

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

А.С. Каукин, Г.И. Идрисов

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ
МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ**

Москва 2013

Аннотация. Целью работы является разработка и калибровка пространственной гравитационной модели, описывающей внешнюю торговлю регионов Российской Федерации через различные участки государственной границы. Для достижения указанной цели в работе решены следующие задачи:

проведен обзор теоретических и эмпирических работ, посвященных построению и практическому применению гравитационных моделей торговли;

предложена модификация теоретической модели, позволяющая учитывать пространственные эффекты, связанные с наличием пунктов пропуска и большой площадью российской внутренней территории;

проведена калибровка предложенной модели на данных российской внешней торговли ФТС.

В качестве исходных данных для проведения работы использованы данные официальной статистики Росстата и ФТС России, научные, аналитические и статистические публикации российских и зарубежных источников, в том числе международных организаций.

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2012 год.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ГРАВИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ.....	8
2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ.....	29
2.1 Особенности внешней торговли России.	29
2.2 Теоретическая пространственная гравитационная модель внешней торговли России.	31
2.3 Содержательные гипотезы	44
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛУЧЕННЫХ ОЦЕНОК	52
3.1 Статистическая база	52
3.2 Результаты эмпирической оценки	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	90

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия продолжается глобализация экономических процессов и непрерывно, опережающими темпами по сравнению с выпуском растут объемы международной торговли. Создание ГАТТ, затем ВТО, различных форм преференциальных торговых соглашений, установление международных институтов содействия и продвижения торговли, так или иначе, упрощает обмен товарами и услугами.

Процесс международной торговли, сам по себе представляющий альтернативную производственную технологию, видоизменяет и интернационализирует традиционные технологии. Все более привычной становится глобальная модель производства, в которой различные промежуточные компоненты производятся в разных странах на разных континентах, а многие крупные производственные фирмы корпорации уже давно являются транснациональными. Практически все страны, за редким исключением, интенсивно участвуют в международной торговле¹. Недавний экономический кризис показал, что хотя подобная модель глобальной экономики подразумевает, с одной стороны, большую диверсификацию, с другой стороны, серьезные проблемы у ключевых участников торговли означают их перенос по товарной цепочке практически во все экономики мира.

В такой ситуации весьма существенным является понимание механизмов и ограничений международной торговли, факторов, которые влияют на объемы и маршрутизацию торговых потоков как товарами конечного пользования так и средствами производства.

На текущем этапе развития экономической науки известно несколько базовых моделей международной торговли, такие как рикардианская, модель Хекшера-Олина, модель монополистической конкуренции. Все эти модели, как правило, разрабатывались для объяснения известных стилизованных фактов о международной торговле, и в основном концентрируются на ответах на вопросы о том, почему страны торгуют друг с другом, и почему структура торговли именно такова, как она есть в реальности. Однако ни одна из классических экономических теорий в чистом виде не затрагивает вопросы маршрутизации торговых потоков. Для анализа торговых маршрутов, того какое влияние

¹ Исключения, как правило, вызваны политическими причинами. Северная Корея, Иран, Куба и другие маргинальные или неугодные политическому мейнстриму режимы исключаются из торгового клуба посредством торговых эмбарго или технических мер регулирования

они имеют на объемы торговли наиболее часто используется гравитационная модель внешней торговли.

Изначально зависимость торговых потоков от ВВП стран участниц и расстояния между экономиками в виде подобном гравитационному была обнаружена эконометрически и не содержала никакого теоретического обоснования, кроме чисто интуитивного. Однако в последние годы было предложено сразу несколько теоретических моделей, опирающихся на разные теории международной торговли, которые сводятся к форме гравитационного уравнения торговли. При этом большинство подобных моделей обладают одним существенным недостатком: в них не учитываются географические размеры стран и маршрутизация движения товара. Кроме того, эти модели по умолчанию предполагают, что товары могут быть ввезены на территорию государства практически в любой точке государственной границы. Для многих стран такие упрощающие предположения не вносят существенных искажений в оценку параметров гравитационной модели, но для таких стран, как Россия, обладающих огромной территорией и протяженной границей, эти упрощения уже вряд ли применимы.

Объектом настоящего исследования является внешняя торговля регионов Российской Федерации в 2011 году. Предметом - изменчивость объемов внешней торговли в зависимости от различных факторов, в первую очередь – пространственных. Изучение данной зависимости позволяет провести оценку чувствительности объемов внешней торговли к вариации указанных факторов.

Целью работы является построение теоретической формы пространственной гравитационной модели внешней торговли и ее эмпирическая верификация на данных российской внешней торговли. Данная модель, после надлежащей эконометрической проверки, может служить инструментом, который позволяет учитывать пространственные эффекты торговли для больших по площади стран, и, таким образом, дополняет существующую на сегодняшний день теорию для ее большего соответствия стилизованным фактам.

Для достижения этой цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

– Во-первых, систематизация современных теоретических подходов и зарубежной практики в области моделирования внешней торговли, в частности, использования на практике гравитационной спецификации.

– Во-вторых, построение теоретической пространственной гравитационной модели внешней торговли российских регионов, адаптированной к российским реалиям – большой площади, протяженной внешней границе и наличию пунктов пропуска, через которые осуществляется пропуск товаров.

– В-третьих, разработка методологии эмпирической верификации теоретической модели внешней торговли.

– В-четвертых, анализ различий и масштабов реакции объемов внешней торговли на изменение различных факторов.

Методологической базой исследования является сочетание качественного и количественного анализа для выявления и описания причин и взаимосвязей, обуславливающих структуру и маршрутизацию внешней торговли регионов Российской Федерации.

Большое значение в работе имеют анализ теоретических и эмпирических работ и применяемых в них подходов к построению и эмпирической оценке моделей торговли. При построении теоретической и эмпирической модели в данном исследовании используется методология экономико-математического моделирования, в рамках количественного анализа применяются современные методы эконометрического анализа. Эконометрические оценки в работе строились на кросс-секционных данных с использованием нелинейного метода наименьших квадратов.

Новизной данного исследования является разработанная методология анализа изменчивости внешней торговли с учетом пространственных эффектов. Использование базы данных Федеральной Таможенной Службы (далее – ФТС) по внешней торговле российских регионов² позволяет впервые в российской науке получить расчетные коэффициенты эластичности объемов внешней торговли по пространственным факторам.

В работе были получены следующие результаты:

– Предложена и обоснована методология построения теоретической пространственной гравитационной модели внешней торговли и ее калибровки. Проведена эмпирическая оценка эластичностей объемов внешней торговли по размерам экономик торговых партнеров, барьеров торговли и пространственных факторов.

– Проведено исследование согласованности полученных численных результатов с теоретическими гипотезами. Значимые оценки коэффициентов в гравитационном уравнении имеют ожидаемые знаки, что свидетельствует в пользу того, что гипотезы о не существовании зависимости между объемами внешней торговли и рассматриваемыми пространственными факторами можно отвергнуть.

Первая глава работы «Теоретические модели и эмпирические подходы к построению гравитационных моделей внешней торговли» включает в себя обзор теоретических подходов к построению гравитационных спецификаций моделей внешней

торговли, основанных на различных теориях международной торговли. Также будут рассмотрены как различные теоретические подходы к моделированию, так и полученные в работах эмпирические результаты.

Во второй главе будет предложена разработанная автором модификация гравитационной модели внешней торговли, основанная на существующих теоретических подходах, и которая содержит дополнительные предпосылки о пространственной маршрутизации торговых потоков. Также будет описана эконометрическая модель, приведены основные гипотезы и ожидаемые результаты.

В третьей главе работы «Результаты эмпирического анализа и предложения по практическому применению полученных оценок» будет проведена эмпирическая оценка предложенной теоретической модели.

Заключение содержит некоторые выводы, следующие из проведенного анализа.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ГРАВИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ

Одной из первых работ, в которых была использована гравитационная модель внешней торговли, была книга Тинбергена «Формирование мировой экономики»³.

Как отмечает сам автор статьи, использованная модель была довольно простой. Было предложено уравнение, связывавшее объем экспорта из одной страны в другую со следующими объясняющими переменными:

- ВВП экспортирующей страны;
- ВВП импортирующей страны;
- географическое расстояние между двумя странами.

Необходимо отметить, автор сразу написал это уравнение так, что при этом не вводилось отдельных функций для спроса и предложения экспорта. Таким образом, исследуемое соотношение описывало только товарооборот, никак не затрагивая вопрос цены, кроме того, проводился только статический анализ, то есть развитие ситуации во времени не рассматривалось.

Выбор вышеперечисленных переменных для включения в выражение для объема экспорта автор объяснял следующим образом:

- объем экспортных товаров, который какая-либо страна может предоставить, зависит от размеров ее экономики, то есть от ВВП;
- количество товаров, которое может быть продано в какой-либо стране зависит от размеров ее рынка, то есть от ВВП;
- объемы торговли должны зависеть от стоимости транспортировки товаров, которая, по предположению автора, должна быть пропорциональна расстоянию между рассматриваемыми странами.

Простейшая форма выражения, связывавшего вышеперечисленные факторы с объемом экспорта из одной страны в другую, которую использовал автор статьи, имеет следующий вид:

$$E_{ij} = \alpha_0 Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} D_{ij}^{\alpha_3} \quad (1)$$

³ Tinbergen “Shaping The World Economy” (приложение “An Analysis of World Trade Flows”)

где E_{ij} - экспорт из страны i в страну j , Y_i – ВВП страны i , Y_j – ВВП страны j , D_{ij} – расстояние между странами i и j .

На различных данных методом наименьших квадратов в работе была оценена следующая логарифмическая спецификация:

$$\log E_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 \log Y_i + \alpha_2 \log Y_j + \alpha_3 \log D_{ij} \quad (2)$$

В статье Андерсона и Ван Уинкопа «Гравитация с серьезностью: Решение пограничной загадки»⁴ сделана попытка по построению теоретического обоснования гравитационной модели внешней торговли, позволяющего получать состоятельные и эффективные оценки в эмпирических исследованиях.

Как отмечают авторы, эмпирические формы гравитационной модели внешней торговли, нашедшей широчайшее применение в современных исследованиях, очень часто страдают из-за отсутствия внятной теоретической основы.

Ссылаясь на работу Anderson (1979) года, авторы замечают, что объем двусторонней торговли между двумя регионами (при прочих равных) отрицательно зависит от величины барьера для торговли между этими регионами в сравнении со средней величиной барьеров для торговли со всеми остальными торговыми партнерами рассматриваемых регионов. Интуитивное объяснение, которое предлагают авторы статьи, выглядит следующим образом: чем более затруднена торговля двух регионов с другими регионами, тем больше стимулов создается для их взаимной торговли. Величина упомянутого выше среднего торгового барьера в статье названа «многосторонним сопротивлением» (“multilateral resistance”). Авторы отмечают, что в большинстве эмпирических исследований, использующих гравитационную модель внешней торговли, не вводится никакого аналога «многостороннего сопротивления»; в лучшем случае используется какая-либо мера удаленности рассматриваемых регионов от остальных торговых партнеров. При этом расстояние до торговых партнеров совершенно не учитывает другие формы барьеров для торговли (пошлины, простота таможенных процедур и т.п.).

Результатом отсутствия внятного теоретического обоснования в эмпирических работах, по мнению Anderson и Wincoop становятся две важные проблемы. Первая состоит в смещенности оценок коэффициентов, возникающей из-за пропущенных переменных в регрессионном уравнении. Вторая заключается в невозможности

⁴ Anderson и Wincoop “Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle”

проведения исследования в сравнительной статике (например, определение эффекта от снятия тех или иных торговых барьеров), что зачастую является главной целью эмпирических исследований по данной тематике.

Первая предпосылка, которая используется авторами статьи для построения своей теоретической модели, заключается в том, что все товары в экономике различаются по месту, где они были произведены. Предполагается, что каждый рассматриваемый регион специализируется на производстве только одного товара; объем предложения каждого товара фиксирован.

Вторая предпосылка авторов – одинаковые гомотетичные предпочтения, которые задаются следующей функцией полезности. Если c_{ij} – потребление товаров, произведенных в регионе i , потребителями региона j , то потребители региона j будут максимизировать функцию:

$$\left(\sum_i \beta_i^{(1-\sigma)/\sigma} c_{ij}^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (3)$$

при следующем бюджетном ограничении:

$$\sum_i p_{ij} c_{ij} = y_j \quad (4)$$

Здесь σ – эластичность замещения между товарами, β_i – положительный параметр, y_j – суммарный номинальный доход резидентов региона j , p_{ij} – цена товаров региона i для потребителей региона j .

В данной модели цены на товары различаются по регионам из-за наличия различных торговых издержек, которые не поддаются наблюдению. Цена предложения в регионе-производителе товара обозначается авторами через p_i , размер торговых издержек t_{ij} определяется таким образом, чтобы выполнялось равенство: $p_{ij} = p_i t_{ij}$. В введенных обозначениях, номинальная стоимость экспорта из региона i в регион j составляет $x_{ij} = p_{ij} c_{ij}$.

После решения исходной системы уравнений авторы получают следующий вид гравитационного уравнения:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^W} \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (5)$$

где

$y_i = \sum_j x_{ij}$ - суммарный доход региона i ;

$y^w \equiv \sum_j y_j$ – номинальный доход мировой экономики,

$\theta_j \equiv y_j / y^w$,

$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{1-\sigma} \theta_i t_{ij}^{1-\sigma}$, $\forall j$ – рекурсивное соотношение для введенного

в процессе преобразований ценового индекса, обозначенного авторами P_j

$$(P_j = \left[\sum_i (\beta_i p_i t_{ij})^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}).$$

Уравнение (5) далее используется в статье в качестве основного уравнения модели.

Авторы рассматривают индексы P_i , входящие в итоговые соотношения, как численный аналог “многостороннего сопротивления”, так как они зависят от величины двусторонних барьеров t_{ij} , включая и те, которые напрямую не содержат индекс i .

Авторы статьи неоднократно подчеркивают, что наибольшее значение в построенной ими гравитационной модели внешней торговли имеет зависимость объемов торговли между регионами от величины относительных барьеров. Ниже приведены три важных следствия, выведенных в рассматриваемой статье:

– Торговые барьеры сильнее снижают объемы торговли, скорректированные на величину экономик, между крупными странами (имеются в виду размеры экономики, а не географическая протяженность).

– Торговые барьеры сильнее снижают объемы внутренней торговли, скорректированные на величину экономик, в небольших странах.

– Торговые барьеры тем сильнее увеличивают отношение объемов внутренней торговли, скорректированных на величину экономики, в стране 1 к объемам двусторонней торговли между странами 1 и 2, чем меньше страна 1 и чем больше страна 2.

В завершение своей теоретической модели авторы статьи моделируют ненаблюдаемый фактор торговых издержек t_{ij} , введенный ранее, предполагая, что t_{ij} выражается логарифмически линейной функцией:

$$t_{ij} = b_{ij} d_{ij}^{\rho} \quad (6)$$

где d_{ij} – расстояние между регионами i и j , b_{ij} – переменная, равная единице, если регионы i и j расположены внутри одной страны, и сумме единицы и тарифного эквивалента таможенных препятствий для торговли, если их разделяет государственная граница.

Авторы отмечают, что другие исследователи часто добавляют в вышеприведенное выражение и другие факторы, например, дамми переменную, показывающую, есть ли у

рассматриваемых регионов общая граница, или совпадает ли в них государственный язык. Причина, по которой подобные переменные не были добавлены в модель в рассматриваемой статье, состоит в том, что одной из задач, которую ставили перед собою авторы, была проверка результатов, полученных в исследовании McCallum (1995), что, соответственно, требовало как можно большего сходства в спецификации моделей.

Таким образом, теоретическая форма гравитационного уравнения, полученная в исследовании Anderson и Wincoop, выглядит следующим образом:

$$\ln x_{ij} = k + \ln y_i + \ln y_j + (1 - \sigma)\rho \ln d_{ij} + (1 - \sigma) \ln b_{ij} - (1 - \sigma) \ln P_i - (1 - \sigma) \ln P_j \quad (7)$$

где k – константа.

Главное отличие полученной модели от стандартной:

$$\ln x_{ij} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln y_i + \alpha_3 \ln y_j + \alpha_4 \ln d_{ij} + \alpha_5 \delta_{ij} + \varepsilon_{ij},$$

состоит в наличии двух слагаемых с ценовыми индексами, которые зависят от расстояния между всеми регионами и наличия границы между ними. Это означает, что пропущенные переменные в стандартной спецификации гравитационной модели могут являться причиной смещенности оценок.

Эмпирическая проверка теоретической гравитационной модели внешней торговли в статье проводилась в два этапа: на первом рассматривалась торговля только между штатами США и Канады, на втором – в рассмотрение включались и некоторые другие страны.

В двустрановой модели авторы статьи использовали данные о взаимной торговле между 30 штатами США и 10 провинциями Канады. В многострановой модели к этим наблюдениям также добавлялись данные о торговле штатов и провинций с ещё 20 странами.

В двухстрановой модели может быть записано следующее выражение для ранее введенной переменной b : $b_{ij} = b^{1-\delta_{ij}}$, где δ_{ij} – дамми-переменная, равная единице, если регионы i и j находятся в пределах одной страны, и равная нулю, если они находятся в разных странах. При этом $b-1$ представляет собой тарифный эквивалент торгового барьера на границе двух рассматриваемых государств.

Тогда выражение (7) принимает вид:

$$\ln z_{ij} \equiv \ln \left(\frac{x_{ij}}{y_i y_j} \right) = k + \alpha_1 \ln d_{ij} + \alpha_2 (1 - \delta_{ij}) - \ln P_i^{1-\sigma} - \ln P_j^{1-\sigma} + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

Как было указано ранее, четвертое и пятое слагаемые являются ненаблюдаемыми переменными. Их неявное выражение через наблюдаемые величины имеет вид:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} \theta_i e^{\alpha_1 \ln d_{ij} + \alpha_2 (1-\delta_{ij})} \quad (9)$$

Векторная форма записи гравитационного уравнения принимает следующую форму:

$$\ln \mathbf{z} = h(\mathbf{d}, \boldsymbol{\delta}, \boldsymbol{\theta}; k, \alpha_1, \alpha_2) + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (10)$$

где h – это правая часть выражения (8) после подстановки в неё равновесного значения P из (9), а выделенные переменные – вектора, элементами которых являются соответствующие использованные ранее скалярные величины.

При эмпирической оценке многострановой модели авторы предполагали, что переменная b_{ij} торгового барьера различается для следующих направлений торговли: США - Канада, США – остальной мир, Канада – остальной мир, остальной мир – остальной мир (имеется в виду торговля включенных в модель 20 стран друг с другом).

Оценка многострановой модели практически идентична двустрановому случаю, за тем исключением, что авторы вводят дополнительные (упрощающие расчеты) предположения об остатках:

$$\sum_{j \in ROW} (\varepsilon_{US,j} + \varepsilon_{j,US}) = 0$$

$$\sum_{j \in ROW} (\varepsilon_{CA,j} + \varepsilon_{CA,US}) = 0$$

$$\sum_{\substack{i,j \in ROW \\ i \neq j}} \varepsilon_{ij} = 0$$

где индекс ROW означает “rest of the world”, то есть используемые в моделировании 20 стран, за исключением США и Канады.

Полученные в работе оценки параметров для двустрановой и многострановой модели представлены в таблице ниже.

Таблица 1 - Оценки параметров, полученные Anderson и Wincoop

		Двустрановая модель	Многострановая модель	
Параметры	(1 - σ) ρ	-0.79 (0.03)	-0.82 (0.03)	
	(1 - σ)lnb _{US,CA}	-1.65 (0.08)	-1.59 (0.08)	
	(1 - σ)lnb _{US,ROW}		-1.68 (0.07)	
	(1 - σ)lnb _{CA,ROW}		-2.31 (0.08)	
	(1 - σ)lnb _{ROW,ROW}		-1.66 (0.06)	
	Средние значения ошибок	US-US	0.06	0.06
		CA-CA	-0.17	-0.02
		US-CA	-0.05	-0.04

Как видно из таблицы, оценки параметра торгового барьера между Канадой и США получились довольно близкими для двустрановой и многострановой модели. Более того, оценки соответствующих параметров для других стран также не сильно отличаются от этого значения.

Эмпирическая оценка теоретической модели, предложенной Anderson и Wincoop в работе 2003 года, возможна при решении сложной системы нелинейных уравнений (9).

Сами авторы работы при получении оценок пользовались нелинейным методом наименьших квадратов. В статье Baier и Bergstrand «Bonus vetus OLS: A simple method for approximating international trade-cost effects using the gravity equation» 2009 года предложен другой метод, значительно упрощающий эконометрическое оценивание оригинальной теоретической модели.

Идея авторов статьи крайне проста и, как оказывается в дальнейшем, весьма продуктивна: разложить выражения для ценовых индексов Π_i и P_j в ряд Тейлора, по формуле $f(x_i) = f(x) + f'(x)(x_i - x)^2$ в точке x .

Авторы справедливо отмечают, что в этом случае решение будет чувствительно к выбору точки, в окрестности которой проводится разложение. В качестве такой точки для дальнейшей работы ими была выбрана точка симметричных пограничных барьеров, то есть точка, в которой $t_{ij}=t_{ji}=t$.

После некоторых математических преобразований авторы получили, что в выбранной точке разложения $\Pi_i = P_j = t^{1/2}$.

В этом симметричном случае гравитационное уравнение можно переписать в виде:

$$\frac{X_{ij}}{Y_i Y_j / Y^T} = \left(\frac{t_{ij}}{t_i(\theta) t_j(\theta) / t^T(\theta)} \right)^{-(\sigma-1)}, \quad (11)$$

$$\text{где } t_i(\theta) = \prod_{k=1}^N t_{ik}^{\theta_k}, \quad t^T(\theta) = \prod_{k=1}^N \prod_{m=1}^N t_{km}^{\theta_k \theta_m}.$$

Это соотношение может быть оценено обычным методом наименьших квадратов, в отличие от формы (7) гравитационного уравнения, полученного в работе Anderson и Wincoop.

Единственное, что остается сделать перед эконометрической оценкой выражения (11), заменить ненаблюдаемую переменную торговых издержек t на какую-либо наблюдаемую переменную. Baier и Bergstrand в своей работе используют следующее выражение:

$$t_{ij} = d_{ij}^{\rho} e^{-\alpha(1-Border_{ij})},$$

где d_{ij} – расстояние между регионами i и j , $Border_{ij}$ – дамми-переменная существования взаимной сухопутной государственной границы.

Тогда выражение (11) в логарифмической форме примет вид:

$$\ln x_{ij} = \beta_0 + \ln y_i + \ln y_j - \rho(\sigma - 1) \ln d_{ij} - \alpha(\sigma - 1) Border_{ij} + \rho(\sigma - 1) \ln MRDist_{ij} + \alpha(\sigma - 1) MRBorder_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (12)$$

где

$$MRDist_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k \ln d_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m \ln d_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln d_{km},$$

$$MRBorder_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k \ln Border_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m \ln Border_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln Border_{km}$$

Для эмпирической проверки модели авторы использовали тот же набор данных, что и Anderson и Wincoop в работе 2003 года.

Таблица 2 - Оценки параметров, полученные Baier и Bergstrand

Параметры	(1)	(2)	(3)	(4)
	МНК, без членов, учитывающих "многостороннее сопротивление"	Модель Anderson и Wincoop, двустрановая	Модель Anderson и Wincoop, многострановая	МНК, с членами, учитывающими "многостороннее сопротивление"
Коэффициент перед d	-1.06	-0.79	-0.82	-0.82
	0.04	0.03	0.03	0.04
Коэффициент перед b	-0.71	-1.65	-1.59	-1.11
	0.06	0.08	0.08	0.07
R ²	0.42	-	-	0.36
Число наблюдений	1511	1511	1511	1511

Как видно из приведенной таблицы, результаты, полученные Baier и Bergstrand хорошо соотносятся с теми, что были получены в работе Anderson и Wincoop.

Согласно полученным результатам, увеличение расстояния между регионами на единицу приводит к уменьшению торговых потоков между этими регионами на 0.82. Наличие взаимной сухопутной границы между регионами также оказывает негативное влияние на величину торговых потоков (соответствующий коэффициент равен -1.11).

Влияние расстояния между регионами на величину торговых потоков между ними получилось приблизительно таким же, как и в работе Anderson, однако эффект наличия государственной границы между рассматриваемыми регионами оказался несколько меньше.

Важный вопрос, который также рассмотрен в статье – возможность получения оценок сравнительной статистики.

После того, как получены оценки коэффициентов в выражении (12), становится возможным подсчитать численную величину эффекта от установления или снятия таможенного контроля между двумя рассматриваемыми регионами (таможенный барьер – лишь один из возможных, как указывалось ранее; величина эффекта может быть оценена аналогичным образом и для других типов барьеров). Согласно работе Baier и Bergstrand, из выражения (12) следует, что эта величина будет определяться следующим соотношением:

$$\begin{aligned}
 BB_{ij} = \ln x_{ij} - \ln x_{ij}^* = -\alpha(\sigma - 1) & \left[1 - \sum_{k=1}^N \theta_k \ln Border_{ik} - \right. \\
 & \left. - \sum_{m=1}^N \theta_m \ln Border_{mj} + \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln Border_{km} \right] \quad (13)
 \end{aligned}$$

где x_{ij}^* - величина торгового потока в отсутствии таможенного барьера.

Авторы оценили величину эффекта для случая двустрановой модели (США и Канада), в которой рассматривалось только взаимодействие между штатами США и канадскими провинциями.

