. *Chaney T.* Distorted Gravity: The Intensive and Extensive Margins of International Trade // *American Economic Review*. 2008. Vol. 98 (4). P. 1707–1721.
4. *Anderson J., Wincoop E. van.* Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // *American Economic Review*. 2003. Vol. 93. P. 170–192.
5. *Anderson J., Yotov Y.* The Changing Incidence of Geography // *American Economic Review*. 2010. Vol. 100. P. 2157–2186.
6. *Anderson J.* The Gravity Model // *Annual Review of Economics*. 2011. Vol. 3. P. 133–160.
7. *Silva J. M. C. S., Tenreyro S.* The Log of Gravity // *The Review of Economics and Statistics*. 2006. Vol. 88 (4). P. 641–658.

*Материал поступил в редколлегию 30.05.2012*

**A. V. Mishura**

### **THE ESTIMATION OF GRAVITY MODELS OF RUSSIAN INTERREGIONAL TRADE IN MONOPOLISTICALLY COMPETITIVE GOODS**

The modern approaches to estimation of gravity models of trade are used to analyze Russian interregional consumer goods trade. The results obtained indicate a high distance elasticity of trade and low elasticity of substitution between varieties of goods. The main reasons for the negative impact of distance on trade are the quality of infrastructure and institutions, as well as various possibilities of different manufacturers to overcome this impact.

*Keywords:* gravity models, interregional trade, monopolistically competitive goods, distance elasticity of trade, elasticity of substitution.