При этом второй член в квадратных скобках в выражении (13) представляет собой не что иное, как долю канадского ВВП в суммарном ВВП США и Канады, а третий член, соответственно – долю ВВП США в суммарном ВВП США и Канады. Таким образом, сумма этих слагаемых равна единице, а величина искомого эффекта получается равной произведению коэффициента $-\alpha(\sigma - 1)$, полученного при эконометрической оценке выражения (12), и третьего слагаемого из квадратных скобок. Авторы получили, что отношение объема торговли между США и Канадой при наличии таможенного барьера к тому же объему при отсутствии барьера составляет 0.78. Эта величина больше, чем та оценка, что была получена в работе Anderson и Wincoop (0.56).

Авторы указывают на то, что в соответствии с предложенным ими методом могут быть получены оценки для эффекта установления или снятия таможенных барьеров в целом для пар стран, однако более детальная оценка – эффекта для какой-либо пары регионов рассматриваемых стран – будет достаточно грубой, так как выражение (13) будет принимать одно и то же значение для всех пар регионов. В этом случае оценки, основанные на более сложном методе, предложенном в работе Anderson и Wincoop, дадут более точный результат.

В работах Anderson и Wincoop и Baier и Bergstrand при построении моделей использовалась переменная торговых издержек торговли между двумя регионами – t . В упрощенном случае ее можно интерпретировать как некоторую комбинацию расстояния между рассматриваемыми регионами и факта наличия или отсутствия таможенных барьеров между ними. Достаточно очевидно, что это несколько грубая оценка, и для полноты картины целесообразно было бы использовать ряд других факторов, тем или иным образом характеризующих торговые издержки торговли.

В статье Baxter, Kouparitsas “What determines bilateral trade flows?” была сделана попытка выявить факторы, которые оказывают значимый эффект на объемы внешней торговли, причем в качестве базовой модели для эмпирических оценок использовалась гравитационная модель внешней торговли.

В качестве независимой переменной авторы использовали величину суммарного торгового потока между двумя странами (экспорт из i в j и из j в i).

В качестве переменных, которые могли бы служить объясняющими при эмпирической оценке, авторы рассматривали показатели, которые могут быть разделены на следующие 7 групп (подробнее о них ниже после описания):

- Гравитационные переменные;
- Факторы производства;
- Стадия развития;
- Схожесть структуры экономики;
- Препятствия свободным потокам товаров и капитала;
- Валютный союз;
- Волатильность обменного курса;

Первая группа, которую авторы назвали «гравитационные переменные», в основном состоит из переменных, которые рассматривались в академических работах ранее – это величины, которые традиционно входят в стандартную гравитационную модель внешней торговли. Эта группа переменных используется авторами в дальнейшем при всех спецификациях моделей: целью их работы была проверка того, какие переменные помимо «гравитационных» могли бы ещё оказывать влияние на объемы внешней торговли.

Первой из «гравитационных переменных» является расстояние между парами стран, обменивающихся товарами. Эта величина оказывает прямое влияние на размер торговых издержек: при прочих равных предполагается, что чем дальше друг от друга расположены две рассматриваемые страны, тем выше транспортные издержки, и тем ниже, соответственно, объемы взаимной торговли.

Вторая «гравитационная переменная», также являющаяся вполне традиционной в литературе, это наличие общей сухопутной границы. Как замечают авторы статьи, исследования показывают, что зависимость объемов торговли от расстояния между рассматриваемыми странами является нелинейной: между странами, у которых есть общая граница, торговля идет интенсивнее, чем между странами, расположенными на таком же расстоянии друг от друга, но общей границей не обладающими. Заметим, что содержательной интерпретацией этого явления может служить, к примеру, тот факт, что при торговле между двумя граничащими странами товарам необходимо пресечь только одну границу и, соответственно, только одну таможенную.

Еще одной переменной, которую авторы отнесли к классу «гравитационных», являются культурные различия. Наиболее общепринятой мерой этого показателя считается наличие общего языка в рассматриваемых странах.

Кроме того, в этот же набор переменных авторы включили дамми-переменную, которая показывает, являлась ли когда-либо одна из рассматриваемых стран колонией другой страны (в этом случае переменная принимает значение «1»). Другая дамми-переменная берется равной единице, если обе рассматриваемые страны были колонией третьей страны. Эти переменные, по сути, являются ещё одним показателем культурной близости, однако они могут характеризовать и близость экономическую: если в колониальные времена между рассматриваемыми регионами была установлена определенная экономическая связь, логично предположить, что при обретении независимости сохранить имеющиеся торговые связи значительно проще, чем искать новые.

Наконец, последней переменной в ряду «гравитационных» в статье выступает масштаб экономик рассматриваемых стран. Наряду с расстоянием между странами это одна из наиболее традиционных переменных в литературе, посвященной гравитационным моделям внешней торговли. Гипотеза состоит в том, что при прочих равных чем больше экономика, тем больше товаров она будет экспортировать и импортировать; соответственно, тем больше будут объемы двусторонней торговли с другими странами. В качестве меры масштаба экономики авторы выбрали ВВП на душу населения.

Следующая группа переменных, которая рассматривается в работе Baxter и Kouparitsas, это группа факторов производства. В соответствии с теоретической моделью Heckscher-Ohlin, объемы торговли между какими-либо двумя странами должны быть тем больше, чем сильнее различия в обеспеченности этих двух стран факторами производства.

Авторы статьи используют в своей модели три основных фактора производства: человеческий капитал, физический капитал и земля.

В качестве меры человеческого капитала авторы используют две переменных. Первая представляет собой произведение среднего количества лет школьного образования в двух рассматриваемых странах (или сумма в логарифмическом представлении). Эта переменная, замечают авторы, не очень широко используется в литературе. Тем не менее, в статье предполагается, что она отражает масштаб обеспеченности человеческим капиталом в обеих экономиках, аналогично тому, как ВВП стран отражают размеры экономик.

Вторая мера человеческого капитала более традиционна и представляет собой отношение наибольшего среднего количества лет образования к наименьшему.

Аналогичным образом в работе выстраиваются две меры физического капитала и две меры обеспеченности землей, причем вместо среднего количества лет образования

используется, соответственно, средняя обеспеченность одного работника физическим капиталом и объем сельскохозяйственных земель на душу населения.

Авторы отмечают, что разница в уровне развития рассматриваемых стран оказывает влияние на объемы двусторонней торговли между ними. С тем, чтобы учесть эту разницу в статье используются две переменные.

Первая представляет собой дамми-переменную, которая принимает значение «1», если обе страны рассматриваемой пары относятся к развитым странам или к развивающимся странам, и значение «0», если одна из этих стран – развитая, а другая – развивающаяся. При этом авторы замечают, что в литературе не существует явных свидетельств того, какой направленности эффект будет иметь построенная переменная на объемы двусторонней торговли. С одной стороны, указано в статье, работа Helpman и Krugman 1985 года предполагает большие и растущие объёмы торговли между развитыми странами, за счет товаров, произведенных в условиях монополистической конкуренции. С другой стороны, согласно модели Heckscher-Ohlin, наибольшие объемы торговли должны наблюдаться между странами, максимально отличающимися друг от друга.

Вторая переменная, которую вводят авторы для учета разницы в уровне развития рассматриваемых стран, отражает разницу в структуре производства этих стран. Для этого используется следующий индекс:

$$ISI_{ij} = \frac{\sum_{i=n}^N s_{in} s_{jn}}{\sqrt{\sum_{i=n}^N s_{in}^2} \sqrt{\sum_{i=n}^N s_{jn}^2}} \quad (14)$$

где s_{in} – доля отрасли промышленности n в ВВП страны i .

Данный индекс принимает значения от нуля до единицы. В первом случае это означает, что у рассматриваемых стран абсолютно одинаковая структура производства, а во втором случае – что эти страны специализируются на совершенно различных отраслях производства (если $s_{in} > 0$, то $s_{jn} = 0$).

В рассмотренных работах Anderson, Baier, Bergstrand и других авторов гравитационная спецификация уравнения торговых потоков выводится из предположений о том, что механизм работы процессов международной торговли базируется на предположениях модели монополистической конкуренции (дифференцированный продукт).

Работа Eaton, Kortum “Technology, Geography and Trade” предлагает другой подход к рассматриваемой проблеме. В данной статье построена рикардианская модель внешней торговли с добавлением элементов, позволяющих включить географические барьеры в классический вариант этой модели.

Как замечают авторы статьи, большинство работ в области международной торговли не могут одновременно объяснять четыре наблюдающихся в реальном мире факта, а именно:

- Величина торговых потоков сильно падает с ростом расстояния между экспортером и импортером;
- Цены на товары различаются в зависимости от географической области, причем эти различия тем больше, чем больше расстояния между рассматриваемыми областями;
- Доли факторов производства для одних и тех же товаров различаются по странам;
- Относительная производительность стран очень сильно варьируется в зависимости от отрасли народного хозяйства.

Первые два факта, в сущности, означают, что географические особенности расположения стран (в частности, расстояния до торговых партнеров) играют заметную роль в процессе формирования структуры международной торговли.

Третий и четвертый факты подразумевают, что страны обладают разными технологиями в производстве различных товаров и различными запасами факторов.

Для того чтобы получить модель, которая бы могла объяснить все четыре перечисленные выше факта, авторы статьи взяли за основу работу Dornbusch, Fischer, and Samuelson 1977 года, представляющую собой рикардианскую модель торговли с двумя странами и континуумом товаров. Добавление вероятностной формы технологической гетерогенности естественным образом позволило авторам расширить модель до модификации со многими странами, разделенными географическими барьерами.

Полная теоретическая модель, выстроенная в статье, представляет собой модель общего равновесия, которая затем оценивается авторами на данных по 19 странам ОЭСР за 1990 год. Для целей настоящего исследования наибольшую ценность представляет переход от рикардианской постановки задачи к некоторой вариации гравитационного уравнения внешней торговли, что и будет в подробностях рассмотрено далее.

В теоретической модели авторы статьи предполагают, что страны обладают различными уровнями технологиями, поэтому эффективность производства различается между различными странами и товарами.

Кроме того, предполагается существование континуума товаров $j \in [0;1]$. Технологическая эффективность страны i в производстве товара j обозначается авторами как $z_i(j)$.

В модели предполагается, что для производства единицы любого товара в рассматриваемой стране используется один и тот же набор факторов производства c_i (включая природные ресурсы, труд и т.д.).

Стоимость производства единицы товара j в стране i предполагается равной $c_i/z_i(j)$. Таким образом, эффективность производства $z_i(j)$ в данном случае представляет собой количество единиц товара j , которое может быть получено при использовании набора факторов производства c_i в стране i .

Для введения в модель географических барьеров торговли авторы используют стандартное предположение Самуэльсона о существовании издержек айсберга (iceberg costs): предполагается, что доставка единицы товара из страны i в страну n требует производства d_{ni} единиц товара. При этом $d_{ii} = 1$, $d_{ni} > 1$ при $n \neq i$, $d_{ni} \leq d_{nk}d_{ki}$. Таким образом, для доставки единицы товара из одной страны в другую требуется произвести больше единицы этого товара – «лишняя» часть пойдет либо на уплату таможенных пошлин, либо будет утеряна при транспортировке и т.д.

При таких предположениях стоимость единицы товара j , произведенного в стране i , в стране n будет равна стоимости производства такого количества товара j , которое необходимо получить, чтобы после транспортировки в стране n оказалась одна единица этого товара:

$$p_{ni}(j) = \left(\frac{c_i}{z_i(j)} \right) d_{ni} \quad (15)$$

Авторы также предполагают наличие совершенной конкуренции. В этом случае цена $p_{ni}(j)$ – это цена, которую заплатили бы в стране n , если бы решили покупать товар j именно в стране i . Однако при наличии совершенной конкуренции товар будет куплен по минимальной возможной цене:

$$p_n(j) = \min \{ p_{ni}(j); \quad i = 1, \dots, N \} \quad (16)$$

где N – количество всех стран.

При наличии таких цен покупатели выбирают количество товара $Q(j)$, которое бы максимизировало их CES функцию полезности:

$$U = \left[\int_0^1 Q(j)^{(\sigma-1)/\sigma} dj \right]^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (17)$$

где σ – эластичность замещения товаров. Предполагается, что $\sigma > 1$.

Один из основных блоков модели, выстраиваемой авторами – введение технологии производства. В работе предполагается, что технологическая эффективность страны i в производстве товара j – это реализация некоторой случайной величины Z_i (независимо для каждого товара j), имеющей распределение Фреше:

$$F_i(z) = e^{-T_i z^{-\theta}}, T_i > 0, \quad \theta > 1 \quad (18)$$

По Закону больших чисел, $F_i(z)$ – это доля товаров, эффективность производства которых для страны i меньше z . Это распределение независимо для каждой из стран. Параметр T_i принимает разные значения для всех стран; большее значение этого параметра у какой-нибудь страны означает, что вероятность случайного возникновения более высокой эффективности при производстве любых товаров в этой стране более вероятна.

Параметр θ одинаков для всех стран и отражает степень вариации внутри распределения. Большие значения θ означают меньше вариативности (то есть в этом случае страна с большей вероятностью будет обладать высокой производительностью в производстве всех товаров, чем в производстве только части товаров; аналогично и для низкой производительности).

Подставляя (15) в (18), авторы получают распределение для цен:

$$G_{ni}(p) = \Pr[P_{ni} \leq p] = 1 - F_i(c_i d_{ni} / p) = 1 - e^{-T_i (c_i d_{ni})^{-\theta} p^\theta} \quad (19)$$

Тогда распределение для минимальной возможной цены, которую и будут платить потребители, будет иметь вид:

$$G_n(p) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - G_{ni}(p)] = 1 - e^{-\Phi_n p^\theta} \quad (20)$$

где параметр Φ_n :

$$\Phi_n(p) = \sum_{i=1}^N T_i (c_i d_{ni})^{-\theta} \quad (21)$$

Этот параметр, как отмечают авторы, имеет большое значение, так как его изменения отражают влияние одновременно технологий во всех странах мира, стоимости факторов производства во всех странах мира, а также величины географических барьеров между рассматриваемой страной n и всеми остальными странами.

Путем математических преобразований может быть получена величина вероятности того, что страна n будет покупать товар j именно у страны i :

$$\begin{aligned} \pi_{ni} &= \Pr[P_{ni}(j) \leq \min\{P_{ns}(j); s \neq i\}] = \\ &= \int_0^\infty \prod_{s \neq i} [1 - G_{ns}(p)] dG_{ni}(p) = \frac{T_i (c_i d_{ni})^{-\theta}}{\Phi_n} \end{aligned} \quad (22)$$

Эта вероятность также представляет собой долю расходов страны n на товары, произведенные в стране i , то есть:

$$\frac{X_{ni}}{X_n} = \frac{T_i(c_i d_{ni})^{-\theta}}{\Phi_n} = \frac{T_i(c_i d_{ni})^{-\theta}}{\sum_{k=1}^N T_k(c_k d_{nk})^{-\theta}} \quad (23)$$

где X_n – все расходы страны n , X_{ni} – расходы страны n на товары страны i .

В полученном выражении уже можно выделить некоторые характерные элементы гравитационной спецификации уравнения торговли. Для придания выражению (23) более явного вида проводятся некоторые преобразования, позволяющие получить выражение для величины экспорта страны i :

$$Q_i = \sum_{m=1}^N X_{mi} = T_i c_i^{-\theta} \sum_{m=1}^N \frac{d_{mi}^{-\theta} X_m}{\Phi_m} \quad (24)$$

Тогда выражение (24) принимает вид:

$$X_{ni} = \frac{X_n Q_i}{\sum_{m=1}^N \frac{d_{mi}^{-\theta}}{\Phi_m} X_m} \frac{d_{ni}^{-\theta}}{\Phi_n} = \frac{X_n Q_i}{\sum_{m=1}^N \left(\frac{d_{mi}}{p_m}\right)^{-\theta} X_m} \left(\frac{d_{ni}}{p_n}\right)^{-\theta} \quad (25)$$

Как и в стандартном гравитационном уравнении, в полученное выражение входят величина полных продаж экспортера Q_i (выпуск экспортера, измеренный в терминах объема произведенной продукции) и величина всех приобретений импортера X_n (выпуск импортера, измеренный в терминах потребленной продукции).

Остальные элементы полученного гравитационного уравнения несколько отличаются от стандартных. Величина географических барьеров между странами (расстояние) входит в полученное соотношение, причем в отрицательной степени, как и в классическом случае, но здесь она дефлируется уровнем цен p_n в стране-импортере. Авторы интерпретируют этот результат следующим образом: чем сильнее конкуренция в стране-импортере n , тем ниже цена на ее рынке p_n , что затрудняет доступ для товара страны i на рынок страны n точно так же, как и повышение географических барьеров. Заметим, что такая интерпретация не вполне убедительна: ранее величина p_n была введена, как минимальная цена, которую будут платить потребители в стране n за некоторый товар. Исходя из этой логики, повышение конкуренции в стране n означает появление какой-либо страны k , готовой продать рассматриваемый товар по более низкой цене, чем страна i ; в этом случае страна n просто будет закупать товар именно у этой страны k , а не у страны i .

Знаменатель дроби полученного соотношения представляет собой взвешенное по величине затрат расстояние от страны i до всех остальных стран, что вводит в модель понятие относительности расстояния: объемы торговли между двумя странами будут тем больше, чем меньше будет расстояние между ними по сравнению с расстояниями до других стран.

Статья Deardorff “Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?” посвящена задаче выявления связи между классической моделью международной торговли Хекшера-Олина и гравитационной моделью торговли.

Автор отмечает, что до недавнего времени для гравитационной модели внешней торговли не существовало строгого теоретического фундамента. И, хотя в последние годы появилось некоторое количество работ, направленных на поиск этого фундамента, ни одна из них на тот момент не могла связать теоретические предпосылки, лежащие в основе модели Хекшера-Олина, с традиционной формой гравитационного уравнения торговли. Поиск таких связей и является основной задачей статьи.

В работе рассмотрено два основных случая: свободная от барьеров торговля и торговля при наличии барьеров.

Первый случай является значительно менее интересным, чем второй, так как подразумевает отсутствие ключевого элемента гравитационного уравнения торговли – расстояния (или, в общем, географических барьеров) между экспортером и импортером. В данной работе будет рассматриваться только второй случай, описанный в статье Deardorff – торговля при наличии барьеров.

В модели, которую предлагает автор, предполагается наличие положительных барьеров для торговли любыми товарами между любыми странами. При этом нет никакого требования по отношению к абсолютной величине этих барьеров, главное условие, что они всегда положительные.

Автор указывает на то, что в соответствии с моделью Хекшера-Олина, две страны не могут торговать между собой, если они обладают одинаковыми ценами на факторы производства: в этом случае и издержки производства должны быть одинаковыми, следовательно, при совершенной конкуренции иностранные производители не смогут конкурировать с внутренними из-за ненулевых издержек транспортировки.

Тем не менее, как отмечается в статье, в реальном мире наблюдается торговля практически между любыми парами стран, следовательно, необходимо предположить существование различающихся цены на факторы производства в каждой паре стран.

Кроме того, одним из базовых предположений модели является то, что количество товаров намного больше количества факторов производства, возможно, даже бесконечно.

В случае отсутствия барьеров для торговли различные цены на факторы производства в разных странах очень существенно ограничивали бы количество товаров, которые две каких-либо страны могли бы производить одновременно. Однако, если барьеры для торговли все же вводятся в модель, то, замечает автор статьи, предыдущая фраза утрачивает силу, так как теперь некоторые товары могут стать неторгуемыми. В этом случае на рынке одной страны могут одновременно присутствовать и местные товары, и товары, произведенные за рубежом, в том случае, если разница между издержками производства внутри страны и за рубежом в точности равна разнице между транспортными издержками.

Если издержки транспортировки каждого товара между любой парой стран являются фиксированными, то потребители в каждой стране будут покупать каждый конкретный товар только у одного производителя –внутреннего или находящегося в другой стране (в зависимости от соотношения издержек производства и транспортировки).

Далее автор делает достаточно сильное обобщающее предположение: в дальнейшем предполагается, что каждый товар производится только в одной стране. Данное предположение ставит знак равенства между двумя ситуациями: первая из них состоит в том, что потребители в рассматриваемой стране будут покупать каждый товар у единственной страны, в зависимости от суммарных издержек производства и транспортировки, а вторая в том, что каждый товар производится только в одной стране и, соответственно, потребители во всех остальных странах будут покупать его только у нее.

В статье подчеркивается, что в реальности это, конечно, две совершенно разные ситуации, но с точки зрения покупателя товара в рассматриваемой стране они идентичны: он покупает каждый товар только у одного производителя из фиксированной страны. Дальнейшее развитие модели строится именно на этом предположении, с оговорками о его несовершенстве.

Издержки транспортировки между странами i и j , как и во многих других работах вводятся в форме издержек айсберга (iceberg costs) и равны $(t_{ij} - 1)$.

Потребители в стране j максимизируют CES функцию полезности:

$$U^j = \left(\sum_i \beta_i c_{ij}^{\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right)} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (26)$$

где c_{ij} – потребление товара, произведенного в стране i , страной j , $\sigma > 0$ – эластичность замещения между товарами, β_i – коэффициент пропорциональности.

С учетом бюджетного ограничения $Y_j = p_j x_j$, отражающего доход рассматриваемой страны j от продажи производимых в ней товаров, максимизация функции полезности (26) дает следующее решение задачи потребителя:

$$c_{ij} = \frac{1}{t_{ij} p_i} Y_j \beta_i \left(\frac{t_{ij} p_i}{p_j^I} \right)^{1-\sigma} \quad (27)$$

где p_j^I – ценовой индекс:

$$p_j^I = \left(\sum_i \beta_i t_{ij}^{1-\sigma} p_i^{1-\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)} \quad (28)$$

В таком случае объем экспорта из страны i в страну j , который определяется, как произведение потребления товаров из i в j и цены, будет равен:

$$T_{ij} = \frac{1}{t_{ij}} Y_j \beta_i \left(\frac{t_{ij} p_i}{p_j^I} \right)^{1-\sigma} \quad (29)$$

Из этого соотношения видно, что при положительных значениях σ объем торговли между странами будет уменьшаться по мере роста расстояния между ними (издержки транспортировки t , в более узком смысле можно трактовать как расстояние).

Для того, чтобы привести выражение (29) к виду, более приближенному к стандартной форме гравитационного уравнения торговли, в работе вводится параметр θ_i – доля ВВП страны i в общемировом, и делается ряд преобразований:

$$\theta_i = \frac{Y_i}{Y^W} = \frac{p_i x_i}{Y^W} = \frac{1}{Y^W} \sum_j \beta_i p_j x_j \left(\frac{t_{ij} p_i}{p_j^I} \right)^{1-\sigma} = \beta_i \sum_j \theta_j \left(\frac{t_{ij} p_i}{p_j^I} \right)^{1-\sigma} \quad (30)$$

Отсюда автор получает выражение для β_i :

$$\beta_i = \frac{Y_i}{Y^W} \frac{1}{\sum_j \theta_j \left(\frac{t_{ij} p_i}{p_j^I} \right)^{1-\sigma}} \quad (31)$$

Подстановка этого выражения в соотношение (29) дает:

$$T_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y^W} \frac{1}{t_{ij}} \frac{\left(\frac{t_{ij}}{p_j^I} \right)^{1-\sigma}}{\sum_h \theta_h \left(\frac{t_{ih}}{p_h^I} \right)^{1-\sigma}} \quad (32)$$

Если дополнительно нормировать p_i в (28) к единице, то можно получить итоговое выражение для объема торговли между страной i и страной j :

$$T_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y^W} \frac{1}{t_{ij}} \frac{\rho_{ij}^{1-\sigma}}{\sum_h \theta_h \rho_{ih}^{1-\sigma}}, \quad (33)$$

где

$$\rho_{ij} = \frac{t_{ij}}{p_j^I} = \frac{t_{ij}}{\left(\sum_i \beta_i t_{ij}^{1-\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)}} \quad (34)$$

Как видно, в выражении (33) присутствуют все характерные черты гравитационного уравнения торговли. Объемы торговли прямо пропорциональны ВВП двух торгующих стран, которые входят в полученное соотношение с единичными эластичностями. Кроме того, ρ_{ij} здесь можно трактовать, следуя за автором статьи, как «относительное расстояние» между двумя странами, в силу того, что в формуле (34) в знаменателе содержится взвешенная сумма расстояний до других стран. В этом случае затраты на транспортировку t_{ij} (или расстояние) влияют на объем торговли обратно пропорционально. Отметим, что при такой интерпретации остается несколько спорным экономический смысл знаменателя $\sum_h \theta_h \rho_{ih}^{1-\sigma}$, в котором происходит дополнительное усреднение расстояний.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ

2.1 Особенности внешней торговли России.

Большинство теоретических и эмпирических работ, посвященных гравитационным моделям внешней торговли, исходят из предположения о том, что участвующие в торговых отношениях государства с географической точки зрения можно рассматривать в качестве точек (как правило, совпадающих со столицами). В этом случае расстояние между государствами определяется как расстояние по прямой между этими точками, которое может быть легко измерено.

Такое предположение является допустимым в том случае, когда речь идет о некоторых современных государствах: их собственные географические размеры относительно невелики или, по крайней мере, сравнимы с расстояниями до их торговых партнеров. Однако в ряде случаев подобное упрощение модели будет вносить значительные искажения в моделируемую картину торговых отношений.

Наиболее ярким примером является Россия. Площадь ее территории огромна, площадь некоторых регионов сопоставима с площадью других государств, протяженность государственной границы весьма велика. Кроме того, немаловажным фактором является состояние внутренних транспортных связей, которое существенно ограничивает связь некоторых областей страны с остальной ее территорией. Моделирование России в глобальной торговой сети в качестве одной географической точки, находящейся в Москве (как это делается в отдельных исследованиях), представляется чрезмерным упрощением.

Следует также отметить, что все экспортные и импортные грузы могут пересечь российскую границу только в определенных точках, называемых пунктами пропуска, список и расположение которых регулируются законодательством Российской Федерации. Пункты пропуска могут располагаться на железнодорожной станции или вокзале, на автомобильной дороге, пересекающей границу (причем не обязательно непосредственно на самой границе), в морских и речных портах, аэропортах, открытых для международного сообщения.

Такое положение вещей приводит к тому, что фактическое расстояние, которое проходит экспортный или импортный груз между каким-либо российским регионом и иностранным торговым партнером, может существенно отличаться от расстояния по

прямой между двумя соответствующими географическими точками. Это может быть связано с отсутствием прямой, или отсутствием пункта пропуска на прямом торговом пути, который соединяет пункт отправления и пункт назначения; более того, реальные статистические данные показывают, что зачастую для перевозки товаров могут быть выбраны неоптимальные, на первый взгляд, маршруты: к примеру, перевозка товаров из Китая в регионы центральной части России может осуществляться не через российско-китайскую границу, а морским путем до балтийских портов, а затем уже железной дорогой до пункта назначения в российских регионах. Причины выбора таких маршрутов кроются, по всей видимости, в неоптимальном состоянии внутрироссийского транспортного сообщения и дополнительными издержками, которые приходится преодолевать импортерам.

Описанная специфика не позволяет моделировать внешнюю торговлю России в рамках предположений классической гравитационной модели. Первым приближением, в рамках которого может быть учтена пространственная составляющая торговли России, является модификация модели, включающая две новые компоненты: разбиение страны на субъекты федерации, которые могут быть рассмотрены в качестве самостоятельных агентов внешней торговли (подобный подход встречается в литературе, см., например, Anderson и Wincoop (2003)), и введение в модель пунктов пропуска на границе России – то есть мест физического прохождения товаров. В дальнейшем разработанную в настоящей работе модификацию гравитационной модели мы будем называть пространственной гравитационной моделью внешней торговли Российской Федерации.

2.2 Теоретическая пространственная гравитационная модель внешней торговли России.

Методологической основой предлагаемой в настоящей работе пространственной гравитационной модели внешней торговли России лежат две работы: статьи Anderson и Wincoop (2003) и Baier и Bergstrand (2009).

В соответствии с классической формулировкой гравитационной модели международной торговли мы предполагаем, что объем двусторонней торговли между двумя регионами мира (при прочих равных) положительно зависит от размеров экономик этих регионов (которые характеризуют размер внутреннего рынка импортера и производственные возможности экспортера) и отрицательно зависит от величины барьера для торговли между этими регионами. Кроме того, итоговая форма модели подразумевает, что объем торговли отрицательно зависит не только от барьера торговли между двумя регионами, но от величины этого барьера относительно средней величины барьеров для торговли со всеми остальными торговыми партнерами рассматриваемых регионов.

Ниже представлен детальный вывод основного эконометрического уравнения модели из базовых микроэкономических предположений.

Мы предполагаем, что существует конечное количество географических регионов (страны, внутренние области одной страны и т.д.), каждый из которых обладает независимой экономикой (то есть, к примеру, нет межрегиональных трансфертов), и которые торгуют между собой.

Будем считать, что существует один дифференцированный товар, каждая разновидность которого различается местом его производства. Иными словами, каждый существующий регион специализируется на производстве только одной разновидности товара. Предложение каждой разновидности товара фиксировано, то есть кривая предложения вертикальна.

Также будем предполагать наличие одинаковых предпочтений потребителей в различных регионах, которые задаются приведенной ниже функцией полезности с постоянной эластичностью замещения между товарами. Потребители региона j будут максимизировать функцию:

$$\left(\sum_i \beta_i^{(1-\sigma)/\sigma} c_{ij}^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (35)$$

при следующем бюджетном ограничении:

$$\sum_i p_{ij} c_{ij} = y_j \quad (36)$$

Здесь c_{ij} – потребление товаров региона i потребителями региона j , σ – эластичность замещения между товарами, показывающая, на сколько необходимо увеличить потребление одного товара при снижении потребления другого товара для того, чтобы величина полезности осталась неизменной, β_i – положительный параметр, отражающий веса потребления различных товаров в функции полезности, y_j – суммарный номинальный доход резидентов региона j , p_{ij} – цена товаров региона i для потребителей региона j .

Предположение о постоянной эластичности замещения товаров между рассматриваемыми странами является достаточно сильным, и традиционно делается в целях упрощения дальнейшего анализа. При этом следует понимать, что использование CES функции полезности обладает рядом недостатков, примером которых служит отсутствие разнообразия в предпочтениях потребителей (что, однако, частично объясняется начальным предположением о существовании одного дифференцированного товара).

В данной модели цены на товары различаются по регионам из-за наличия различных торговых издержек, которые могут быть, в том числе, и ненаблюдаемыми (транспортные затраты, таможенные пошлины, потери времени на границе и т.д.). Цену предложения в регионе-производителе товара обозначим через p_i , рост цены товара в результате присутствия торговых издержек – t_{ij} , таким образом выполняется равенство: $p_{ij} = p_i t_{ij}$.

Предполагается, что торговые издержки полностью несет экспортер. В эти издержки входят, к примеру, транспортные, таможенные и другие издержки. Записанное выше соотношение означает, что при транспортировке какого-либо товара из региона i в регион j экспортер несет издержки на единицу товара равные $t_{ij}-1$. Далее мы предполагаем, что эти издержки включаются в цену так, что итоговая цена, которую платит потребитель, и цена, которую получает производитель, отличается на величину транспортных издержек и других торговых издержек, которые приходится физически преодолеть товару при доставке до конечного потребителя. Номинальная стоимость экспорта из региона i в регион j составляет $x_{ij} = p_{ij} c_{ij}$ и складывается из стоимости

производства, $p_i c_{ij}$, и издержек транспортировки, $(t_{ij} - 1)p_i c_{ij}$. Суммарный доход региона i от экспортных операций при этом составляет $y_i = \sum_j x_{ij}$.

Величина спроса со стороны потребителей региона j на товары региона i , которая удовлетворяет соотношениям (3) - (4) и равна:

$$x_{ij} = \left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} y_j \quad (37)$$

где P_j – потребительский ценовой индекс, заданный формулой:

$$P_j = \left[\sum_i (\beta_i p_i t_{ij})^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)} \quad (38)$$

Полученное выражение для спроса показывает, что при увеличении суммарного номинального дохода агентов импортирующего региона y_j спрос будет повышаться, при росте издержек транспортировки t_{ij} или цены в регионе-экспортере p_i спрос будет падать. Кроме того, если цена на продукцию в каком либо третьем регионе будет расти, то спрос на продукцию региона i также возрастет (за счет повышения индекса P_j), что может быть интерпретировано следующим образом: чем больше цена, которую потребителю будет необходимо заплатить за продукцию третьей страны, тем с большей вероятностью он примет решение покупать продукцию рассматриваемого торгового партнера i .

Для достижения общего равновесия необходимо выполнение следующего условия:

$$\begin{aligned} y_i &= \sum_j x_{ij} = \sum_j (\beta_i p_i t_{ij} / P_j)^{1-\sigma} y_j = \\ &= (\beta_i p_i)^{1-\sigma} \sum_j (t_{ij} / P_j)^{1-\sigma} y_j, \quad \forall i \end{aligned} \quad (39)$$

Вышеприведенная системы уравнений, по сути, связывает объемы потребления между различными регионами. Для решения системы выражаем из выражения (39) величину $\beta_i p_i$ и подставляем ее в выражение для величины спроса (37), что позволит получить выражение для равновесных цен. Обозначив $y^w \equiv \sum_j y_j$ – номинальный доход мировой экономики, и $\theta_j \equiv y_j / y^w$ – долю ВВП страны j в мировом ВВП, получим:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^w} \left(\frac{t_{ij}}{\prod_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (40)$$

где

$$P_i \equiv \left(\sum_j (t_{ij} / P_j)^{1-\sigma} \theta_j \right)^{1/(1-\sigma)} \quad (41)$$

Подстановка величины $\beta_i p_i$ в (38) дает

$$P_j = \left(\sum_i (t_{ij} / P_i)^{1-\sigma} \theta_i \right)^{1/(1-\sigma)} \quad (42)$$

Система уравнений (41) - (42) позволяет выразить P_i и P_j через θ_i , t_{ij} и σ .

Для упрощения модели будем предполагать, что торговые барьеры симметричны, то есть что $t_{ij} = t_{ji}$. В этом случае из системы уравнений (41) - (42) следует, что $P_i = P_j$, и

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{1-\sigma} \theta_i t_{ij}^{1-\sigma}, \quad \forall j \quad (43)$$

Это уравнение дает неявное выражение для индекса цен через величину двусторонних торговых барьеров и доли доходов рассматриваемых регионов. Таким образом, получаем итоговую форму гравитационного уравнения:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^W} \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (44)$$

Теоретическая модель, которую будем использовать далее, представляет собой уравнение (5) при условии, что выполняется (43).

Из уравнения (5) следует, что объем двусторонней торговли между двумя регионами i и j зависит от величины двустороннего торгового барьера между этими регионами и произведения их ценовых индексов P_i и P_j . При этом объем двусторонней торговли между регионами i и j возрастает с ростом ценового индекса для одного из регионов: при фиксированном уровне двустороннего торгового барьера между рассматриваемыми регионами повышение торговых барьеров между, например, регионом j и остальными его торговыми партнерами снизит относительные цены на продукцию региона i и, соответственно, увеличит импорт товаров из i в j .

Для упрощения дальнейших преобразований и последующей эконометрической оценки воспользуемся подходом Baier и Bergstrand (2009) для преобразования полученной сложной системы нелинейных уравнений.

Этот подход состоит в том, чтобы разложить выражения (41) и (42) для ценовых индексов P_i и P_j по Тейлору, по формуле $f(x_i) = f(x) + f'(x)(x_i - x)^2$ в точке x , в которой $t_{ij}=t_{ji}=t$, то есть в которой достигается симметричность торговых барьеров.

Последнее предположение носит несколько упрощающий характер, так как не всегда таможенные процедуры двух стран создают абсолютно одинаковые препятствия для двусторонней торговли. Однако следует отметить, что в статье Baier и Bergstrand было показано, что подобное упрощение не сильно сказывается на итоговом результате.

Преобразуем, вслед за авторами статьи, выражение (41):

$$\begin{aligned}\tilde{\Pi}_i &= \Pi_i / t^{1/2} \equiv \left(\sum_j \theta_j (t_{ij} / t^{1/2})^{1-\sigma} / P_j^{1-\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)} = \\ &= \left(\sum_j \theta_j (t_{ij} / t)^{1-\sigma} / (P_j / t^{1/2})^{1-\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)}\end{aligned}\quad (45)$$

Аналогично, $\tilde{P}_j = P_j / t^{1/2}$, $\tilde{t}_{ij} = t_{ij} / t^{1/2}$.

Подстановка этих выражений в (45) дает:

$$\tilde{\Pi}_i = \left(\sum_j \theta_j (\tilde{t}_{ij} / \tilde{P}_j)^{1-\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)}\quad (46)$$

Переписывая полученное выражение в логарифмической форме:

$$e^{(1-\sigma)\ln\tilde{\Pi}_i} = \sum_j e^{\ln\theta_j} e^{(\sigma-1)\tilde{P}_j} e^{(1-\sigma)\ln\tilde{t}_{ij}}\quad (47)$$

и так как мы предполагаем, что $t_{ij}=t_{ji}=t$ и, следовательно, $\tilde{t}_{ij} = 1$, получим:

$$\begin{aligned}\tilde{\Pi}_i^{1-\sigma} &= \sum_j \theta_j / \tilde{P}_j^{1-\sigma}, \text{ откуда следует, что} \\ 1 &= \sum_j \theta_j (\tilde{\Pi}_i \tilde{P}_j)^{\sigma-1}\end{aligned}\quad (48)$$

Решением полученного уравнения является $\tilde{\Pi}_i = \tilde{P}_j = 1$. Отсюда следует, что

$$\Pi_i = P_j = t^{1/2}.$$

Разложение в ряд Тейлора до производной первого порядка выражения (47) и его аналога для \tilde{P}_j в окрестности точки $\tilde{t} = \tilde{\Pi}_i = \tilde{P}_j = 1$ дает следующую систему уравнений:

$$\ln \Pi = -\sum_{j=1}^N \theta_j \ln P_j + \sum_{j=1}^N \theta_j \ln t_{ij} \quad (49)$$

$$\ln P = -\sum_{i=1}^N \theta_i \ln \Pi_i + \sum_{i=1}^N \theta_i \ln t_{ij} \quad (50)$$

Решение этой системы, при подстановке $P_1=1$, выглядит следующим образом:

$$\ln \Pi_i = \sum_{j=1}^N \theta_j \ln t_{ij} + \sum_{k=1}^N \theta_k \ln t_{k1} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln t_{km}, \quad (51)$$

$$\ln P_j = \sum_{i=1}^N \theta_i \ln t_{ij} - \sum_{k=1}^N \theta_k \ln t_{k1} \quad (52)$$

Во втором из записанных соотношений первое слагаемое в левой части представляет собой не что иное, как взвешенное геометрическое (так как выражение записано в логарифмах) среднее торговых издержек, которые несет импортер j при перевозке товаров из всех стран-экспортеров i . При этом весами служат доли ВВП стран-экспортеров в мировой экономике. Чем выше средние торговые издержки у импортера j при неизменных торговых барьерах между ним и каким-либо экспортером i , тем ниже *относительные* издержки от торговли между j и i , и, следовательно, тем больше будут объемы взаимной торговли между i и j .

Второе слагаемое в левой части выражения (52) служит для того, чтобы нормализовать каждое из значений P_j с учетом принятия $P_1=1$.

В выражении (51) первое слагаемое в левой части представляет собой, по аналогии с приведенной выше интерпретацией, взвешенное геометрическое среднее торговых издержек, которые несет экспортер i при перевозке товаров во все страны-импортеры j , причем весами служат доли ВВП стран-экспортеров в мировой экономике. Чем выше средние торговые издержки у экспортера i при неизменных торговых барьерах между ним и каким-либо импортером j , тем ниже *относительные* издержки от торговли между i и j , и, следовательно, тем больше будут объемы взаимной торговли между i и j .

Точно так же, как и для выражения (52), второе слагаемое в левой части выражения (51) служит для того, чтобы нормализовать каждое из значений Π_i с учетом принятия $\Pi_1=1$. Третье же слагаемое нормализует каждое из значений Π_i с учетом принятия $P_1=1$.

В симметричном случае, когда $t_{ij}=t_{ji}$, вышеприведенные соотношения принимают следующий вид:

$$\ln P_i = \sum_{j=1}^N \theta_j \ln t_{ij} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln t_{km}, \quad (53)$$

$$\ln P_j = \sum_{i=1}^N \theta_i \ln t_{ij} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln t_{km} \quad (54)$$

Из этого следует, что в симметричном случае, когда $\Pi_i \equiv P_i$, гравитационное уравнение приобретает вид:

$$\begin{aligned} \ln X_{ij} = & \text{const} + \ln Y_i + \ln Y_j - (\sigma - 1) \ln t_{ij} + \\ & + (\sigma - 1) \left[\sum_{k=1}^N \theta_k \ln t_{ik} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln t_{km} \right] + \\ & + (\sigma - 1) \left[\sum_{k=1}^N \theta_k \ln t_{kj} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln t_{km} \right] \end{aligned} \quad (55)$$

Выражение (55) может быть переписано в виде:

$$\frac{X_{ij}}{Y_i Y_j} = \left(\frac{t_{ij}}{t_i(\theta) t_j(\theta) / t^T(\theta)} \right)^{-(\sigma-1)}, \quad (56)$$

$$\text{где } t_i(\theta) = \prod_{k=1}^N t_{ik}^{\theta_k}, \quad t^T(\theta) = \prod_{k=1}^N \prod_{m=1}^N t_{km}^{\theta_k \theta_m}.$$

Введем наблюдаемую прокси переменную для торговых издержек t :

$$t_{ij} = d_{ij}^{\rho} e^{-\alpha(1-\text{Border}_{ij})},$$

где d_{ij} – расстояние между регионами i и j , Border_{ij} – дамми-переменная, равная единице, если между двумя рассматриваемыми регионами есть сухопутная государственная граница, или нулю, если границы между ними нет (заметим, что такое определение может быть легко расширено, например, за счет включения аналогичной переменной, учитывающей наличие или отсутствие в рассматриваемых регионах одного языка). Такая форма записи торговых издержек подразумевает, что они прямо пропорциональны расстоянию между регионом-экспортером и регионом-импортером, причем в случае, если между ними есть государственная граница, то издержки будут выше, чем при ее отсутствии (при $\text{Border}_{ij}=0$ $e^{-\alpha(1-\text{Border}_{ij})} < 1$, так как коэффициент α считаем положительным).

С учетом этого предположения выражение (11) в логарифмической форме будет иметь следующий вид:

$$\ln x_{ij} = \beta_0 + \ln y_i + \ln y_j - \rho(\sigma - 1) \ln d_{ij} - \alpha(\sigma - 1) \text{Border}_{ij} + \rho(\sigma - 1) \ln \text{MRDist}_{ij} + \alpha(\sigma - 1) \text{MRBorder}_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (57)$$

где

$$\text{MRDist}_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k \ln d_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m \ln d_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln d_{km},$$

$$\text{MRBorder}_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k \ln \text{Border}_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m \ln \text{Border}_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln \text{Border}_{km}$$

Эти две новые переменные, MRDist_{ij} и MRBorder_{ij} , математическая расшифровка которых приведена выше, представляют собой не что иное, как меру «относительности» расстояния и наличия границы между двумя рассматриваемыми регионами. Первое слагаемое в выражении для MRDist_{ij} представляет собой взвешенное среднее расстояние от региона i до всех остальных регионов, которые рассматриваются в модели, причем весами служат относительные величины ВВП этих регионов, то есть относительные размеры экономик. Второе слагаемое этого выражения является аналогичным средним расстоянием до региона j – по своему экономическому смыслу это та же величина, но принимающая другое значение. Третье слагаемое в выражении представляет собой средневзвешенную (опять же, по ВВП) величину среднего расстояния от какого-либо региона до всех остальных регионов, то есть, по сути, это среднее значение первого слагаемого, записанного для всех имеющихся регионов. Таким образом, переменная MRDist_{ij} является мерой отклонения средней удаленности регионов i и j от других регионов от среднемирового значения этой удаленности. Аналогичная интерпретация справедлива и для переменной MRBorder_{ij} .

При рассмотрении торговли с участием географически протяженных стран (например, таких, как Россия) возникает необходимость учитывать издержки транспортировки товаров качественно иного плана, чем те, что рассматривались выше. Как правило, ввоз товаров в какую-либо страну осуществляется не свободно на любом участке границы, а только через специально оборудованные пункты пропуска. В случае небольшой по площади страны расположение этих точек не имеет большого значения, так как расстояние, которое перевозимые товары проходят в реальности, через пункты пропуска, не сильно отличается от кратчайшего расстояния между точкой вывоза товара из страны-экспортера и точкой ввоза товара в страну-импортер. Однако при рассмотрении

торговли больших по площади стран отличия кратчайшего пути транспортировки товаров от того пути, который проходится в действительности, становятся слишком большими для того, чтобы пренебрегать ими.

Ввоз товаров во внутренние регионы большой по площади страны с протяженной внешней границей возможен только через расположенные на внешней границе пункты пропуска, будем в дальнейшем нумеровать их - μ (в некоторых случаях пункты пропуска могут располагаться и на внутренней территории, например, аэропорты, но для нашей модели это не является существенным). Таким образом, расстояние, которое фактически проходит какой-либо товар, импортируемый из страны i во внутренний регион j , складывается из двух составляющих: расстояния по торговым путям от страны i до пункта пропуска μ и расстояния по торговым путям от пункта пропуска μ до внутреннего региона j .

Ни рисунке 1 ниже представлена схематичная картина возможного движения товаров через государственную границу России из зарубежных государств во внутренние регионы страны. Расстояние, которое проходит импортируемый товар из страны-отправителя в регион-получатель 2 складывается из двух составляющих: $d_{i\mu}$ и $d_{\mu j}$.

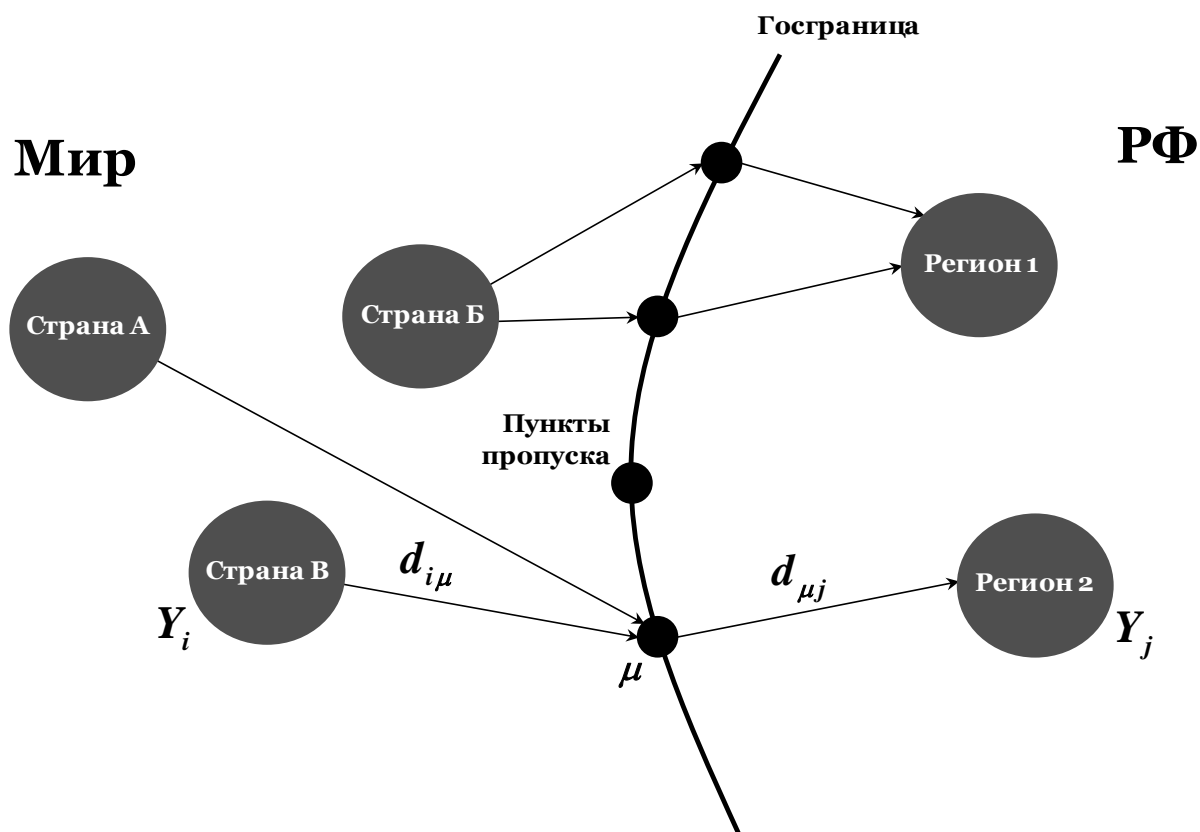


Рисунок 1 - Схема прохождения торговых потоков через пункты пропуска на государственной границе.

Перепишем формулу (11), полученную в работе Baier и Bergstrand, подставив в нее выражение для торговых издержек (для самого простого случая, когда они складываются из издержек транспортировки и издержек пересечения границы):

$$\frac{X_{ij}}{Y_i Y_j} = \frac{d_{ij}^{-\rho(\sigma-1)} e^{\alpha(\sigma-1)(1-Border_{ij})}}{\left(t_i(\theta)t_j(\theta) / t^T(\theta)\right)^{-(\sigma-1)}} \quad (58)$$

Дальнейшие преобразования этого базового соотношения будут проводиться в двух направлениях: замена экспортного потока из страны i в регион j экспортным потоком из i в j через пункт пропуска μ (с соответствующей заменой расстояний) и введение «коэффициента пропуска», характеризующего отклонение объемов торговых потоков, реализованных при текущей конфигурации пунктов пропуска, от потенциально возможных

Для определения потенциально возможных объемов торговли, прежде всего, необходимо отметить, что наличие пунктов пропуска на государственной границе ограничивает торговлю внутренних регионов с другими странами, так как транспортировка товаров происходит не по оптимальному кратчайшему расстоянию между импортером и экспортером. Это означает, что в некоторых случаях потенциальный экспортер отказывается от экспорта своего товара, так как из-за необходимости везти товар через конкретный пункт пропуска (или только существующий торговый маршрут) издержки транспортировки возрастают настолько, что превышают прибыль, которую он мог бы получить, если бы товар можно было бы транспортировать по прямой до пункта назначения. Более того, в этой ситуации прибыль экспортера не обязательно должна становиться нулевой, чтобы он отказался от экспорта, достаточно, чтобы она, к примеру, становилась ниже, чем прибыль, которую потенциальный экспортер может получить от реализации своего товара на внутреннем рынке. Идеальный предельный случай – наличие пунктов пропуска в каждой точке государственной границы – означает, таким образом, что расстояние, которое проходят товары при транспортировке, является кратчайшим.

При этом при прочих равных условиях соотношения объемов торговли между внутренним регионом j и страной i через различные пункты пропуска, согласно рассмотренной выше теории, определяются только расстояниями от i и j до соответствующих пунктов пропуска (пока не рассматриваем различные виды транспорта). Соотношение объемов торговли между i и j через пункт пропуска μ_1 и через пункт пропуска μ_2 , в соответствии с формулой (58), выражается соотношением:

$$\frac{X_{i(\mu_1)j}}{X_{i(\mu_2)j}} = \left(\frac{d_{i\mu_2} + d_{\mu_2j}}{d_{i\mu_1} + d_{\mu_1j}} \right)^{\rho(\sigma-1)} \quad (59)$$

Будем предполагать, что в случае, если отсутствуют возможности перераспределения объемов торговли между различными пунктами пропуска, открытие нового пункта пропуска приведет к увеличению суммарного торгового потока. При этом из соотношения (59) следует, что он увеличится на некоторую величину

$$\frac{\lambda}{(d_{i\mu^*} + d_{\mu^*j})^{\rho(\sigma-1)}}, \text{ где } \lambda - \text{ коэффициент пропорциональности, а } \mu^* - \text{ новый}$$

открывающийся пункт пропуска. Это значит, что и «коэффициент пропуска» должен увеличиться аналогичным образом. Закрытие какого-либо пункта пропуска приводит к сокращению до нуля товаропотока через него, что в условиях отсутствия переключения, приводит к сокращению совокупного импорта на величину импорта через рассматриваемый пункт, оставляя товаропотоки через другие пункты пропуска неизменными. Таким образом, на основе гравитационного соотношения объемов торговли через различные пункты пропуска (59) в условиях отсутствия переключения торговых потоков «коэффициент пропуска» может быть представлен в виде:

$$\sum_{\mu} \frac{\lambda}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)\gamma}}. \text{ Здесь } \gamma - \text{ некоторый поправочный коэффициент, введенный}$$

для того, чтобы учесть тот факт, что возможно частичное перераспределение объемов торговых потоков.

Тогда базовое выражение (58) примет вид:

$$\frac{X_{ij}}{Y_i Y_j} = \left(\frac{d_{ij}^{-\rho(\sigma-1)} e^{\alpha(\sigma-1)(1-Border_{ij})}}{(t_i(\theta)t_j(\theta) / t^T(\theta))^{-(\sigma-1)}} \right)^{-(\sigma-1)} \cdot \sum_{\mu} \frac{\lambda}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)\gamma}}, \quad (60)$$

Так как объем импорта из страны i во внутренний регион j складывается из импорта через все существующие пункты пропуска, то из выражения (59) получаем:

$$X_{ij} = \sum_{\mu} X_{i(\mu)j} = X_{i(\mu_2)j} (d_{i\mu_2} + d_{\mu_2j})^{\rho(\sigma-1)} \sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)}} \quad (61)$$

Если подставить полученное соотношение в формулу (60), то получим гравитационное уравнение для импорта из страны i во внутренний регион j через пункт пропуска μ :

$$\frac{X_{i\mu_k j}}{Y_i Y_j} = \left(\frac{d_{ij}^{-\rho(\sigma-1)} e^{\alpha(\sigma-1)(1-Border_{ij})}}{t_i(\theta)t_j(\theta)/t^T(\theta)} \right)^{-(\sigma-1)} \cdot \sum_{\mu} \frac{\lambda}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)\gamma}} \cdot \frac{1}{(d_{i\mu_2} + d_{\mu_2 j})^{\rho(\sigma-1)}} \cdot \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)}}}, \quad (62)$$

Первый множитель правой части полученного уравнения соответствует правой части гравитационного уравнения для случая не учета эффекта существования пунктов пропуска, полученного Baier и Bergstrand. Второй множитель представляет собой «коэффициент пропуска», третий – расстояние от страны i до региона j через пункт пропуска μ , четвертый – сумму расстояний между страной i и регионом j через все существующие пункты пропуска.

Полученное уравнение может быть переписано в логарифмической форме (с преобразованиями первого множителя правой части, в точности совпадающими с преобразованиями Baier и Bergstrand) следующим образом:

$$\begin{aligned} \ln(X_{i\mu_k j}) = & \text{const} + \ln(Y_i) + \ln(Y_j) - \rho(\sigma-1) \ln(d_{i\mu_k} + d_{\mu_k j}) - \\ & - \alpha(\sigma-1)Border_{ij} + \rho(\sigma-1)MRDist_{ij} + \alpha(\sigma-1)MRBorder_{ij} + \\ & + \ln \left(\sum_{\mu} \frac{\lambda}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)\gamma}} \right) + \ln \left(\frac{1}{(d_{i\mu_k} + d_{\mu_k j})^{\rho(\sigma-1)}} \right) + \\ & + \ln \left(\frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\rho(\sigma-1)}}} \right) \end{aligned} \quad (63)$$

Отметим, что при рассмотрении торговли между внутренними регионами одной страны и другими странами отпадает необходимость в дамми-переменной наличия между ними границы, так как она всегда будет принимать одно и то же значение. Следовательно, для целей дальнейшего анализа соответствующие слагаемые в выражении (63) можно

опустить. Таким образом, итоговое гравитационное уравнение, используемое для дальнейшей эконометрической верификации, будет выглядеть следующим образом:

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 - \beta_1 \ln d_{i\mu j} + \beta_1 \ln MRDist_{ij} + \\ + \ln \sum_{\mu} \frac{\beta_2}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_3}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\beta_4}}}, \quad (64)$$

где, напомним, $MRDist$ представляет собой взвешенное среднее расстояние от региона i до всех остальных регионов, которые рассматриваются в модели, причем весами служат относительные величины ВВП этих регионов, то есть относительные размеры экономик:

$$MRDist_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k \ln d_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m \ln d_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m \ln d_{km} .$$

2.3 Содержательные гипотезы

Рассмотрим подробно каждое из слагаемых полученного гравитационного уравнения (64), дадим интерпретацию и, соответственно, сформулируем гипотезы, которые будут верифицироваться на этапе эмпирической оценки модели.

На рисунке 2 представлено полученное ранее гравитационное уравнение с обозначениями для каждого из слагаемых.

$$\ln x_{i\mu j} = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j - \alpha_1 \ln d_{i\mu j} +$$

импорт
ВВП страны i
ВРП региона j
расстояние между i и j через пункт пропуска μ

$$+ \alpha_1 \ln MRDist_{ij} + \ln \sum_{\mu} \frac{\alpha_2}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\alpha_3}} + \ln \frac{1}{\sum_{\mu} \frac{1}{(d_{i\mu} + d_{\mu j})^{\alpha_4}}}$$

взвешенная сумма расстояний от i и j до других регионов и стран
коэффициент пропускания
сумма расстояний между регионами i и j через все пункты пропуска

Рисунок 2 - Интерпретация слагаемых гравитационного уравнения

Первое слагаемое – это свободный член, константа.

Второе и третье слагаемые – это, соответственно, ВВП страны-экспортера и ВРП региона-импортера, которые служат прокси для размера их экономик.

Предполагается, что размер экономики экспортера положительно коррелирует с его производственными возможностями и, соответственно, оказывает положительное влияние на объем торгового потока, который потенциально может быть направлен в регион назначения.

Размер экономики импортера, в свою очередь, является характеристикой внутреннего рынка и, соответственно, спроса на импортируемую продукцию. Таким образом, ожидается, что объем импортного торгового потока, при прочих равных, будет тем больше, чем больше будет размер экономики импортирующей стороны.

На рисунке 3 представлена картина, иллюстрирующая влияние четвертого слагаемого гравитационного уравнения – расстояния между экспортером и импортером - на объем торговли на примере импортных потоков из Австрии и Украины в Московскую область.

Согласно приведенным ранее предположениям, использованным для вывода модели, расстояние между странами является прокси переменной для издержек

транспортировки. Предполагается, что чем больше расстояние между двумя рассматриваемыми странами или регионами, тем больше транспортные издержки. Соответственно, при значительном уровне транспортных издержек не все компании-экспортеры, потенциально заинтересованные в поставке своих товаров за рубеж, смогут осуществить свои намерения, так как, к примеру, прибыль от экспортной деятельности в этом случае может оказаться ниже прибыли, которую они могли бы получить от реализации этой продукции на внутреннем рынке или меньше нуля в случае, если потенциальная выручка ниже затрат на производство.

На рисунке это схематично показано на примере импорта Московской области из Украины и Австрии (выбор этих стран для иллюстрации обусловлен приблизительно одинаковыми размерами их экономик). Так как Украина географически ближе к России, то и торговый поток из нее, при прочих равных, должен быть больше, чем из Австрии, которая располагается на значительно большем расстоянии.

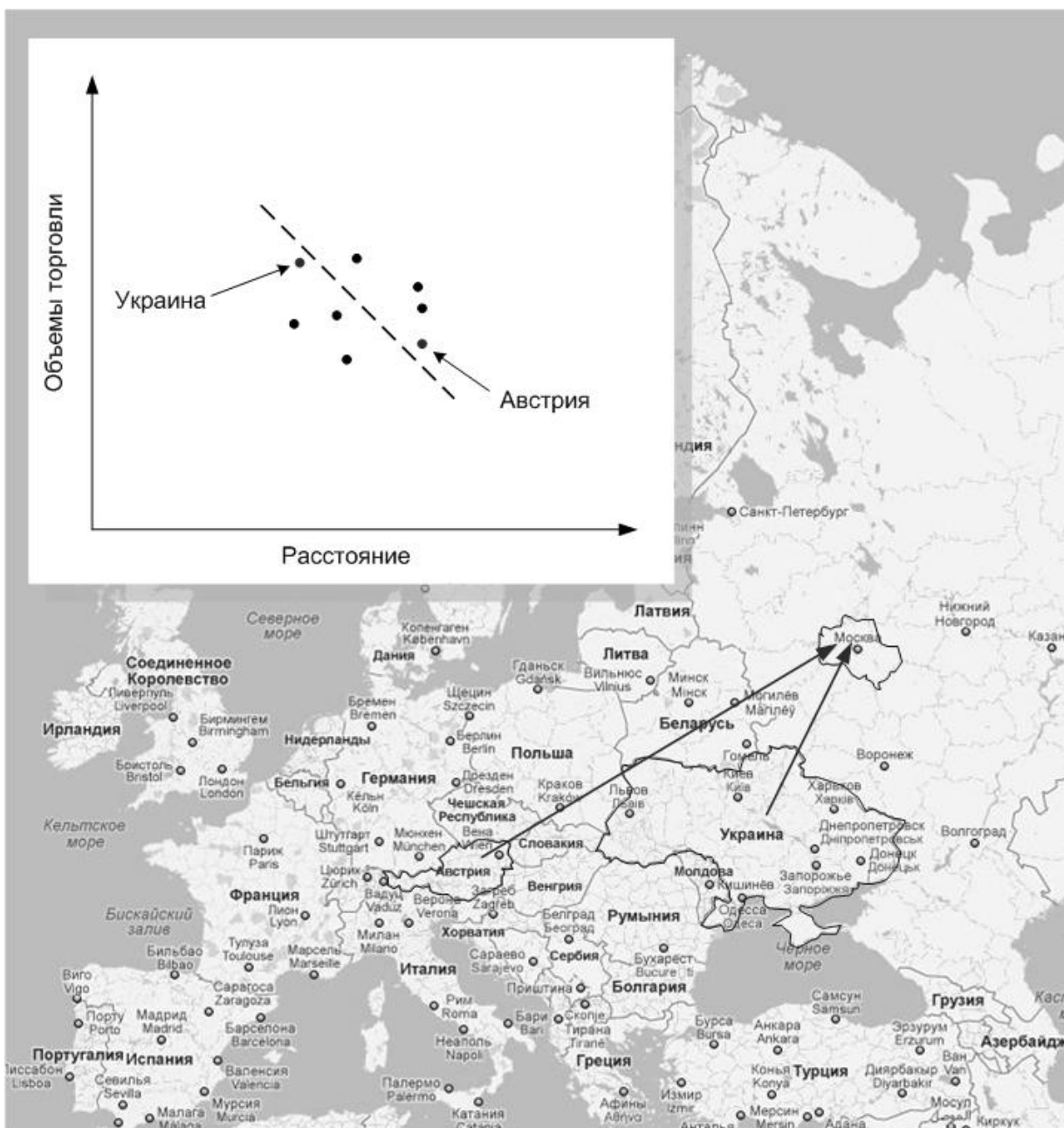


Рисунок 3 - Интерпретация расстояния между экспортером и импортером

На рисунке 4 представлено реальное распределение торговых потоков в Московскую область из Австрии, Швейцарии, Швеции и Украины (по данным ФТС за 2011 год).

Как видно из графика, наибольшие товарные потоки наблюдаются между Московской областью и Украиной, наименьшие – между Московской областью и Швейцарией. Это можно рассматривать как грубую проверку предлагаемой гипотезы (которая в дальнейшем будет проверяться на более серьезном уровне): величина торгового потока обратно пропорциональна расстоянию между экспортером и импортером.

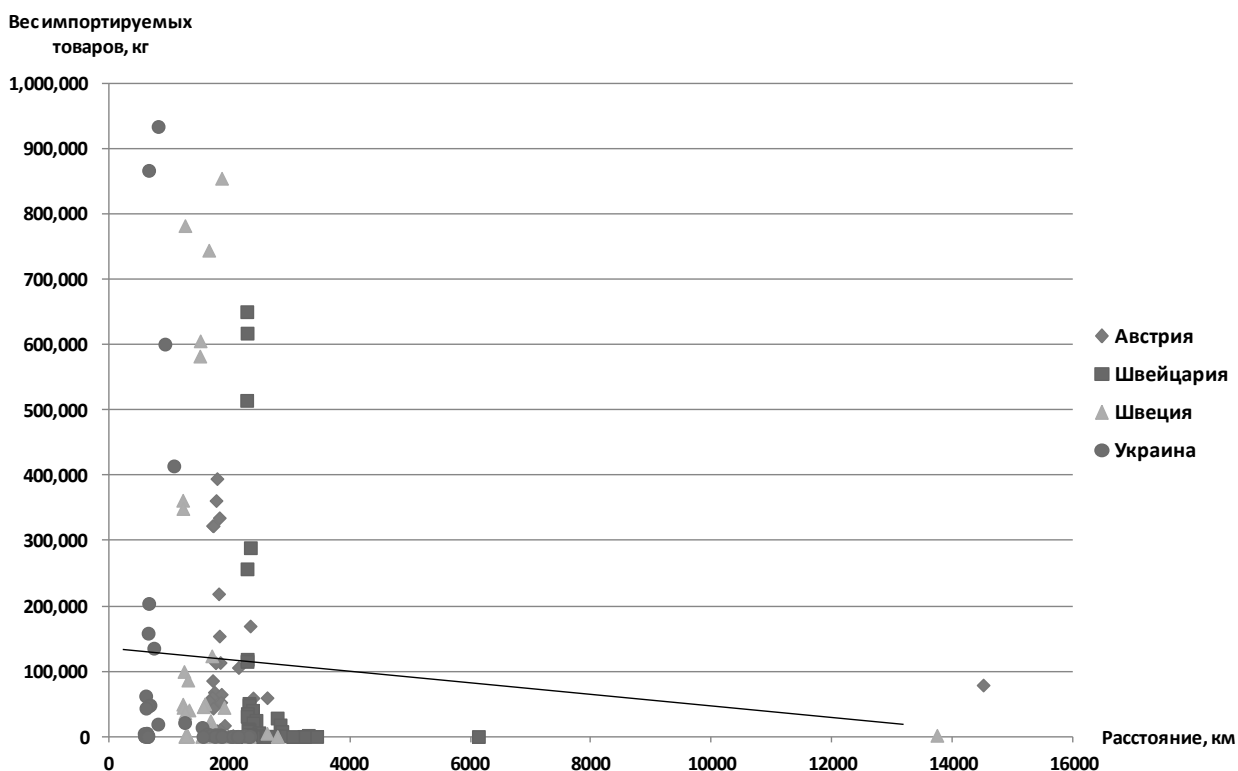


Рисунок 4 - Торговые потоки из Австрии, Швейцарии, Швеции и Украины в Московскую область, 2011 г.

Отметим также, что на рисунке 4 наблюдаются некоторые выбросы в правой части графика, которые отражают торговые потоки, которые следуют по неоптимальным, на первый взгляд, маршрутам: так, например, одна из точек графика показывает, что определенный объем груза был доставлен из Австрии в Московскую область по пути длиной около 14 тысяч километров. Этот пример является иллюстрацией озвученной ранее особенности российской международной торговли: а именно, наличия пунктов пропуска и, в некоторых случаях, доставки товаров по маршрутам, весьма существенно отклоняющимся от кратчайших. В построенной модели эта особенность учитывается как при построении расстояния между экспортером и импортером, которое складывается из расстояния от экспортера до пункта пропуска и расстояния от пункта пропуска до импортера (что и нашло свое отображение на представленном графике), так и посредством добавленных в модель новых слагаемых (коэффициент пропуска и сумма расстояний между экспортером и импортером через все существующие пункты пропуска).

Пятое слагаемое в полученном гравитационном уравнении представляет собой сумму взвешенных расстояний от рассматриваемых экспортера и импортера до других стран. На рисунке 5 приведена иллюстрация ожидаемого эффекта на примере торгового потока из Латвии в Рязанскую область и из Монголии в Иркутскую область (примеры

выбраны таким образом, чтобы расстояния между экспортером и импортером были приблизительно одинаковыми).

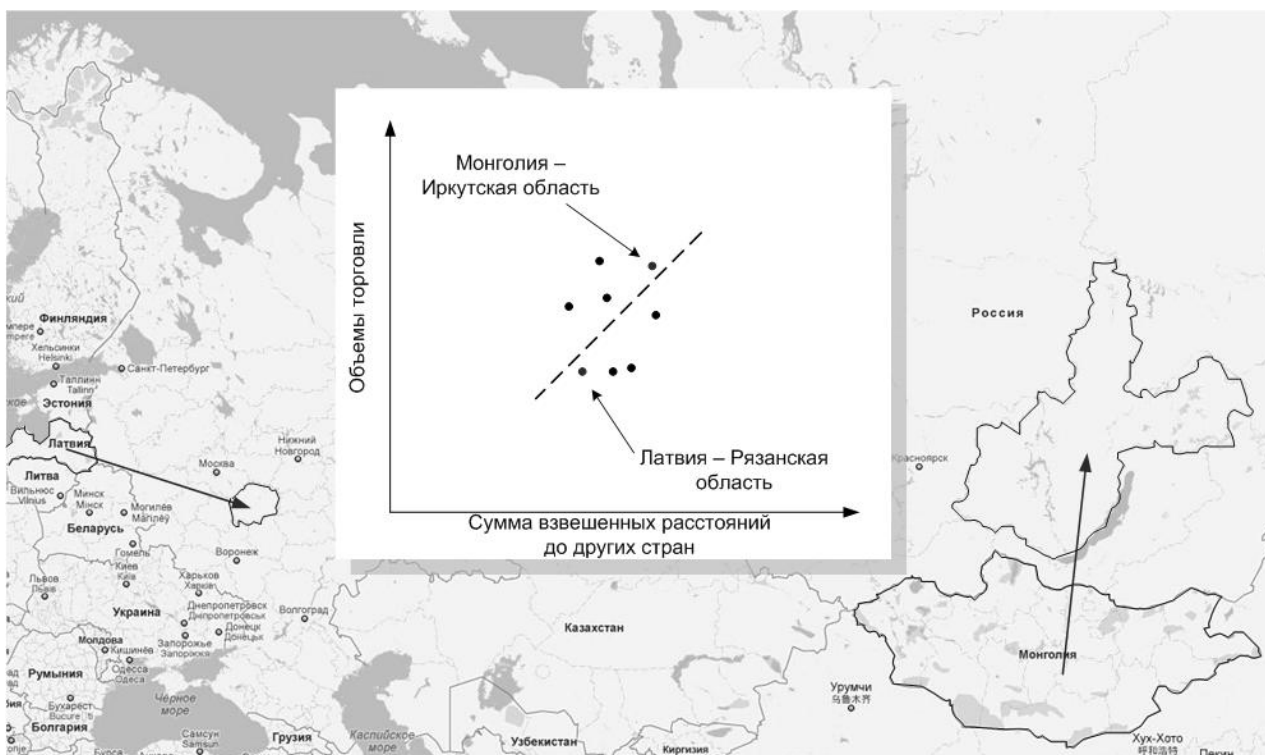


Рисунок 5 - Интерпретация суммы взвешенных расстояний до других стран

Основная гипотеза в данном случае состоит в том, что если кроме рассматриваемой пары «экспортер-импортер» в непосредственной близости от них находятся другие государства или регионы, то объем торгового потока между ними будет меньше, при прочих равных, если другие государства и регионы находятся на значительном расстоянии от них. Примером первой ситуации является пара «Латвия – Рязанская область», примером второй ситуации – пара «Монголия – Иркутская область». В первом случае (в непосредственной близости находится много европейских стран и регионов центральной части России) экспортер может направлять свои товары не только в рассматриваемый регион, но и в другие близлежащие области, при этом испытывая влияния значительных транспортных издержек. Аналогичным образом и импортер может импортировать продукцию из других близлежащих стран. Во втором случае ситуация принципиально иная: в предложенном примере в непосредственной близости от Иркутской области, кроме Монголии, находится небольшое число государств, все остальные расположены на значительном расстоянии. Поэтому импорт из других государств для Иркутской области обернется относительно высоким вкладом транспортных издержек в цену – то есть при прочих равных альтернативы импортируемым из Монголии товарам будет меньше. Это приведет к тому, что при прочих равных между странами, которые находятся на большем отдалении от других

участников международной торговли, и для которых, соответственно, сумма взвешенных расстояний до других стран будет больше, торговый поток также будет больше.

Седьмое слагаемое в выражении (64) представляет собой сумму взвешенных расстояний до пунктов пропуска. На рисунке 6 приведена иллюстрация ожидаемого эффекта на рассмотренном выше примере торгового потока из Латвии в Рязанскую область и из Монголии в Иркутскую область.

Основная гипотеза аналогична гипотезе, которая была сформулирована при описании пятого слагаемого, только в данном случае рассматриваются не альтернативные экспортеры и импортеры и соответствующие расстояния до них, а альтернативные пункты пропуска на государственной границе. А именно, мы предполагаем, что если в непосредственной близости от пункта пропуска, через который осуществляется перевозка товара от экспортера к импортеру, находятся другие пункты пропуска, то объем торгового потока через рассматриваемый пункт пропуска будет меньше, чем, если бы другие пункты пропуска находились на удаленных участках границы.

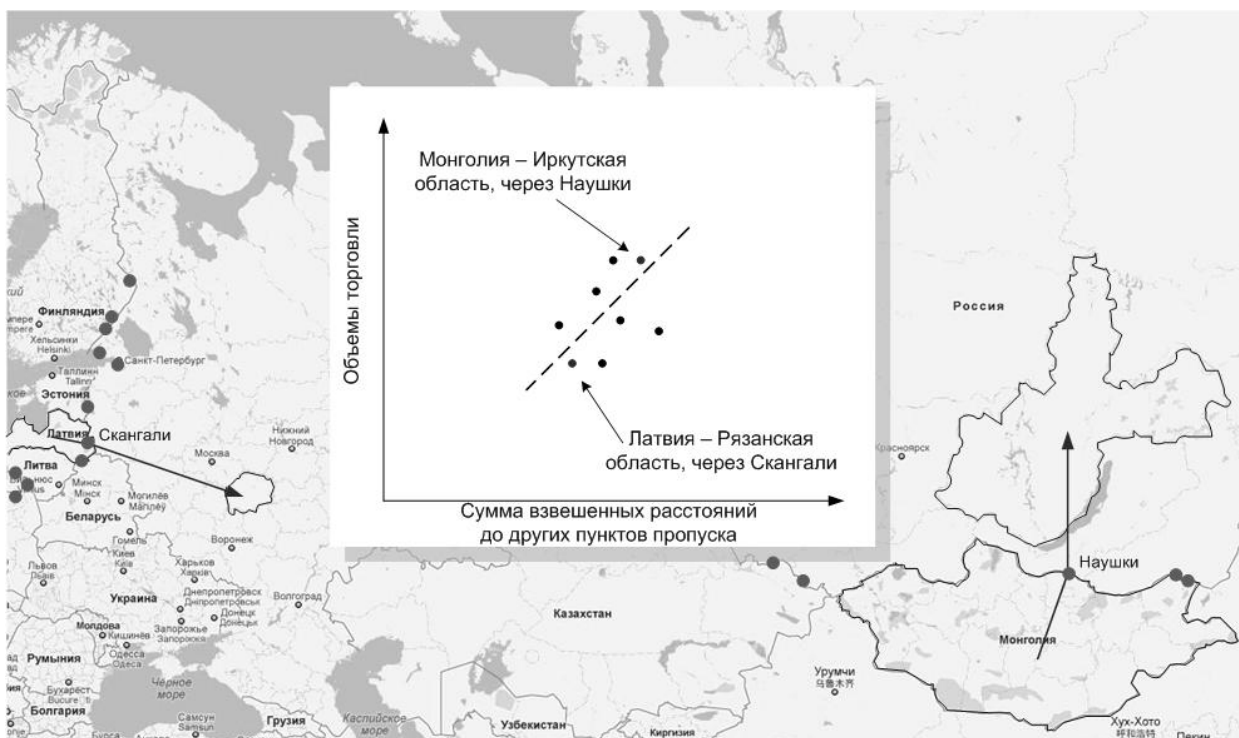


Рисунок 6 - Интерпретация суммы взвешенных расстояний до пунктов пропуска

В рассмотренном выше примере на участке государственной границы, которая отделяет Латвию от России, находится большое количество пунктов пропуска (для простоты иллюстрации рассмотрены только железнодорожные пункты пропуска). Поэтому латвийские экспортеры могут транспортировать свои товары как, скажем, через пункт пропуска Скангали, так и через другие близлежащие пункты пропуска, и при этом транспортные издержки не будут сильно различаться. В случае же экспорта товаров из

Монголии в Иркутскую область пункт пропуска Наушки является одним из всего лишь трех железнодорожных пунктов пропуска на данном участке границы. Следовательно, перед монгольскими экспортерами нет большой свободы выбора маршрутов транспортировки, так как альтернатива перевозке через Наушки будет слишком затратной вследствие значительного прироста по расстоянию. Из этого следует, что при прочих равных между экспортерами и импортерами, которые разделены участком границы, на котором плотность расположения пунктов пропуска больше, и для которых, соответственно, сумма взвешенных до других пунктов пропуска будет меньше, торговый поток также будет меньше.

Шестое слагаемое в полученном гравитационном уравнении торговли представляет собой коэффициент пропускания через государственную границу. Эффект, который это слагаемое оказывает на величину объема торговли является противоположным тому, что был рассмотрен выше при интерпретации суммы взвешенных расстояний до пунктов пропуска. Иллюстрация ожидаемого эффекта приведена на том же примере торгового потока из Латвии в Рязанскую область и из Монголии в Иркутскую область на рисунке 7.

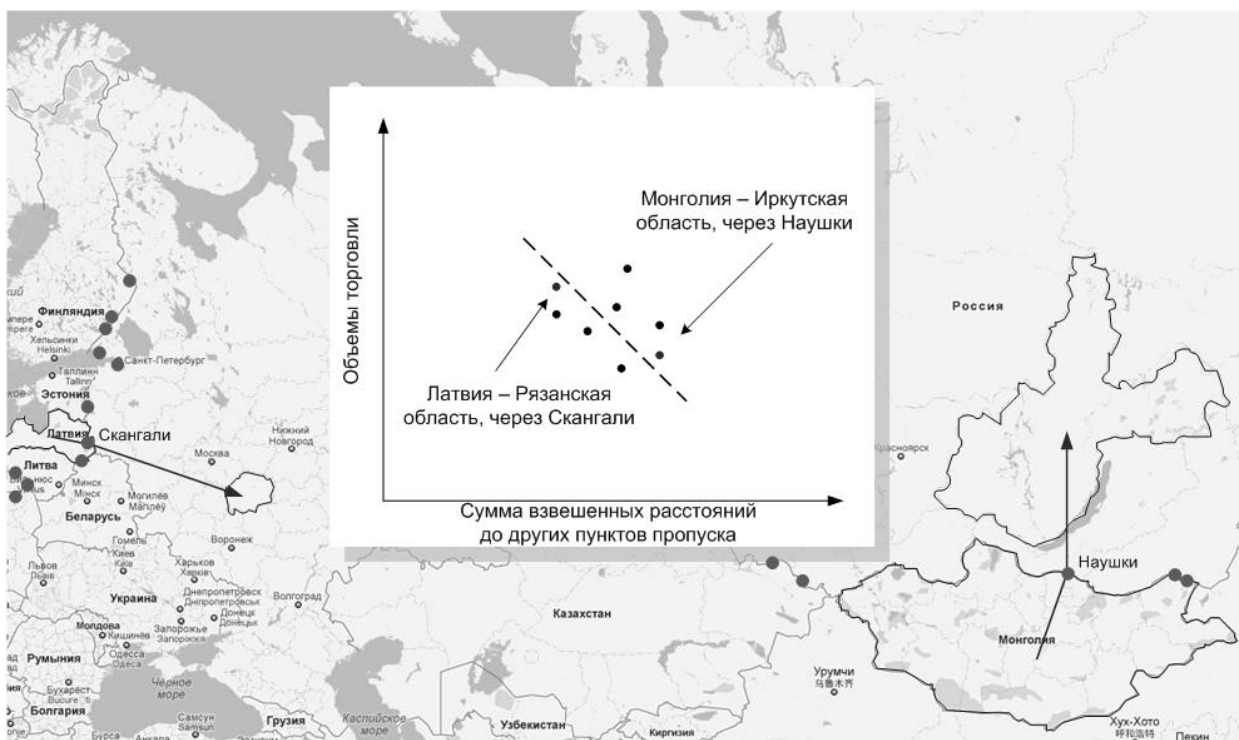


Рисунок 7 - Интерпретация коэффициента пропускания

Основная гипотеза в данном случае состоит в том, что наличие небольшого количества пунктов пропуска на каком-либо участке государственной границе может снижать, при прочих равных, товаропоток, проходящий через каждый из них по сравнению с ситуацией, когда плотность расположения пунктов пропуска на границе выше. Как было указано ранее, в ходе вывода модели, невысокое количество пунктов

пропуска на границе ограничивает возможности импортеров и экспортеров, для части из них издержки транспортировки могут оказаться слишком высокими, так что будет выгоднее, к примеру, продавать свою продукцию на внутреннем рынке или на рынке других государств. Это может происходить в тех случаях, когда существующие пункты пропуска находятся слишком далеко в стороне от оптимального (кратчайшего) маршрута перевозок. Таким образом, увеличение, при прочих равных, плотности расположения пунктов пропуска на каком-либо участке государственной границы, или, иными словами, уменьшение суммы взвешенных расстояний до других пунктов пропуска, должно будет привести к росту товаропотока между рассматриваемой парой экспортер-импортер.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛУЧЕННЫХ ОЦЕНОК

В предыдущем разделе был представлен теоретический вывод пространственной гравитационной модели внешней торговли России, дана интерпретация составных частей полученного гравитационного уравнения и сформулированы основные гипотезы.

В данном разделе будет проведено эконометрическое тестирование модели с использованием данных таможенной статистики ФТС за 2011 год.

3.1 Статистическая база

Для эконометрической проверки соотношений, полученных в теоретической гравитационной модели внешней торговли, будем использовать базу данных таможенной статистики Федеральной таможенной службы Российской Федерации за 2011 год, а также данные Росстата и Мирового банка.

База данных ФТС содержит сведения обо всех заполненных таможенных декларациях в таможенных органах Российской Федерации. К сожалению, между таможенными органами Российской Федерации и пунктами пропуска на ее границе не существует четкого соответствия. Часть товаров может проходить процедуру таможенной очистки не в том таможенном органе, который непосредственно обслуживает пункт пропуска, через который товар физически был перемещен, а в каком-либо другом, находящемся во внутренних регионах страны. Тем не менее, с помощью методологии, разработанной во Всероссийской академии внешней торговли совместно с РАНХиГС, на основе этих первичных данных могут быть аналитически восстановлены точки въезда или выезда товаров.

После такой процедуры данные в базе ФТС могут быть представлены в виде следующей структуры.



Рисунок 8 – Структура базы данных ФТС после восстановления точки въезда

Как видно из приведенной схемы, данные имеют уровень агрегации «месяц - страна происхождения – пункт пропуска на границе РФ – регион назначения – вид транспорта за пределами России - код товара».

Прежде всего, отметим, что для эконометрической проверки модели мы будем пользоваться более агрегированными данными уровня «страна происхождения – пункт пропуска на границе РФ – регион назначения – вид транспорта», то есть без детализации по виду товара и месяцам 2011 года (за некоторыми исключениями, которые будут оговорены отдельно).

Вес брутто и вес нетто импортируемых или экспортируемых товаров в базе ФТС измеряется в килограммах, их стоимость – в долларах США. Для расчетов в дальнейшем будет использоваться только стоимость товаров, в соответствии с теоретической гравитационной моделью торговли.

Следует также отметить существенную особенность базы ФТС, которая заключается в том, что в качестве региона назначения груза на территории Российской Федерации указывается регион юридической регистрации компании-импортера. Очевидно, это может вносить некоторые искажения в результаты анализа, однако они, в основном, относятся к анализу экспортных потоков (так как большинство крупнейших российских компаний-экспортеров зарегистрировано в Москве или Санкт-Петербурге). Влияние данной особенности базы данных на анализ импортных потоков не столь существенно.

При эконометрическом анализе будем пользоваться агрегированными данными за весь 2011 год. Рассмотрим предварительно их помесечную структуру для того, чтобы можно было выявить какие-либо точечные выбросы в данных, которые могли бы оказать влияние на конечный результат оценивания.

На рисунке 9 представлена помесечная динамика импортных российских перевозок морским видом транспорта за 2011 год.

Как видно из рисунка, общая картина достаточно плавная, существенных выбросов нет. При этом в зимние месяцы в начале года объем грузоперевозок был меньше, чем в последующий период. Это может быть объяснено плохими условиями для судоходства в зимнее время.

млн. долл.

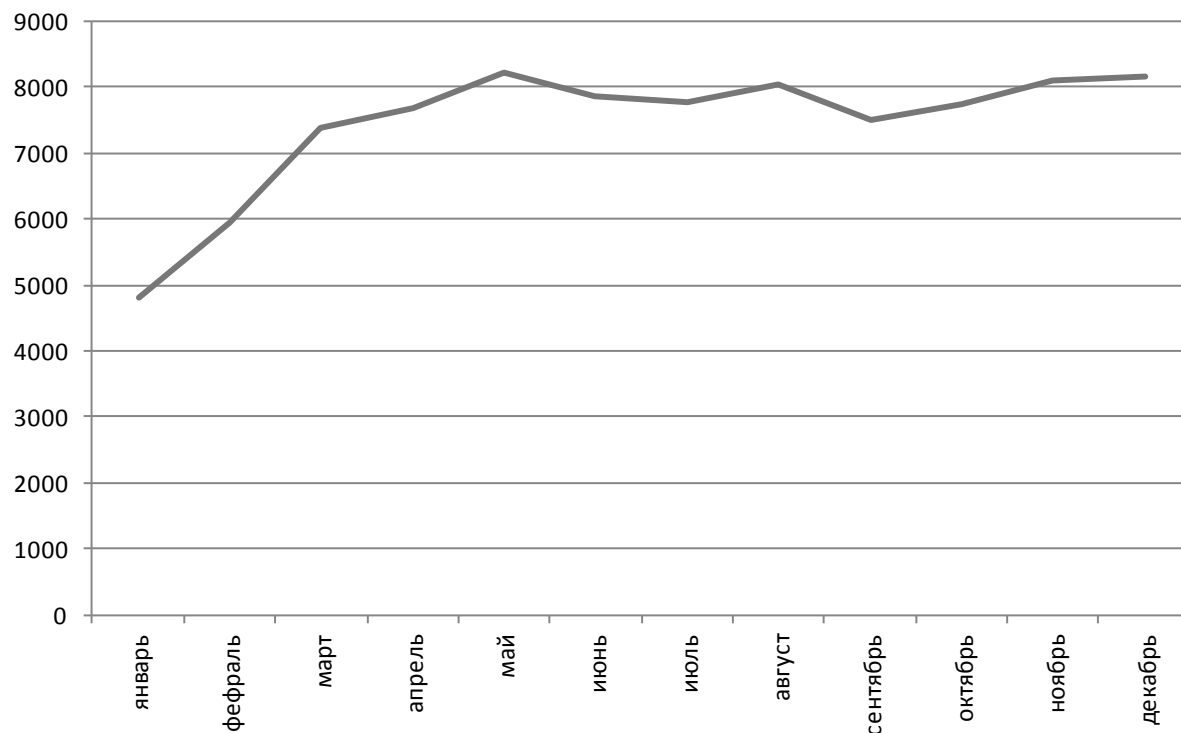


Рисунок 9 – Помесячный объем импортных перевозок в 2011 году, морской вид транспорта

млн. долл.

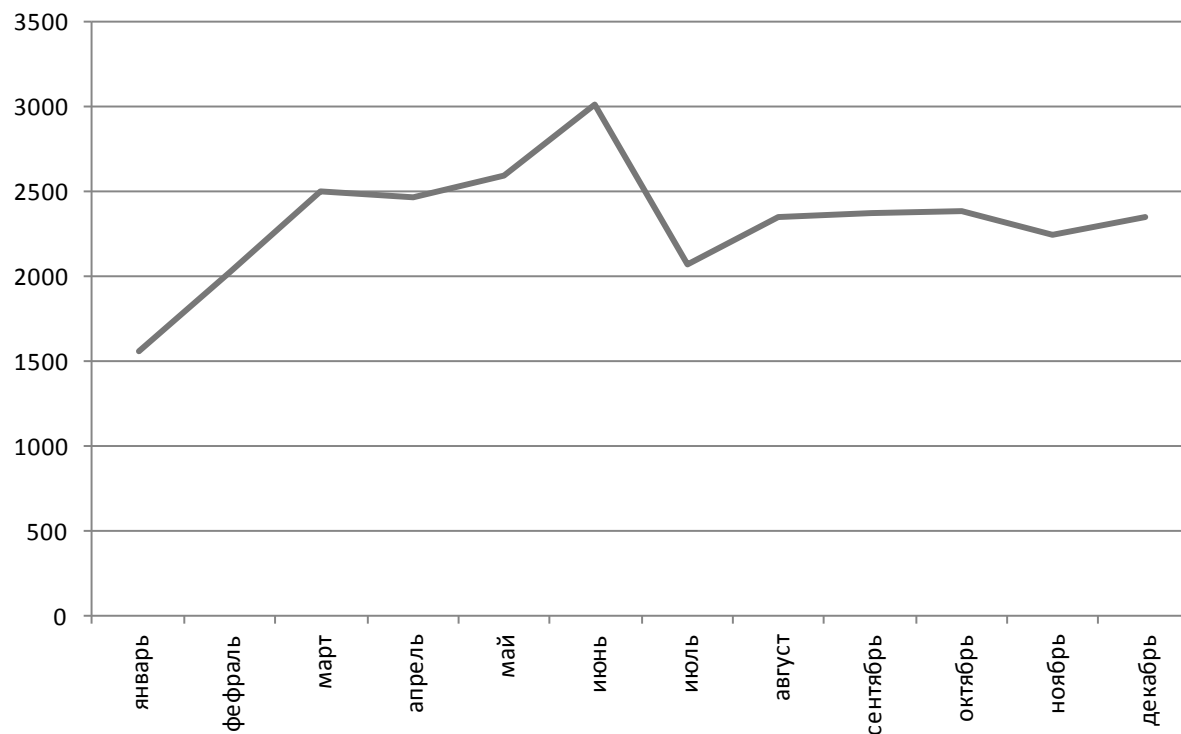


Рисунок 10 – Помесячный объем импортных перевозок в 2011 году, железнодорожный вид транспорта

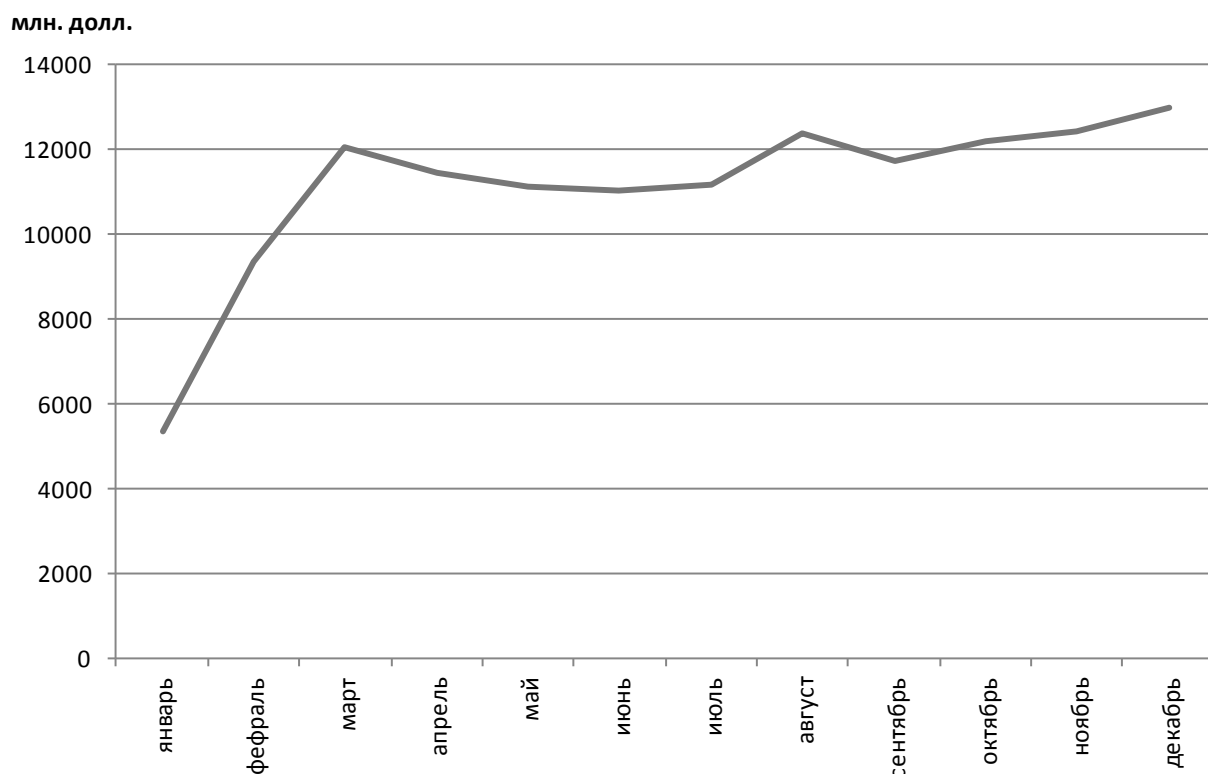


Рисунок 11 – Помесячный объем импортных перевозок в 2011 году, автомобильный вид транспорта

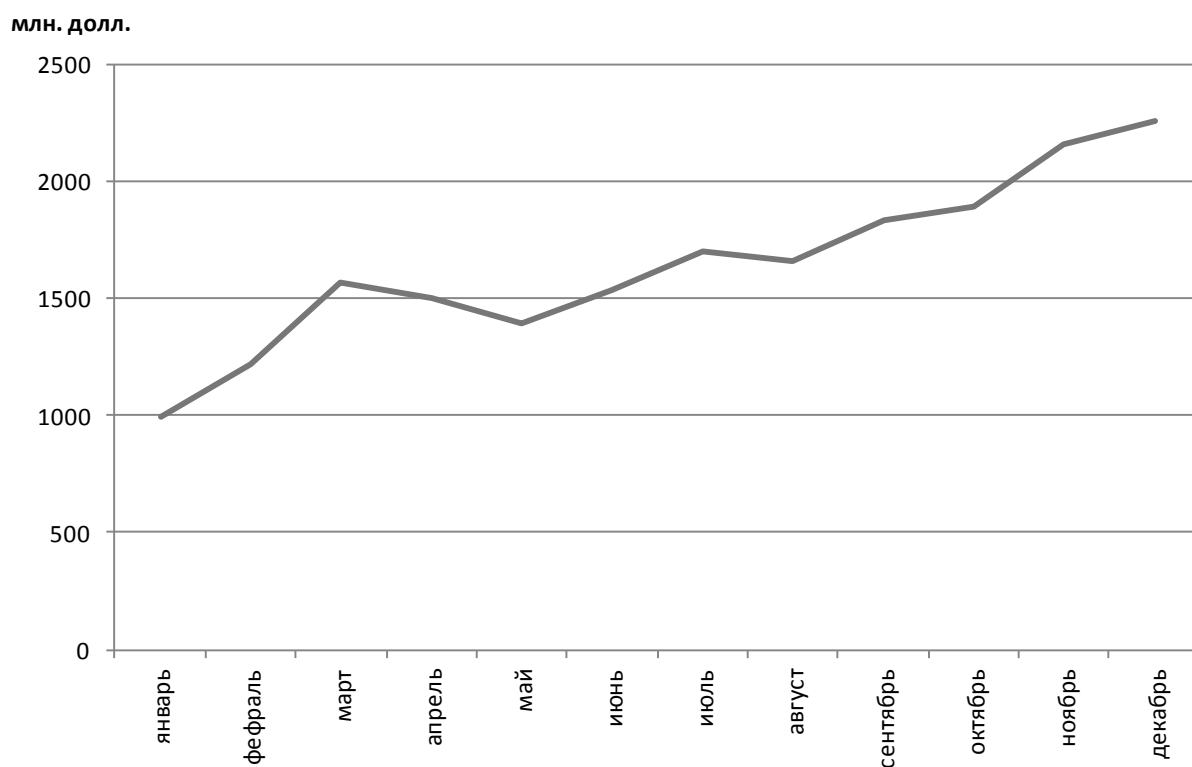


Рисунок 12 – Помесячный объем импортных перевозок в 2011 году, воздушный вид транспорта

Ни рисунках 10 - 12 представлена аналогичная ежемесячная динамика объемов перевозок остальными видами транспорта – железнодорожным, автомобильным и

воздушным соответственно. Графики показывают, что и для этих видов транспорта отсутствуют существенные выбросы или отклонения. Среди заметных особенностей можно отметить невысокий объем автомобильных перевозок в зимние месяцы, что также может быть объяснено климатическими условиями, а также некоторое колебание объемов железнодорожных перевозок в летние месяцы, которое, однако, не является аномальным (кроме того, рост в июне компенсируется практически аналогичным падением в июле, далее картина показатель выходит на прежний средний уровень).

Таким образом, анализ перевозок в разрезе отдельных видов транспорта не дает существенных поводов для проведения коррекции рассматриваемой базы данных. Использование годовых агрегированных данных позволит избавиться от сезонных колебаний, которые иначе могли бы повлиять на результаты оценивания.

На рисунке 13 представлена динамика пропорций российского импорта по видам транспорта в 2011 году. Как видно, большую часть российского импорта (по стоимости) ввозят через границу автомобильным транспортом (около 50%), на втором месте – железнодорожный транспорт (около 30%), перевозки железнодорожным транспортом в стоимостном выражении лишь немного превосходят перевозки воздушным транспортом.

На рисунках 14 и 15 представлены объемы российского импорта по основным торговым партнерам.

Как видно из рисунка, с большим отрывом по стоимости импорта лидируют Китай и Германия, на третьем месте находится Украина. Следует отметить, что первые десять стран по стоимости российского импорта составляют около двух третей суммарного российского импорта.

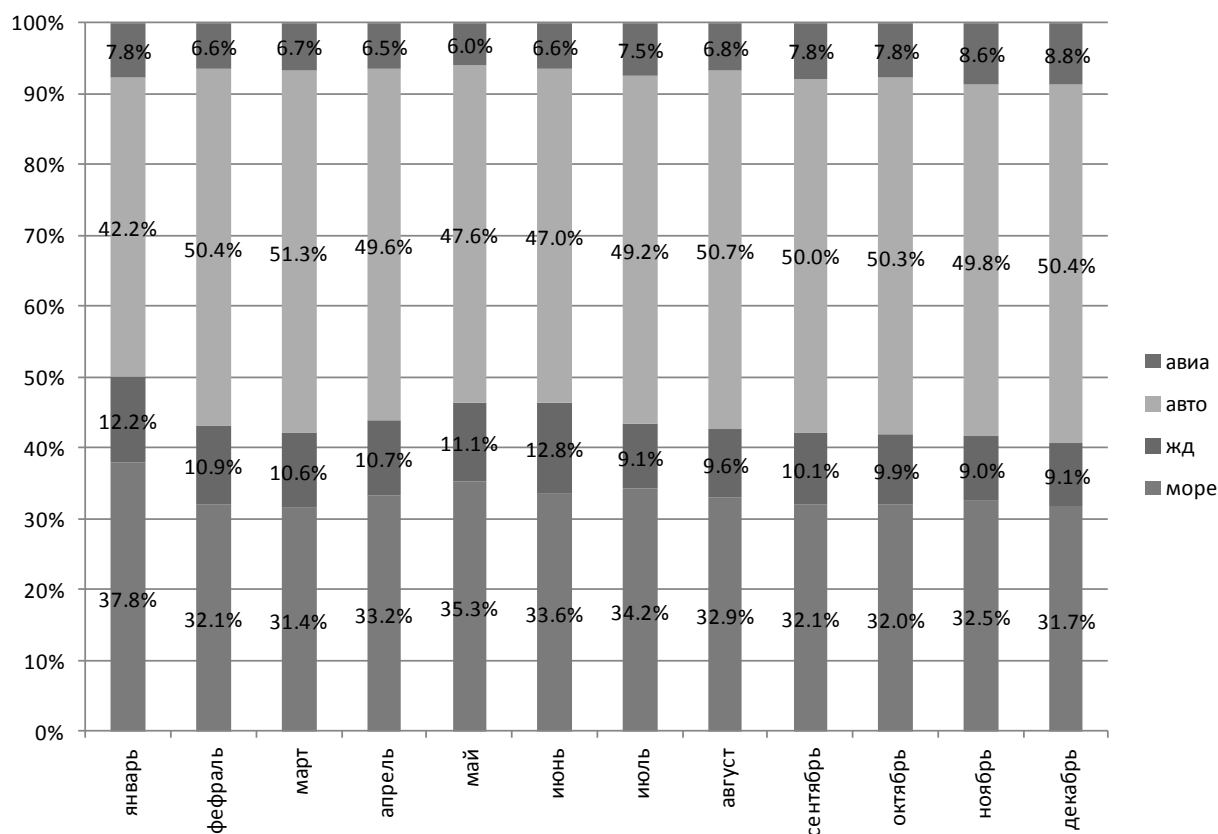


Рисунок 13 – Помесячные пропорции импортных перевозок в 2011 году по видам транспорта

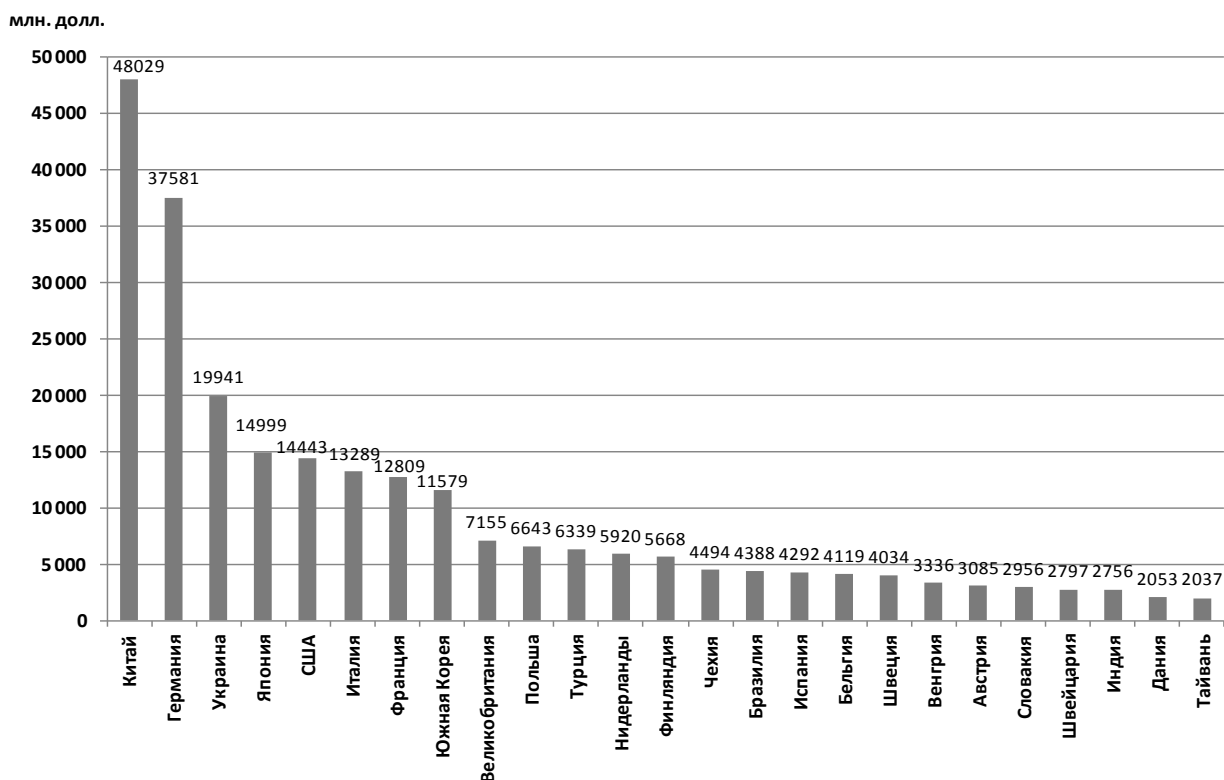


Рисунок 14 – Объемы импортных перевозок в 2011 году по странам-экспортерам

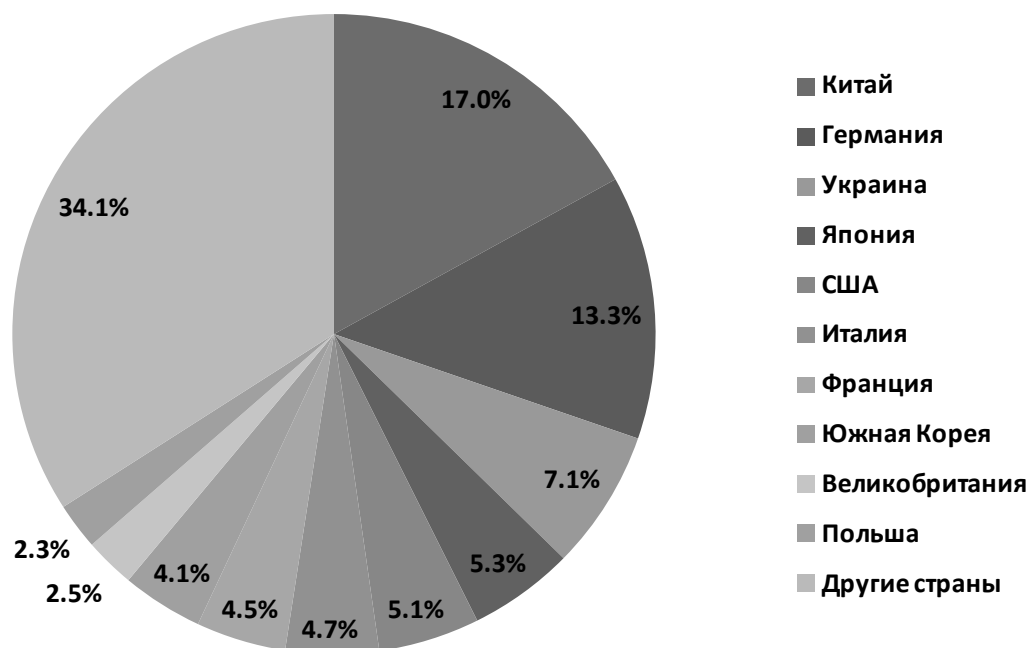


Рисунок 15 – Доли стран в российском импорте в 2011 году

Рисунок 16 демонстрирует, что существенных изменений в структуре импорта в страновом разрезе при рассмотрении помесечной динамики не наблюдается

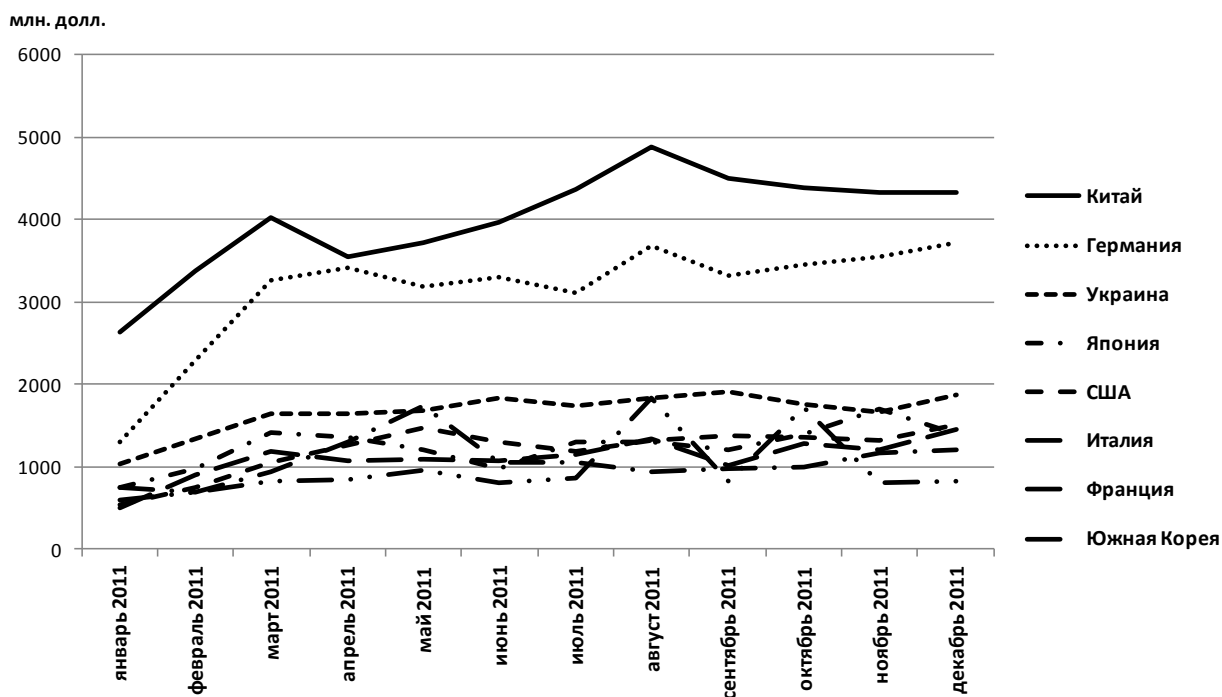


Рисунок 16 – Помесечная динамика импортных перевозок в 2011 году по основным странам

млн. долл.

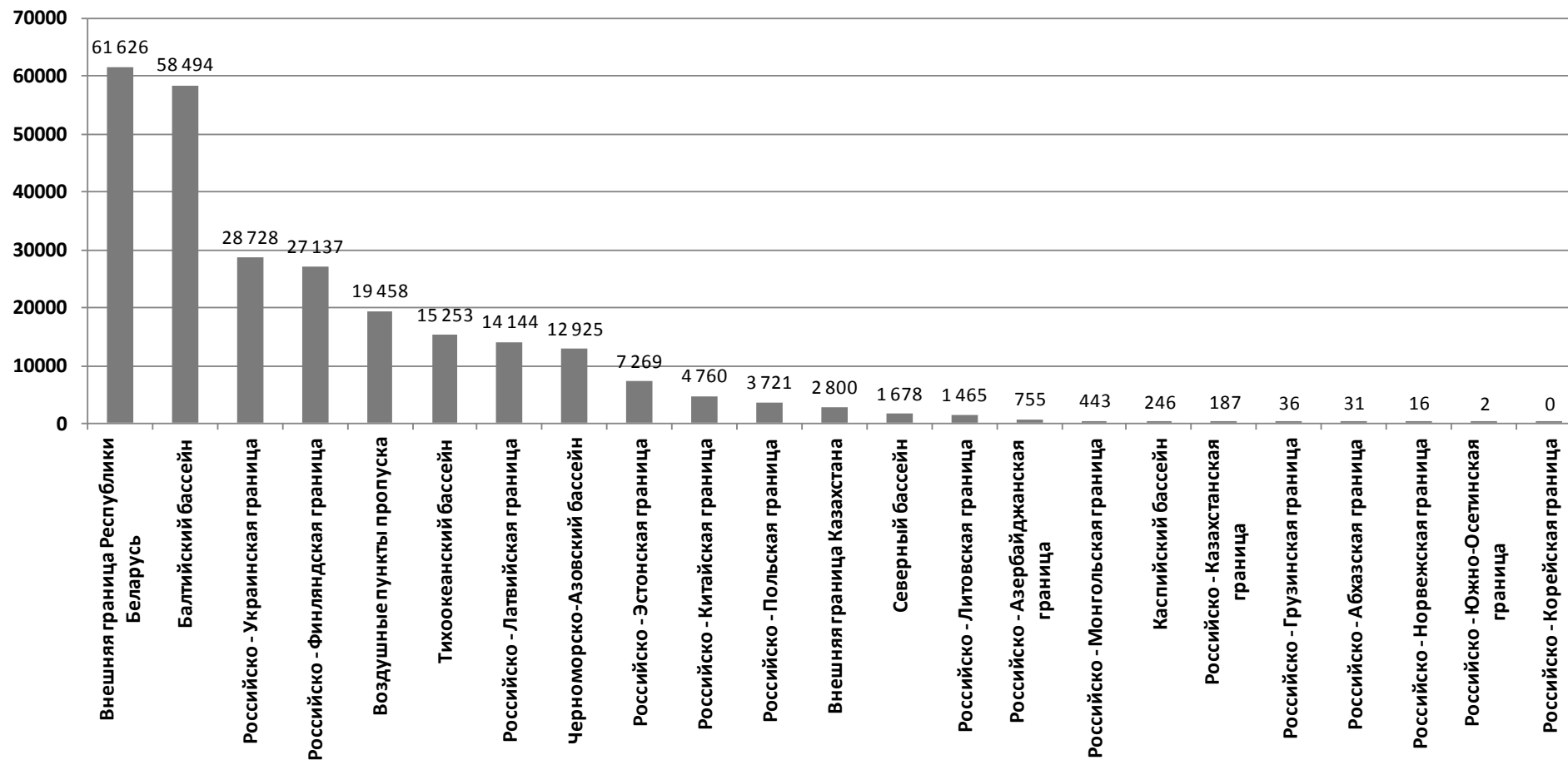


Рисунок 17 – Объемы российского импорта в 2011 году по участкам границы

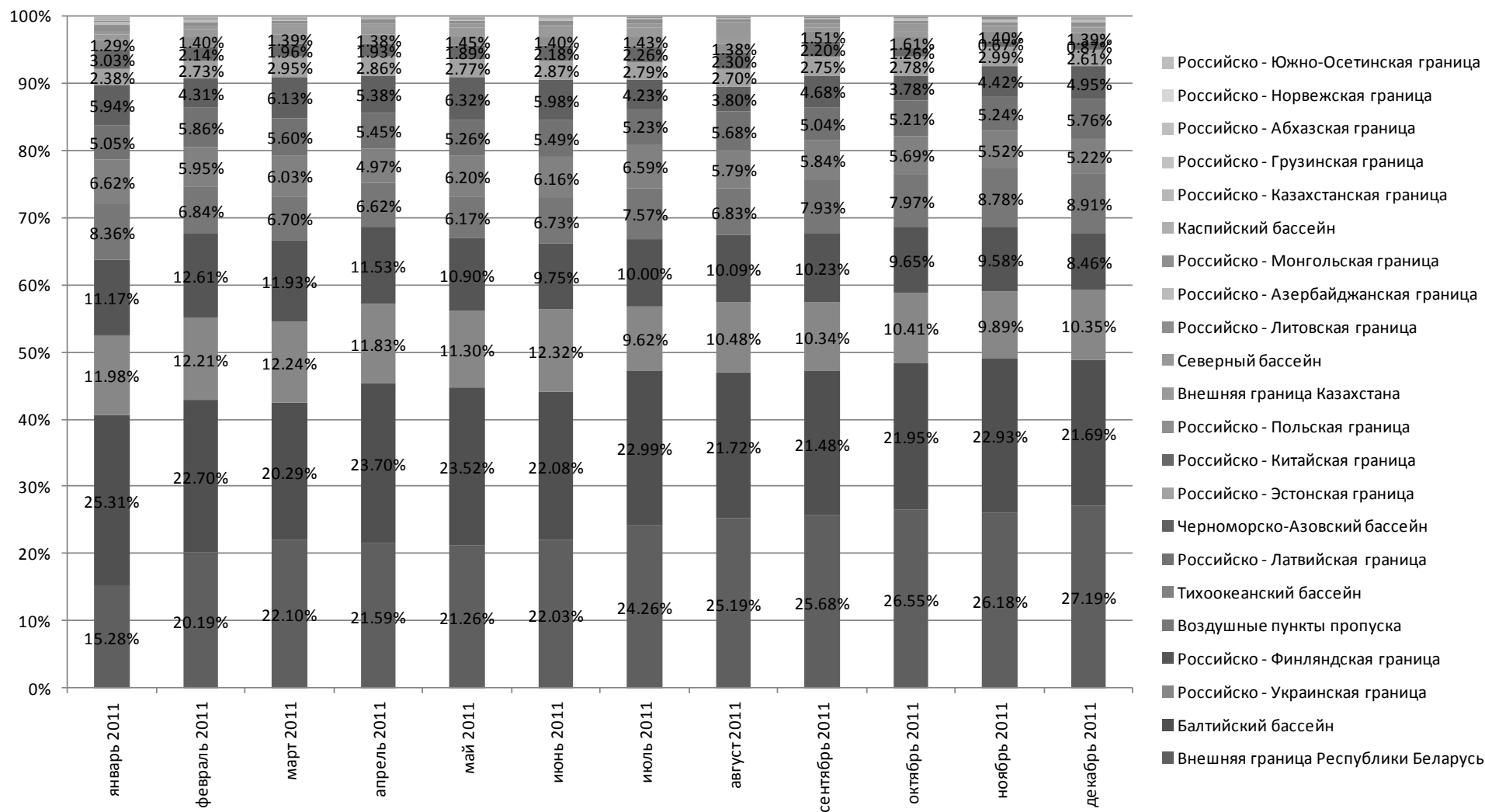


Рисунок 18 – Помесячные доли участков границы в российском импорте в 2011 году

На рисунках 17 - 18 представлены общие объемы и помесечная динамика российского импорта в разрезе участков границы Российской Федерации. Как видно из графиков, по стоимостному объему импорта лидирует западное направление (украинский и белорусский участки границы, Балтийский бассейн). Пропорции существенно не меняются в течении года.

Кроме базы Федеральной таможенной службы при дальнейших расчетах будут использоваться данные Мирового банка по ВВП стран-экспортеров и данные Росстата по ВВП российских регионов-импортеров.

Расстояние, которое преодолел какой-либо товар, между двумя торгующими между собой областями (российский регион и иностранное государство) рассчитывалось путем суммирования расстояния от административного центра иностранного партнера до определенного пункта пропуска, через который был ввезен товар, и расстояния от этого пункта пропуска до административного центра российского региона.

При этом использовалась формула гаверсинусов, которая позволяет получить расстояние между двумя географическими точками с помощью их географических координат:

$$r = R^{earth} \cdot 2 \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right), \quad (65)$$

где $\lambda_1, \varphi_1, \lambda_2, \varphi_2$ - долгота и широта двух точек, выраженных в радианах.

Общие статистические характеристики основных используемых переменных приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики основных используемых переменных

Переменная	Количество наблюдений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объем импорта (долл.)	93012	2795698.0	41600000.0	0.0	416000000.0
Расстояние (км)	91853	5417.7	3745.2	147.3	25320.5
Взвешенное суммарное расстояние до других стран (км)	93012	7381.4	1919.1	0.0	15345.4
ВВП регионов-импортеров (млн. долл.)	93012	43200.0	75200.0	709.0	277000.0
ВВП стран-экспортеров (млн. долл.)	93040	1810000.0	3030000.0	0.0	14600000.0

На рисунке 19 представлена диаграмма рассеяния для двух основных переменных гравитационного уравнения – стоимости импортируемых товаров и расстояния между экспортером и импортером. На рисунках 20 - 23 приведены аналогичные диаграммы рассеяния для перевозок определенными видами транспорта.

Как видно из графиков, на части из них можно визуально проследить наличие обратной зависимости между двумя рассматриваемыми переменными (зависимость не видна для воздушного и морского транспорта). При этом следует учитывать, что данные графики нельзя рассматривать как доказательство наличия искомой зависимости, так как они не отражают влияния других факторов. Представленные диаграммы рассеяния можно рассматривать лишь как дополнительный стимул для проведения последующей эконометрической проверки сформулированных в теоретической части работы гипотез.

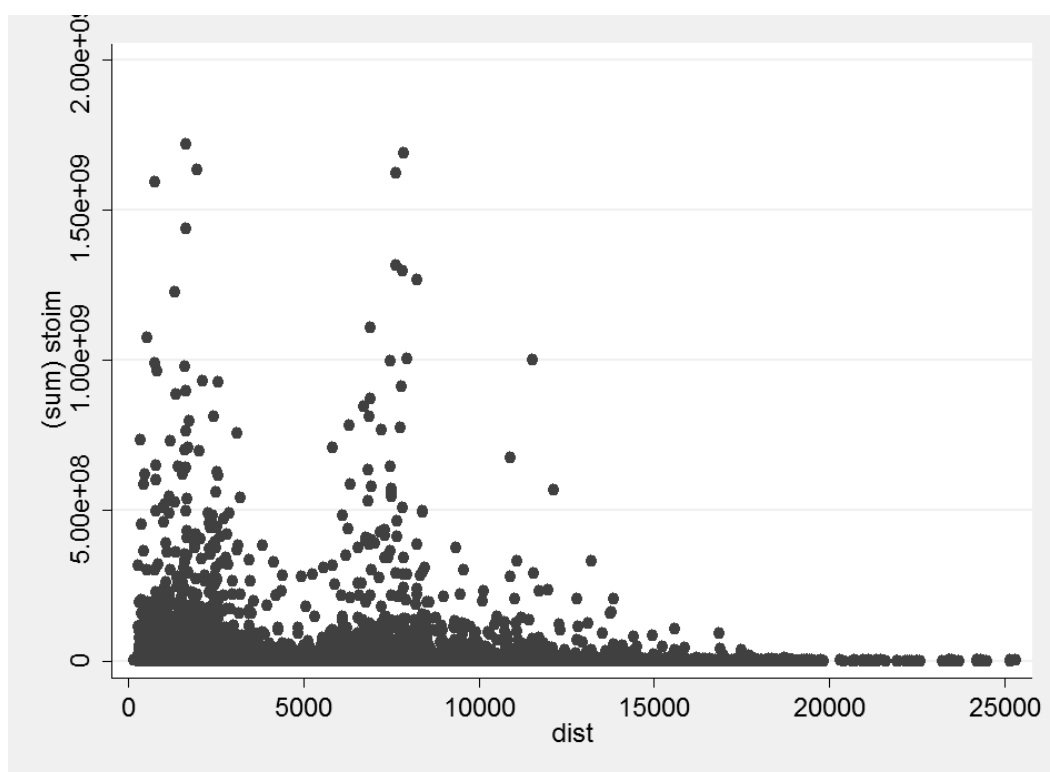


Рисунок 19 – Диаграмма рассеяния «стоимость импортируемых товаров – расстояние до страны-экспортера»

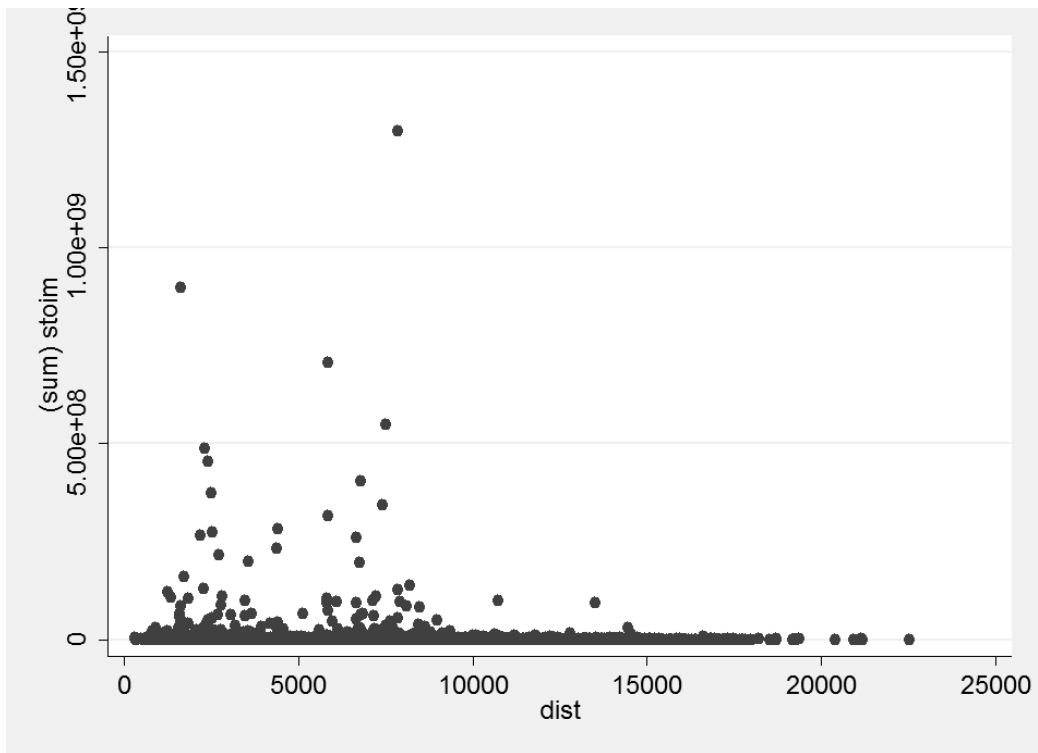


Рисунок 20 – Диаграмма рассеяния «стоимость импортируемых товаров – расстояние до страны-экспортера» для воздушного вида транспорта

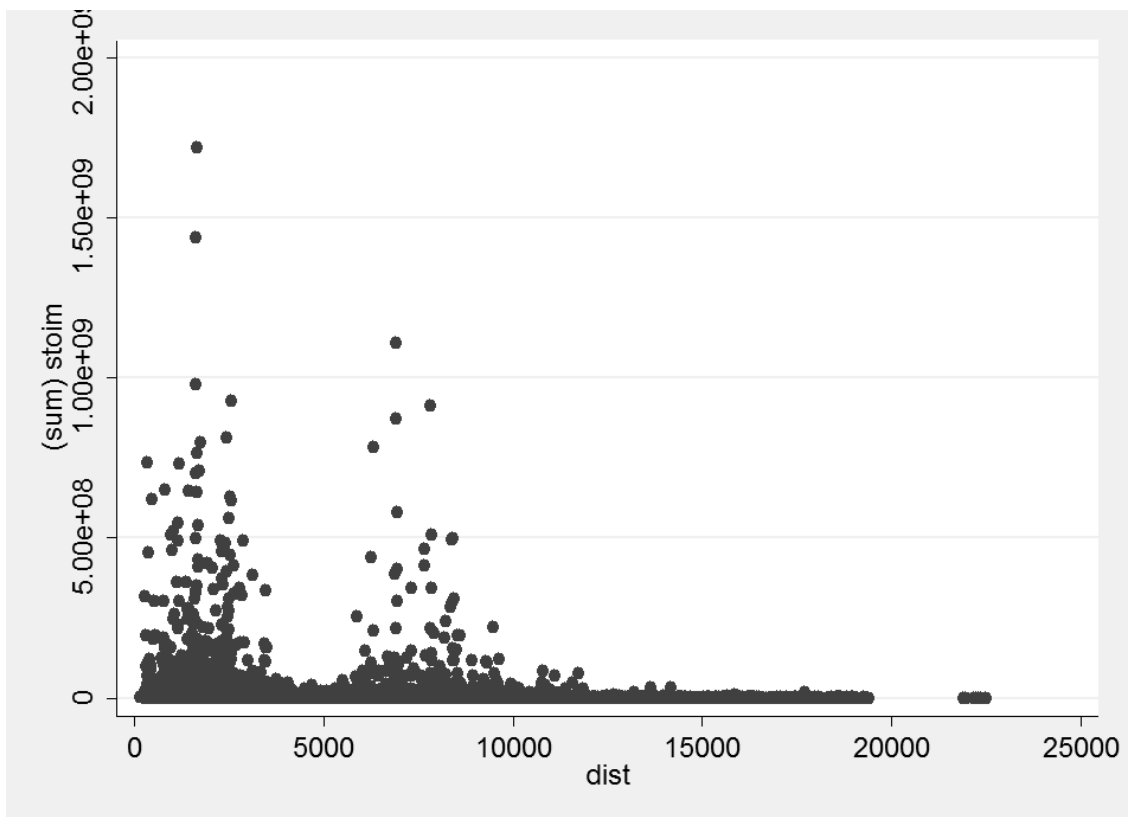


Рисунок 21 – Диаграмма рассеяния «стоимость импортируемых товаров – расстояние до страны-экспортера» для автомобильного вида транспорта

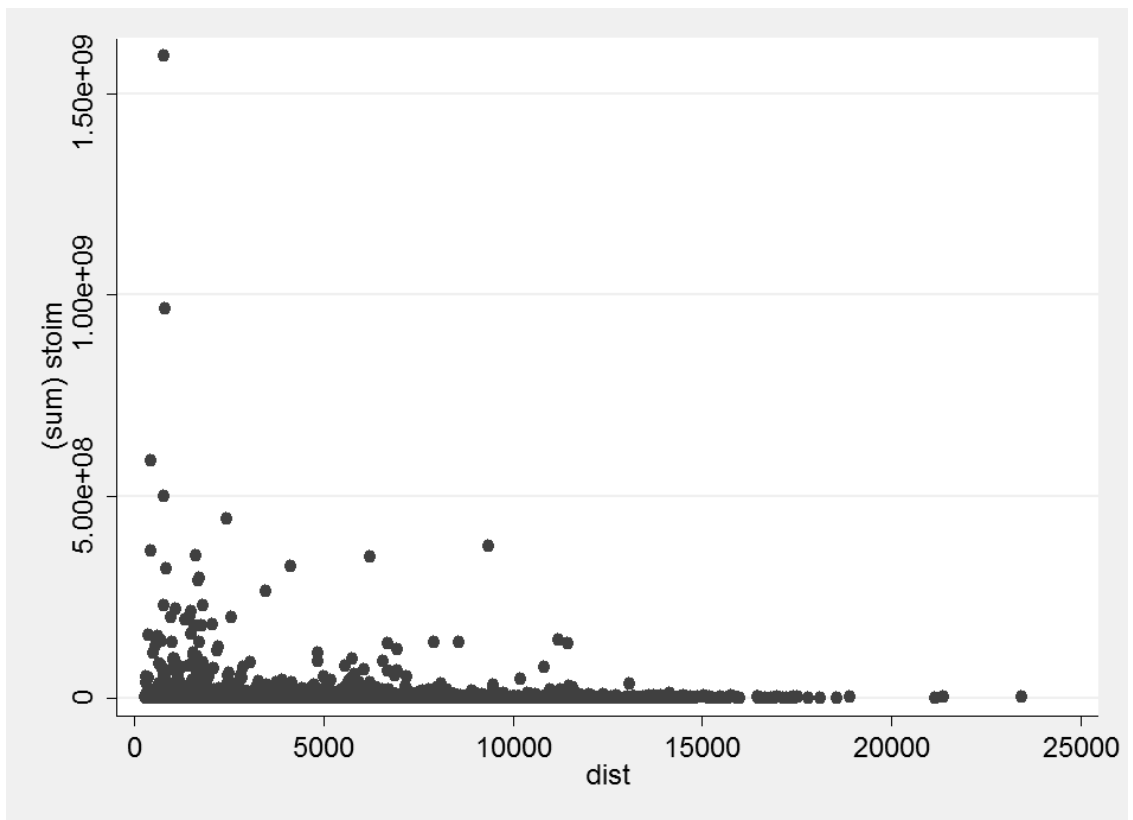


Рисунок 22 – Диаграмма рассеяния «стоимость импортируемых товаров – расстояние до страны-экспортера» для железнодорожного вида транспорта

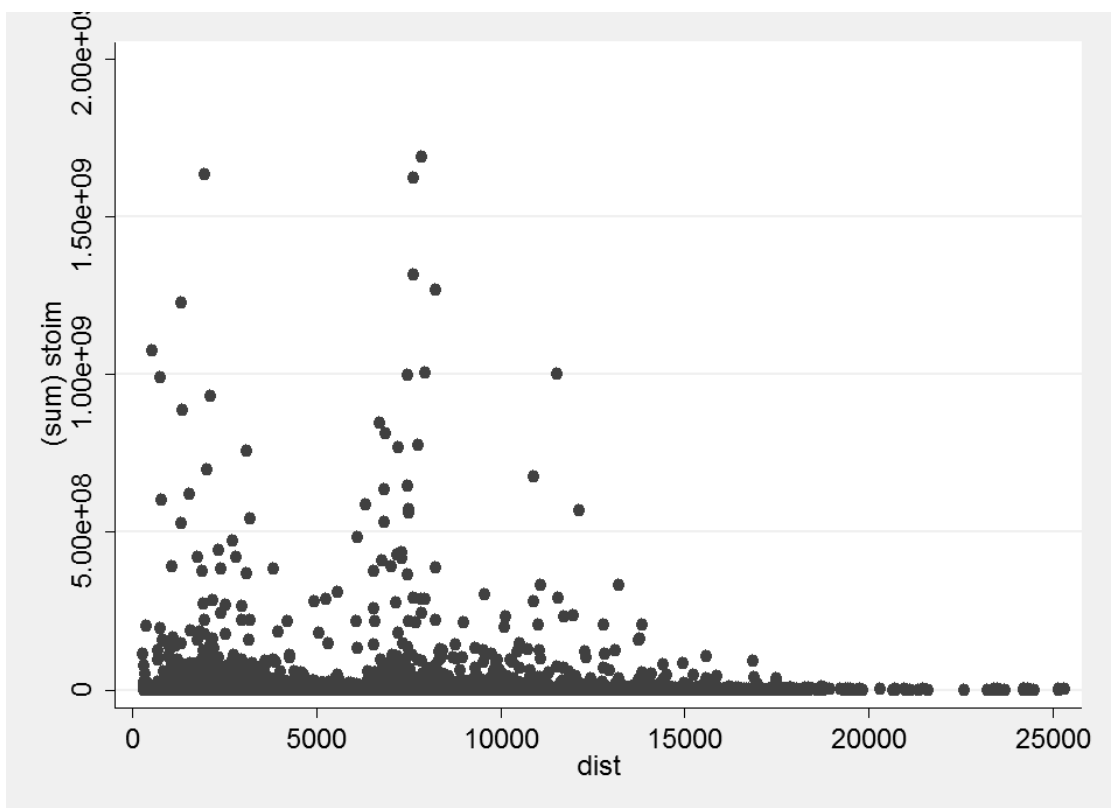


Рисунок 23 – Диаграмма рассеяния «стоимость импортируемых товаров – расстояние до страны-экспортера» для морского вида транспорта

3.2 Результаты эмпирической оценки

Прежде всего, проведем оценку классического вида гравитационного уравнения (в логарифмической форме), содержащего только расстояния между странами и их ВВП. Результаты оцененной зависимости представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оценки классической формы гравитационного уравнения. МНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
ВРП регионов России	0.3051	0.0000
	(0.0411)	
ВВП стран партнеров	-0.0548	0.0620
	(0.0294)	
Расстояние	-0.8370	0.0000
	(0.0725)	
константа	7.1077	0.0000
	(1.3380)	
R^2		0.0024
Adj. R^2		0.0024
F-статистика		71.1900
Prob>F		0.0000
Количество наблюдений		88510

Как видно из таблицы, полученные результаты соотносятся с тем, что предсказывает теория: зависимость объемов импорта от расстояния транспортировки товаров является отрицательной, а зависимость от размера экономики импортирующего региона – положительной. При этом коэффициент при переменной ВВП страны-экспортера оказался незначим.

В таблице 5 представлены результаты оценки модели, предложенной в работе Anderson и Wincoop (2003): 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.

Таблица 5 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в работе Anderson (2003). МНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
ВРП	0.2799	0.0000
	(0.0412)	
ВВП	-0.0997	0.0010
	(0.0291)	
относительное расстояние	-0.6028	0.0000
	(0.0784)	
константа	1.5996	0.2550
	(1.4046)	
R^2		0.0016
Adj. R^2		0.0016
F-статистика		46.4900
Prob>F		0.0000
Количество наблюдений		88510

По сравнению с классической формой гравитационного уравнения главное отличие полученных оценок заключается в том, что коэффициент при относительном расстоянии получился несколько меньшим по модулю (и значимым, как и в предыдущем случае): -0.60, а не -0.84.

Для того, чтобы учесть в модели какие-либо факторы, являющиеся характеристиками российских регионов, но не включенные в модель, воспользуемся дамми-переменными. Результаты оценки представлены в таблице 6

Таблица 6 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в работе Anderson (2003) с добавлением дамми-переменных регионов. МНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
ВРП	-0.9770	0.0390
	(0.4726)	
ВВП	-0.0732	0.0130
	(0.0294)	
относительное расстояние	-0.3919	0.0000
	(0.0796)	
константа	-1.1975	0.5760
	(2.1433)	
+ дамми регионов		
R^2		0.0124
Adj. R^2		0.0124
F-статистика		13.9300
Prob>F		0.0000
Количество наблюдений		88510

Как видно, введение дополнительных переменных в модель еще больше скорректировало значение коэффициента при переменной расстояния между регионами, в данном случае он получился равен -0.39.

Теперь перейдем к оценке непосредственно пространственной гравитационной модели торговли, предложенной в предыдущем разделе, которая учитывает существование пунктов пропуска. Результаты оценки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	-9.2808	0.0000
	(2.3704)	
относительное расстояние	-1.7541	0.0000
	(0.1486)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.1167	0.0580
	(0.0617)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.4528	0.0100
	(0.1755)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.8590	0.0000
	(0.0924)	
ВВП	-0.1068	0.0000
	(0.0291)	
ВРП	0.3064	0.0000
	(0.0414)	
R ²		0.0022
Adj. R ²		0.0022
Количество наблюдений		88510

Как следует из представленных в таблице результатов, обе выдвинутые в теоретической модели гипотезы подтверждаются статистикой. Во-первых, обе составные части коэффициента пропускания оказались значимы и положительны. Это можно интерпретировать, в полном соответствии со сформулированными ранее предположениями, как то, что при возрастании количества пунктов пропуска на каком-либо участке государственной границы, одним из наблюдаемых эффектов будет некоторое повышение объемов перевозки товаров через этот участок. Этот эффект связан с ограничением потенциально возможной торговли из-за слишком удаленных пунктов пропуска, что подразумевает высокие издержки транспортировки товаров.

Во-вторых, коэффициент в сумме расстояний до других пунктов пропуска также оказался положительным. Это является иллюстрацией второго эффекта, который будет наблюдаться при повышении количества пунктов пропуска на каком-либо участке границы: при этом у экспортера и импортера появляется выбор между практически идентичными маршрутами, проходящими через соседние пункты пропуска – следовательно, товарный поток через каждый пункт пропуска несколько снизится.

Описанные результаты были получены на основании анализа агрегированных данных, без разбиения эффекта по видам транспорта, с помощью которых осуществляются перевозки товаров через границу. Теперь рассмотрим результаты оценки модели, полученные отдельно для основных видов транспорта.

В таблице 8 представлены результаты оценки пространственной гравитационной модели торговли для морского вида транспорта.

Таблица 8 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для морского вида транспорта. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	24.1895	0.0000
	(5.1037)	
относительное расстояние	-0.0237	0.9450
	(0.3424)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.1232	0.0080
	(0.0468)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	1.1975	0.0000
	(0.3246)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	0.2621	0.0510
	(0.1346)	
ВВП	-0.2586	0.0020
	(0.0837)	
ВРП	0.0969	0.4040
	(0.1160)	
R^2		0.0031
Adj. R^2		0.0024
Количество наблюдений		7863

Как видно, в данном случае коэффициенты, входящие в сумму расстояний до других пунктов пропуска и в коэффициент пропускания имеют те же знаки (и некоторые отличия в абсолютных значениях), что и в модели, оцененной на агрегированных данных – это свидетельствует о том, что введенные гипотезы в модели с пунктами пропуска справедливы также и для перевозок, осуществляемых морским транспортом. Необходимо также отметить, что коэффициент при относительном расстоянии в данном случае получился незначим. Этот результат может быть интерпретирован следующим образом: по морю, как правило, перевозят специфические виды грузов, преимущественно обладающие большим объемом и массой, причем величина расстояния, на которое должен быть перевезен груз, не играет существенной роли, так как издержки транспортировки достаточно малы. В таком случае, расстояние не должно оказывать влияния на объемы морской торговли, что и наблюдается по результатам эмпирической оценки модели.

В таблице 9 представлены результаты оценки пространственной гравитационной модели торговли для железнодорожного вида транспорта.

Таблица 9 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для железнодорожного вида транспорта. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	-51.6578	0.0000
	(8.7867)	
относительное расстояние	-0.1351	0.8260
	(0.6145)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.2188	0.0900
	(0.1292)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	-0.2754	0.1880
	(0.2090)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	2.3109	0.0000
	(0.4811)	
ВВП	0.5807	0.0000
	(0.1412)	
ВРП	0.8765	0.0000
	(0.2215)	
R^2		0.0130
Adj. R^2		0.0121
Количество наблюдений		6581

В данном случае коэффициент при относительном расстоянии также получился незначим. Для перевозок по железной дороге такой результат, по всей видимости, связан с тем, что стоимость транспортировки железной дорогой сильно зависит как от самого расстояния (причем зависимость нелинейная), так и от вида перевозимого товара и вида маршрута.

Наконец, в таблице 10 представлены результаты оценки пространственной гравитационной модели торговли для автомобильного вида транспорта.

Таблица 10 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для автомобильного вида транспорта. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	-10.3149	0.0000
	(1.5358)	
относительное расстояние	-2.8779	0.0000
	(0.1130)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0766	0.0000
	(0.0021)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	2.5679	0.0000
	(0.0664)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	4.4060	0.0000
	(0.0710)	
ВВП	-0.1612	0.0000
	(0.0278)	
ВРП	0.2897	0.0000
	(0.0387)	
R^2		0.0079
Adj. R^2		0.0078
Количество наблюдений		60544

Как видно из таблицы, в данном случае наблюдается отрицательная зависимость объемов перевозимых грузов от относительного расстояния, как и предсказывала теория (для автомобильных перевозок соображения, приведенные выше для морского и железнодорожного транспорта, не работают): чем больше расстояние, которое требуется преодолеть перевозимому товару, по сравнению с расстоянием от других потенциальных экспортеров или до других потенциальных импортеров, тем выше относительные издержки транспортировки, следовательно, тем меньше объем торгового потока (при прочих равных).

Кроме того, коэффициенты, входящие в сумму расстояний через другие пункты пропуска и в коэффициент пропускания имеют предсказанные теорией знаки и подтверждают сформулированные ранее гипотезы.

В таблицах 11 - 13 представлены результаты оценки модели для отдельных товарных групп; для примера были рассмотрены, соответственно, «готовые пищевые продукты», «электротехника» и «автомобили».

Таблица 11 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для товарной группы «готовые пищевые продукты». НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	35.2663	0.0000
	(2.5219)	
относительное расстояние	2.4800	0.0000
	(0.1741)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0235	0.0000
	(0.0013)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	2.7613	0.0000
	(0.1317)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	0.0688	0.0000
	(0.0108)	
ВВП	-0.2075	0.0000
	(0.0528)	
ВРП	0.3121	0.0000
	(0.0642)	
R^2		0.0133
Adj. R^2		0.0127
Количество наблюдений		8756

Таблица 12 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для товарной группы «электротехника». НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	0.0000	0.0000
	-1.0654	0.9600
относительное расстояние	(21.3747)	
	0.0000	1.0000
коэффициент пропускания 1 (числитель)	(0.0001)	
	7.5011	0.9970
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	(2263.5580)	
	0.0004	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	0.9900	0.0000
	(0.0000)	
ВВП	0.9900	0.0000
	(0.0000)	
ВРП	0.9900	0.0000
	(0.0000)	
R^2		-6770000000.0000
Adj. R^2		-6770000000.0000
Количество наблюдений		34505.0000

Таблица 13 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для товарной группы «автомобили». НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	0.0000	0.0000
относительное расстояние	-9.3378	0.8670
	(55.9108)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0001	1.0000
	(3.7582)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	8.5885	0.9990
	(10274.9600)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	-4.2521	0.9990
	(5912.8880)	
ВВП	0.9252	0.0000
	(5.60e-08)	
ВРП	0.9252	0.0000
	(2.10e-06)	
R ²		-15600000000.0000
Adj. R ²		-15600000000.0000
Количество наблюдений		19160

Необходимо отметить, что все предположения и выводы, сформулированные при разработке теоретической пространственной гравитационной модели внешней торговли, могут быть применимы только к агрегированным данным, так как речь в теории идет о товарообмене между двумя странами в целом, а не о товарообмене каким-либо специфическим видом товаров. Представленные выше результаты являются результатом проверки того, можно ли считать уровень агрегации двухзначных товарных групп (в соответствии с номенклатурой ТН ВЭД) достаточно крупным для того, чтобы предположения гравитационной модели все еще выполнялись. Можно говорить о том, что первоначальная гипотеза о том, что это не так, и представленная модель не работает для отдельных товарных групп, не может быть отвергнута: большинство оцененных коэффициентов оказались незначимы.

В таблице 14 представлена оценка коэффициентов пространственной гравитационной модели (для агрегированных данных) с введением дамми-переменных для регионов России.

Таблица 14 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, с использованием дамми-переменных для регионов. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
константа	.	.
относительное расстояние	-3.0358 (0.1074)	0.0000
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0846 (0.0193)	0.0000
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.0846 (0.0202)	0.0000
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	3.2734 (0.0735)	0.0000
ВВП	-0.0725 (0.0294)	0.0140
ВРП	-1.8894 (0.1166)	0.0000
+дамми регионов		
R^2		0.0148
Adj. R^2		0.0138
Количество наблюдений		88510

Из таблицы видно, что полученный качественный результат сохраняется, однако теряет значимость коэффициент при переменной ВРП, что является ожидаемым следствием введения дамми-переменных, которые коррелируют с ВРП.

В таблице 15 представлена оценка модели с использованием дамми-переменных пунктов пропуска, введение которых призвано учесть ненаблюдаемые характеристики пунктов пропуска, которые могут оказывать влияние на объемы торговли.

Таблица 15 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. МНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
ВРП	0.8357	0.0000
	(0.0138)	
ВВП	0.5018	0.0000
	(0.0099)	
относительное расстояние	-2.0795	0.0000
	(0.0266)	
+ дамми пунктов пропуска		
R^2		0.8951
Adj. R^2		0.8947
F-статистика		2174.6000
Prob>F		0.0000
Количество наблюдений		88510

Как видно из таблицы, основные сформулированные ранее гипотезы о коэффициентах модели подтверждаются. При этом существенным образом вырос коэффициент R^2 , который составил почти 0.9.

В таблице 16 резюмированы результаты эмпирической оценки пространственной гравитационной модели внешней торговли России.

Таблица 16 – Общие результаты эконометрического тестирования пространственной гравитационной модели внешней торговли России.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Метод оценки	МНК	МНК	НМНК	НМНК	НМНК	НМНК	НМНК	МНК	МНК
Вид транспорта	все	все	все	морской	ж/д	авто	все	все	все
Дамми регионов		да					да		да
Дамми пунктов пропуска								да	да
константа	1.59	-1.19	-9.28**	24.18**	51.65**	10.31**			
ВВП	-0.09**	-0.07*	-0.10**	-0.25**	0.58**	-0.16**	-0.07*	0.50**	0.58**
ВРП	0.27**	-0.97	0.30**	0.09	0.87**	0.28**	-1.88**	0.83**	-0.60**
относительное расстояние	-0.60**	-0.39**	-1.75**	-0.02	-0.13	-2.87**	-3.03**	-2.07**	-2.09**
коэффициент пропускания 1 (числитель)			0.11*	0.12**	0.21	0.07**	0.08**		
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)			0.45*	1.19**	-0.27	2.56**	0.08**		
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)			1.85**	0.26*	2.31**	4.40**	3.27**		
R^2	0.0016	0.0124	0.0022	0.0031	0.013	0.0079	0.0148	0.8951	0.9009
Adj. R^2	0.0016	0.0124	0.0022	0.0024	0.0121	0.0078	0.0138	0.8947	0.9004
Количество наблюдений	88510	88510	88510	7863	6581	60544	88510	88510	87249

Построенная выше в настоящей работе модификация гравитационной модели внешней торговли призвана учесть пространственные эффекты торговли, которые возникают в случае больших по площади государств, с протяженной границей.

Однако следует отметить, что предложенная модель обладает еще одним недостатком, связанным с пространственными эффектами, который нельзя устранить при помощи дополнительных теоретических построений. Этот недостаток связан с тем, каким образом рассчитывается расстояние между экспортером и импортером. Как уже отмечалось ранее, расстояние между ними рассчитывается как сумма расстояний от их географических центров до пункта пропуска, через который был перевезен данный конкретный товар. Это расстояние рассчитывалось аналитически по координатам соответствующих географических точек и, в сущности, является наикратчайшим возможным расстоянием (расстояние по прямой, с учетом кривизны поверхности земного шара).

Прежде всего, очевидно, что точки отправления и назначения товара не всегда являются административными центрами соответствующих областей. Однако такое упрощение является неизбежным, так как более подробные данные на данном этапе исследования недоступны. Выбор административного центра, а не географического центра области обусловлен тем, что экономическая активность, как правило, сконцентрирована именно вокруг него (хорошим примером в данном случае может служить Красноярский край, поблизости от географического центра которого нет никаких сколь-нибудь крупных населенных пунктов). Данное предположение, конечно, является упрощающим, но вносимые погрешности не должны быть существенными.

Более серьезная погрешность в расчетах 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). 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, состояние дорог, их пропускную способность, скоростной режим 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-сервисов⁵.

Рисунок 24 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, что весьма существенно.

Отметим, что приведенный пример не является крайним или нехарактерным – в данном случае взято расстояние между двумя пунктами в европейской части России, с разветвленной дорожной сетью. Рисунки 25 и 26 демонстрируют, что далеко не вся территория Российской Федерации покрыта плотной сетью автомобильных или железных дорог, следовательно, погрешности в расчетах могут быть еще больше, чем в приведенном выше примере.

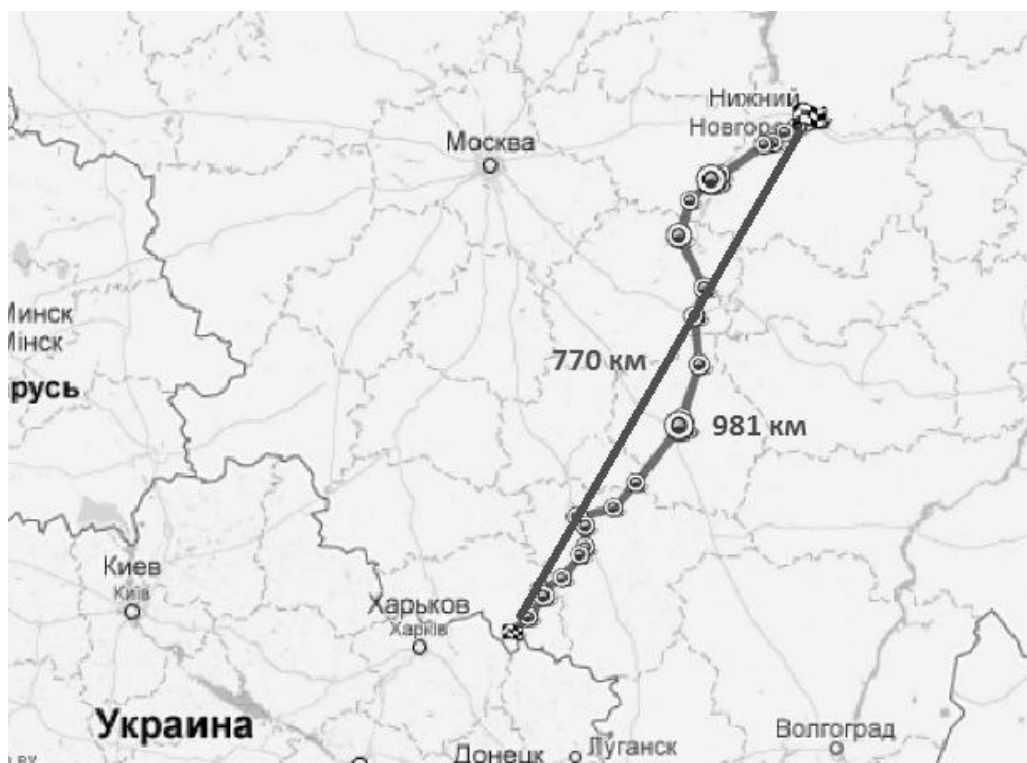


Рисунок 24 – Пример сравнения расстояния между Нижним Новгородом и автомобильным пунктом пропуска Валуйки «по прямой» и с использованием существующей автодорожной сети.

⁵ АвтотрансИнфо (<http://www.ati.su/Trace/>) – 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.

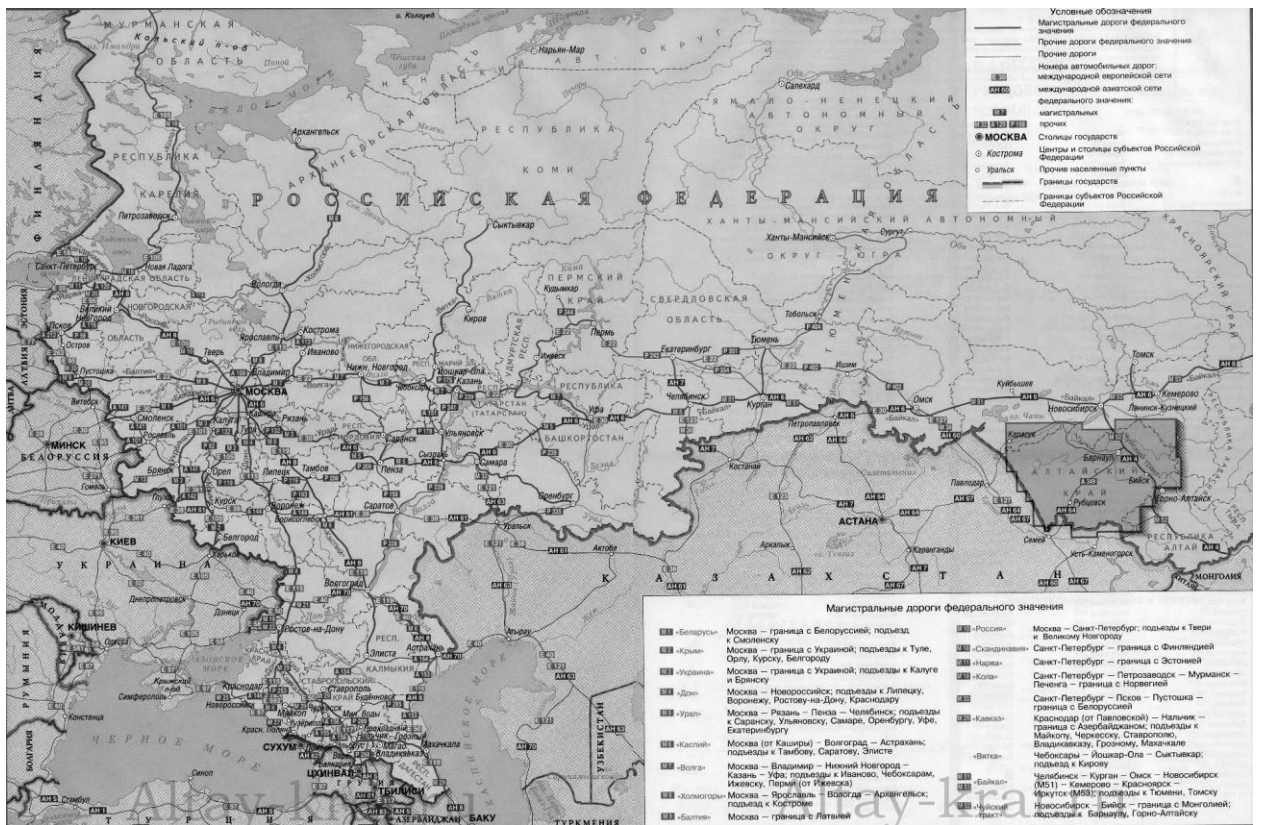


Рисунок 25 – Схема автомобильных дорог Российской Федерации.

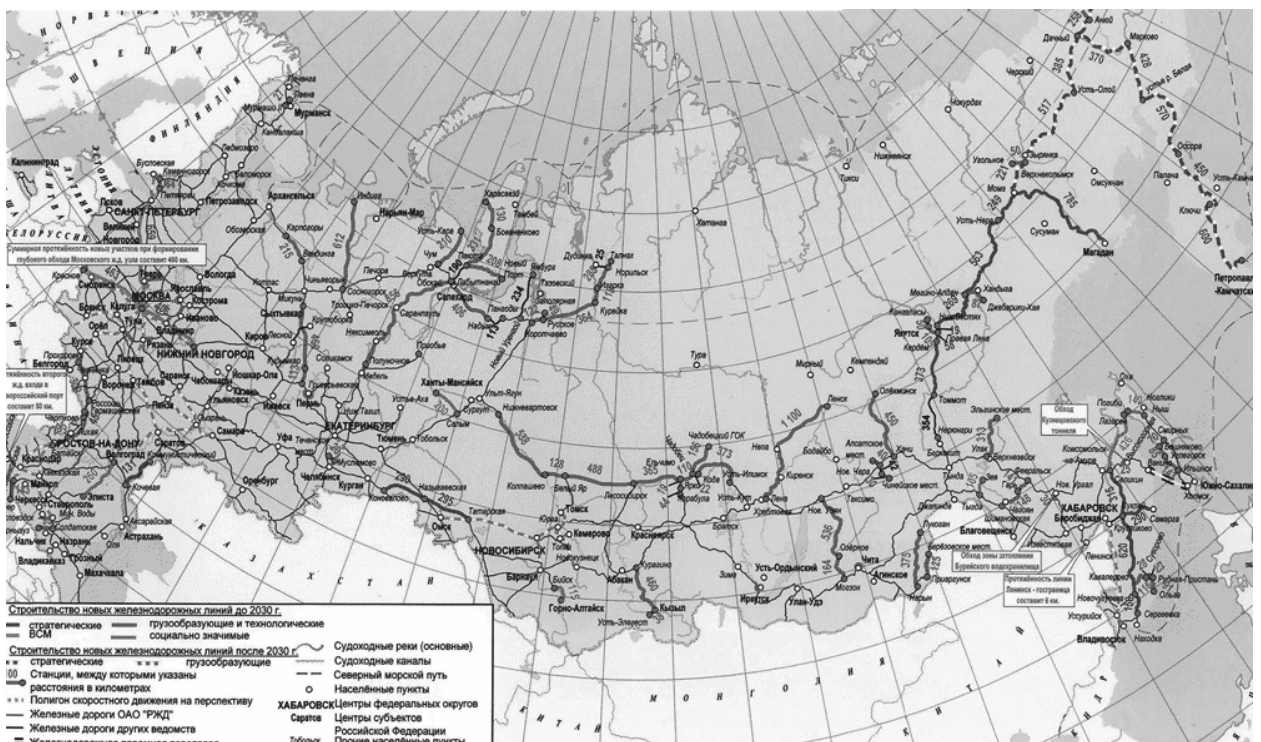


Рисунок 26 – Схема железных дорог Российской Федерации.

Ниже представлены результаты оценки гравитационной модели торговли с использованием уточненных данных по расстоянию между экспортером и импортером.

Таблица 17 содержит результаты оценки основного гравитационного уравнения (64) с использованием уточненных данных для всей доступной выборки.

Как видно из таблицы в данном случае, как и при использовании первоначальной базы данных, знаки коэффициентов свидетельствуют о выполнении сформулированных ранее гипотез. Коэффициент при относительном расстоянии получился отрицательным и значимым, что хорошо соотносится с гипотезой о том, что увеличение барьеров для торговли (которые в данном случае аппроксимируются расстоянием) снижает ее объемы. Кроме того, обе составные части коэффициента пропуска оказались значимы и положительны. Это также согласуется со сформулированными ранее гипотезами: при увеличении количества пунктов пропуска на каком-либо участке государственной границы, следует ожидать некоторого повышения объемов перевозки товаров через этот участок. Отметим также, что коэффициент в сумме расстояний до других пунктов пропуска также является положительным и значимым, что свидетельствует в пользу гипотезы о том, что при повышении количества пунктов пропуска на каком-либо участке границы товарный поток через каждый пункт пропуска несколько снижается.

Таблица 17 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	-10.5988	0.0000
	(1.7865)	
относительное расстояние	-2.1058	0.0000
	(0.1252)	
коэффициент пропуска 1 (числитель)	0.0265	0.0000
	(0.0035)	
коэффициент пропуска 2 (степень в знаменателе)	0.7852	0.0000
	(0.0902)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	2.5031	0.0000
	(0.0880)	
ВВП	-0.1076	0.0000
	(0.0291)	
ВРП	0.3118	0.0000
	(0.0412)	
R ²		0.0024
Adj. R ²		0.0024
Количество наблюдений		88510

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 детализированной базы расстояний между экспортерами и импортерами.

В случае с использованием значений расстояний, рассчитанных по координатам, то есть расстояний «по прямой», значение данного коэффициента составило -1.75. В случае использования детализированных расстояний, полученных с учетом существующей дорожной сети, значение коэффициента составило, соответственно, -2.11.

Как видно, использование данных о расстояниях, которые более соответствуют реальности, привело к некоторому увеличению рассматриваемого коэффициента. Такой эффект следовало ожидать, так как при использовании менее точной базы данных мы, условно, сталкиваемся с двумя случаями. В первом случае, отличие расстояния, взятого для расчетов, от реального не слишком велико, поэтому оценки не будут сильно искажены. Во втором случае это отличие будет весьма существенным, что приведет к искажениям в расчетах – эта группа наблюдений не будет демонстрировать более слабую зависимость объема торговли от расстояния. В итоге это приведет к меньшему по модулю значению оцененного на всей выборке коэффициента при расстоянии по сравнению с реальным.

Отметим также, что значение R^2 при использовании уточненной базы несколько увеличилось. Тем не менее, R^2 все равно остается достаточно невысоким, что свидетельствует о наличии неучтенных факторов, влияющих на объемы торговли. Один из способов скорректировать оценки – это использование дамми переменных.

В таблице 18 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 18 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, с использованием дамми-переменных для регионов. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	.	.
относительное расстояние	-3.2279 (0.1257)	0.0000
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0615 (0.0269)	0.0220
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.2907 (0.1122)	0.0100
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	3.6056 (0.0834)	0.0000
ВВП	-0.0723 (0.0294)	0.0140
ВРП	-1.3847 (0.1309)	0.0000
+дамми регионов		
R^2		0.0148
Adj. R^2		0.0139
Количество наблюдений		88510

Как видно из таблицы, введение дамми для регионов несколько увеличило значение R^2 , но не намного.

Кроме регионов, вероятным источником ненаблюдаемых факторов, которые оказывают влияние на объемы торговли, являются пункты пропуска. Они обладают такими недоступными нам характеристиками, как фактическая пропускная способность, среднее время ожидания прохождения контроля, уровень коррумпированности местных чиновников и должностных лиц, удобство подъездных путей и т.д.

В таблице 19 содержатся результаты оценки основного гравитационного уравнения с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска.

Таблица 19 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	-277.7020	0.9900
	(21123.1000)	
относительное расстояние	-3.5128	0.0000
	(0.0367)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0745	0.0000
	(0.0058)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.0308	0.0000
	(0.0023)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.8685	0.0000
	(0.0284)	
ВВП	0.5001	0.0000
	(0.0099)	
ВРП	0.8658	0.0000
	(0.0138)	
+дамми пунктов пропуска		
R^2		0.8959
Adj. R^2		0.8954
Количество наблюдений		88510

Как видно из таблицы, введение дамми-переменных для пунктов пропуска оказало весьма существенный эффект: значение R^2 увеличилось почти до 0.90, что уже является характеристикой высокой прогнозной силы использованной модели.

Значения всех без исключения коэффициентов имеют знак, подтверждающий сформулированные ранее гипотезы; все коэффициенты являются значимыми. В данной таблице представлен основной эмпирический результат настоящей работы.

Оценим основное гравитационное уравнение с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска для отдельных видов транспорта.

В таблице 20 представлены результаты оценки для морского вида транспорта.

Как видно из таблицы, коэффициент при расстоянии в данном случае получился не только отрицательным, но и значимым, в отличие от полученной ранее оценки без использования дамми-переменных для пунктов пропуска.

Таблица 20 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для морского вида транспорта, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	-109.1225	0.0000
	(4.2499)	
относительное расстояние	-2.2300	0.0000
	(0.1028)	
коэффициент пропуска 1 (числитель)	0.2844	0.0000
	(0.0138)	
коэффициент пропуска 2 (степень в знаменателе)	-0.6241	0.0000
	(0.0323)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.5726	0.0000
	(0.0879)	
ВВП	0.3429	0.0000
	(0.0261)	
ВРП	0.6073	0.0000
	(0.0366)	
+дамми пунктов пропуска		
R^2		0.9128
Adj. R^2		0.9122
Количество наблюдений		7863

В таблице 21 представлены результаты оценки гравитационного уравнения с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска для железнодорожного вида транспорта.

Из таблицы видно, что в данном случае коэффициент при относительном расстоянии также является значимым, в отличие от полученной ранее оценки без использования дамми-переменных для пунктов пропуска.

Таблица 21 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для железнодорожного вида транспорта, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	-15.0986	0.0860
	(8.8018)	
относительное расстояние	-2.0473	0.0000
	(0.2957)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0883	0.2050
	(0.0696)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.3564	0.1850
	(0.2689)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.0577	0.0000
	(0.2919)	
ВВП	0.3937	0.0000
	(0.0596)	
ВРП	0.5129	0.0000
	(0.0857)	
+дамми пунктов пропуска		
R ²		0.8587
Adj. R ²		0.8571
Количество наблюдений		6581

Оценка аналогичной зависимости для автомобильного транспорта, представленная в таблице 22, демонстрирует, что с качественной точки зрения, введение дамми-переменных для пунктов пропуска ничего не поменяло: также как и в ранее полученных результатах для автомобильного транспорта, коэффициент при относительном расстоянии является отрицательным и значимым.

Таблица 22 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для автомобильного вида транспорта, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	95.0722	0.0000
	(4.6385)	
относительное расстояние	-4.2792	0.0000
	(0.0473)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.1964	0.0000
	(0.0156)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.2274	0.0000
	(0.0192)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	2.3569	0.0000
	(0.0372)	
ВВП	0.5233	0.0000
	(0.0118)	
ВРП	0.9344	0.0000
	(0.0163)	
+дамми пунктов пропуска		
R ²		0.8358
Adj. R ²		0.8353
Количество наблюдений		60544

Результаты оценки модели с введением дамми-переменных для пунктов пропуска для воздушного вида транспорта (таблица 23) показывают, что, аналогично случаю для железнодорожного и морского транспорта, введение дамми-переменных сделало коэффициент при относительном расстоянии значимым.

Таблица 23 – Результаты оценки формы гравитационного уравнения, предложенной в теоретической модели, для воздушного вида транспорта, с использованием дамми-переменных для пунктов пропуска. Детализированная переменная расстояния. НМНК, зависимая переменная – объем импорта.

	Коэффициент	p-value
Константа	564.7487	0.0000
	(3.7295)	
относительное расстояние	-0.3559	0.0010
	(0.1105)	
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0790	0.0000
	(0.0062)	
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	1.0741	0.0000
	(0.0726)	
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	0.6529	0.0000
	(0.1177)	
ВВП	0.6688	0.0000
	(0.0187)	
ВРП	1.1784	0.0000
	(0.0273)	
+дамми пунктов пропуска		
R ²		0.9757
Adj. R ²		0.9756
Количество наблюдений		12710

Отметим, что, согласно полученным оценкам, наибольшее влияние на объемы торговли оказывает расстояние между импортером и экспортером в случае автомобильного транспорта (значение коэффициента при относительном расстоянии - 4.28). Несколько меньшее влияние имеет относительное расстояние в случае железнодорожного и морского транспорта (значение соответствующих коэффициентов - 2.05 и -2.23) – в первом случае это, по всей видимости, может быть связано со сложной зависимостью стоимости транспортировки от вида груза и расстояния перевозки, во втором – с малой стоимостью непосредственно перевозки и сложными ставками погрузочно-разгрузочных работ и т.п.

Итак, для дальнейшего практического применения можно использовать значения коэффициентов основного гравитационного уравнения (64) с использованием дамми-переменных пунктов пропуска (таблица 24).

Таблица 24 – Основной результат калибровки предложенной пространственной гравитационной модели внешней торговли.

Переменная	Коэффициент
относительное расстояние	-3.5128**
коэффициент пропускания 1 (числитель)	0.0745**
коэффициент пропускания 2 (степень в знаменателе)	0.0308**
сумма расстояний через другие п/п (степень в знаменателе)	1.8685**
ВВП	0.5001**
ВРП	0.8658**
+дамми пунктов пропуска	
R ²	0.8959
Количество наблюдений	88510

Примечание: * - значимость на уровне 5%, ** - значимость на уровне 1%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная работа посвящена теоретической разработке и верификации пространственной гравитационной модели внешней торговли Российской Федерации. В теоретической части работы были рассмотрены основные подходы к созданию и применению моделей торговли и гравитационных спецификаций. В результате проведенного исследования данные подходы были взяты за основу для вывода расширенной гравитационной модели, которая учитывает пространственные эффекты.

Теоретическая часть работы вносит вклад в развитие фундаментальных основ гравитационных моделей торговли, описывающих реальные процессы международных торговых отношений. В частности, пространственная гравитационная модель торговли учитывает тот факт, что внешняя торговля Российской Федерации осуществляется через пункты пропуска, а также способна выделить факторы, оказывающие влияние на выбор маршрута транспортировки товаров, проходящего через тот или иной пункт пропуска.

В эмпирической части работы была проведена оценка построенной теоретической модели зависимости объемов внешней торговли от ряда факторов. С учетом вида полученной теоретической модели, для ее оценки применялся нелинейный метод наименьших квадратов. Также была проведена оценка модели с учетом различных индивидуальных эффектов: как для регионов, так и для пунктов пропуска, что было призвано учесть различные ненаблюдаемые факторы, которые не были включены в гравитационное уравнение в явном виде. Анализ эластичностей модели был проведен для различных видов транспорта, которые использовались при транспортировке товаров, а также для нескольких отдельных агрегированных товарных групп.

Основополагающими количественными результатами данной работы являются рассчитанные коэффициенты эластичности объемов внешней торговли по различным факторам: ВВП экспортера и импортера, относительному (по сравнению с расстояниями до других стран) расстоянию между ними, а также эластичности, которые определяют значение введенного в модели «коэффициента пропуска» и относительного расстояния до других пунктов пропуска.

В результате проведения исследования можно заключить следующее:

– Построенная пространственная гравитационная модель внешней торговли может быть использована для описания объемов и маршрутизации внешнеторговых товарных потоков России и прогноза их реакции на изменение ряда факторов. Значения

коэффициентов модели, полученные при эконометрическом оценивании, согласуются со сформулированными теоретическими гипотезами.

– Расстояние между импортером и экспортером, которое является прокси-переменной для торговых барьеров, оказывает значимое отрицательное влияние на объемы торговли; при этом следует принимать в расчет не расстояние само по себе, а величину расстояния в сравнении с расстояниями до других торговых партнеров. Данный результат полностью соответствует выводам, полученным в международных исследованиях по данной тематике.

– Кроме относительного расстояния существенное влияние на объемы торговли оказывают другие пространственные факторы, в частности – структура пунктов пропуска. При этом можно выделить два одновременно проявляющихся противонаправленных эффекта: с одной стороны, открытие дополнительного пункта пропуска на каком-либо участке границы приводит к перераспределению торговых потоков и некоторому снижению потока через другие пункты пропуска, с другой стороны, это увеличивает суммарный товаропоток через весь участок границы за счет снижения барьера для торговли.

– Существенное влияние на объемы торговли оказывают также ненаблюдаемые факторы, связанные с характеристиками пунктов пропуска, например, фактическая пропускная способность, сложность прохождения таможенного контроля, уровень коррумпированности местных чиновников, состояние инфраструктуры, удобство подъездных путей и т.д.

В целом можно выделить следующие результаты, полученные в работе:

– Выполненный анализ теоретических и эмпирических работ, посвященных гравитационным моделям внешней торговли, позволил разработать модификацию гравитационной модели, которая учитывает наличие пространственных эффектов, связанных со спецификой торговли государств с протяженной границей, в частности - России. Были учтены особенности российской внешней торговли, которая осуществляется только через специальные точки государственной границы – пункты пропуска.

– На основе построенной в работе теоретической пространственной гравитационной модели внешней торговли путем эконометрической оценки было показано, что при принятых в работе предпосылках пространственные эффекты, в том числе связанные со структурой пунктов пропуска, имеют существенное влияние на объемы внешнеторговых товаропотоков.

– Проведенная эмпирическая оценка модели для разных видов транспорта, использующихся для доставки внешнеторговых грузов, позволила выявить различия в

чувствительности объемов грузопотоков к различным факторам (в первую очередь, к относительному расстоянию между экспортером и импортером).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Anderson “A Theoretical Foundation For The Gravity Equation”, The American Economic Review, Vol. 69, No. 1 (Mar., 1979), Pp. 106-116
2. Anderson, Van Wincoop “Gravity With Gravititas: 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 Using The Gravity Equation”, Journal Of International Economics 77 (2009) 77–85
4. Baldwin, Taglioni “Gravity For Dummies And Dummies For Gravity Equations”, CEPR Discussion Paper No. 5850, September 2006
5. Baldwin, Taglioni “Gravity For Dummies And Dummies For Gravity Equations”, NBER Working Paper No. 12516, September 2006
6. Baxter, Kouparitsas “What Determines Bilateral Trade Flows?”, NBER Working Paper No. 12188, April 2006
7. Bergstrand “The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, And The Factor-Proportions Theory In International Trade”, The Review Of Economics And Statistics, Vol.71, No.1 (Feb., 1989), Pp. 143-153
8. Bergstrand “The Gravity Equation In International Trade: Some Microeconomic Foundations And Empirical Evidence”, The Review Of Economics And Statistics, Vol. 67, No. 3 (Aug., 1985), Pp. 474-481
9. Boulhol, Serres “Have Developed Countries Escaped The Curse Of Distance?”, Working Paper, 2010
10. Bun, Klaassen “The Importance Of Dynamics In Panel Gravity Models Of Trade”, Uva Econometrics Discussion Paper: 2002/18
11. Carrere “Revisiting The Effects Of Regional Trade Agreements On Trade Flows With Proper Specification Of The Gravity Model”, European Economic Review 50 (2006) 223–247
12. Chaney “The Gravity Equation In International Trade: An Explanation”, Working Paper, 2011
13. Cheng, Wall “Controlling For Heterogeneity In Gravity Models Of Trade”, The Federal Reserve Bank Of St. Louis Working Paper Series, 1999
14. Dalgin, Trindade, Mitra “Inequality, Nonhomothetic Preferences, And Trade: A Gravity Approach”, NBER Working Paper 10800, 2004

15. Dalgin, Trindade, Mitra “Inequality, Nonhomothetic Preferences, And Trade: A Gravity Approach”, Working Paper, 2006
16. Eaton, Kortum “Technology, Geography, And Trade”, *Econometrica*, Vol. 70, No. 5. (Sep., 2002), Pp. 1741-1779
17. Feenstra, Markusen, Rose “Understanding The Home Market Effect And The Gravity Equation: The Role Of Differentiating Goods”, NBER Working Paper 6804, 1998
18. Haveman, Hummels “Alternative Hypotheses And The Volume Of Trade: The Gravity Equation And The Extent Of Specialization”, *The Canadian Journal Of Economics / Revue Canadienne d'Economique*, Vol. 37, No. 1 (Feb., 2004), Pp. 199-218
19. Haveman, Hummels “Alternative Hypotheses And The Volume Of Trade: The Gravity Equation And The Extent Of Specialization”, *The Canadian Journal Of Economics / Revue Canadienne d'Economique*, Vol. 37, No. 1(Feb., 2004), Pp. 199-218
20. Head, Mayer “Non-Europe: The Magnitude And Causes Of Market Fragmentation In The EU”, *Weltwirtschaftliches Archiv*, 2000
21. Helpman, Melitz, Rubinstein “Estimating Trade Flows: Trading Partners And Trading Volumes”, NBER Working Paper No. 12927, February 2007
22. Henderson, Millimet “Is Gravity Linear?”, Working Paper, 2008
23. Hummels “Toward A Geography Of Trade Costs”, GTAP Working Papers, 1999
24. Leamer “The Commodity Composition Of International Trade In Manufactures: An Empirical Analysis”, *Oxford Economic Papers, New Series*, Vol. 26, No. 3 (Nov., 1974), Pp. 350-374
25. McCallum “National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns”, *The American Economic Review*, Vol. 85, No. 3 (Jun., 1995), Pp. 615-623
26. Melitz “North, South And Distance In The Gravity Model”, *European Economic Review* 51 (2007) 971–991
27. Redding, Venables “Economic Geography And International Inequality”, *Journal Of International Economics* 62 (2004) 53– 82
28. Rose “One Money, One Market: Estimating The Effect Of Common Currencies On Trade”, NBER Working Paper No. 7432, December 1999
29. Rossi-Hansberg “A Spatial Theory Of Trade”, *The American Economic Review* Vol. 95 No. 5, December 2005
30. Sanso, Cuairan, Sanz “Bilateral Trade Flows, The Gravity Equation, And Functional Form”, *The Review Of Economics And Statistics*, Vol. 75, No. 2 (May, 1993), Pp. 266-275

31. Santos Silva, Tenreyro “The Log Of Gravity”, *The Review Of Economics And Statistics*, November 2006, 88(4): 641–658
32. Tinbergen “Shaping The World Economy”, *The International Executive* Volume 5, Issue 1, 1963