

Внутренняя торговля

ВНУТРЕННЯЯ ТОРГОВЛЯ РОССИИ: ПРИМЕНЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Александр ТОМАЕВ, Андрей КАУКИН, Павел ПАВЛОВ

Александр Олегович Томаев —
научный сотрудник лаборатории
системного анализа
отраслевых рынков, РАНХиГС
(РФ, 119571, Москва, пр. Вернадского, 82).
E-mail: tomaev-ao@ranepa.ru

Павел Николаевич Павлов —
старший научный сотрудник
лаборатории системного анализа
отраслевых рынков, РАНХиГС
(РФ, 119571, Москва, пр. Вернадского, 82).
E-mail: pavlov@ranepa.ru

Андрей Сергеевич Каукин —
кандидат экономических наук,
заведующий лабораторией системного
анализа отраслевых рынков, РАНХиГС
(РФ, 119571, Москва, пр. Вернадского, 82);
заведующий лабораторией отраслевых рынков
и инфраструктуры, Институт экономической
политики им. Е. Т. Гайдара
(РФ, 125009, Москва, Газетный пер., 3–5, стр. 1).
E-mail: kaukin@iep.ru

Аннотация

В статье разрабатывается модель, объясняющая объемы торговых потоков между регионами России. В основе работы лежат данные о грузовых железнодорожных перевозках за 2012–2016 годы. Излагаются предпосылки, обосновывающие использование гравитационной модели для изучения торговли с использованием одного вида транспорта. Для целей корректной оценки гравитационного уравнения на основе оригинальной авторской методики, адаптированной к имеющимся данным, решается проблема перехода от натуральных объемов торговли к стоимостным. Результаты исследования показывают, что классические факторы внешней торговли имеют хорошую объясняющую силу при моделировании внутренней торговли России посредством железнодорожного транспорта. Коэффициенты при переменных валовых региональных продуктов и расстояния оказались близки к тем, которые были получены в предыдущих исследованиях по международной и внутренней торговле. Наряду с переменной расстояния в модель включался показатель среднего тарифа за перевозку. Значимость коэффициентов обеих переменных подтвердила предположение, что на торговлю могут оказывать влияние не только транспортные, но и иные торговые издержки. Представленные результаты дают основание утверждать, что объем экспорта региона-отправителя относительно его ВРП положительно связан с объемом двусторонних межрегиональных товарных потоков. Включение в модель набора индикаторов на регионы практически не изменило коэффициенты при переменных расстояния и среднего тарифа на перевозку, что свидетельствует об устойчивости полученных оценок. Фактор уровня развитости инфраструктуры оказался незначимым. Фактором, отрицательно влияющим на объем торговли, является уровень коррупции в регионе-получателе.

Ключевые слова: внутренняя торговля, грузоперевозки, железнодорожный транспорт, гравитационная модель, институты, инфраструктура.

JEL: F14, C23, R41.

Введение

Наряду с внешней торговлей развитая внутренняя торговля имеет долгосрочное положительное влияние на уровень благосостояния населения. В частности, расширение внутренней торговли в некоторых странах способствовало росту выпуска в промышленности и сельском хозяйстве, а также снижало уровень неравенства по доходам [Annabi et al., 2006; Cornia, 2003]. Поэтому важно понимать, чем определяется объем межрегиональных торговых потоков.

В настоящей работе ставится задача выяснить, могут ли гравитационные модели использоваться для объяснения внутренней торговли железнодорожным транспортом, подобно тому как они используются для объяснения внешней торговли. Предстоит определить, какие факторы определяют объемы и направления внутрироссийских торговых потоков. Необходимо также установить, в какой мере их *чувствительность* к влиянию гравитационных факторов отличается от чувствительности международных торговых потоков к их действию¹.

Для решения этих задач в качестве вспомогательного инструмента предлагается методика перехода от физических объемов внутренней торговли к стоимостным. Методика разработана для имеющихся данных², проводится ее апробация.

Торговля между регионами России исследована неглубоко во многом по причине недостатка соответствующих данных. С учетом этого мы концентрируемся на изучении железнодорожных грузоперевозок, играющих крайне важную роль в отечественной экономике; в работе используются данные по внутрироссийским перевозкам грузов с 2012 по 2016 годы³.

Российская система железных дорог, объединяющая огромную территорию, является одной из наиболее активно используемых в мире. При этом объем грузовых железнодорожных перевозок существенно превышает объем пассажирских (в большей степени это проявляется только в Китае и США) [Pittman, 2013]. Знание факторов, определяющих объемы и распределение железнодо-

¹ Дополнительной задачей работы является сравнительный анализ влияния инфраструктурного и институционального факторов на объемы двусторонних торговых потоков. На эти факторы можно непосредственно воздействовать, проводя соответствующую политику, поэтому понимание степени их влияния на внутреннюю торговлю имеет определенную практическую ценность.

² Опираясь на зарубежную научную литературу, мы вырабатываем способ совершенствования имеющихся данных и строим отвечающую им гравитационную модель.

³ Отметим, что сбор данных по внутренней торговле, осуществляемой не только железнодорожным, но и другими видами транспорта, в России в настоящее время проводится. В частности, систематический сбор детализированных данных по внутренним перевозкам *автомобильным* транспортом осуществляется государственной системой «Платон», однако соответствующие статистические данные в настоящее время не предоставляются и авторам работы недоступны.

рожных грузовых потоков, имеет не только внутриотраслевое, но и более широкое значение.

Сопоставление параметров чувствительности внутренних и внешних торговых потоков к действию гравитационных и институциональных факторов позволит при необходимости выработать дифференцированный (или же унифицированный) подход к ведению торговой политики.

В первой части статьи приводится обзор научных работ на тему внутренней и внешней торговли. Во второй представлена модель внутренней торговли. Третья часть посвящена описанию используемых данных. В четвертой предложена методика перехода от физических объемов внутренней торговли к стоимостным, разработанная для имеющихся данных. Результаты оценок модели представлены в пятой части работы.

1. Актуальные подходы к анализу международных и межрегиональных торговых потоков

Изучению внутренней торговли посвящено значительно меньшее число научных работ, чем внешней. Основные модели торговли, которыми пользуются экономисты, были созданы для исследования товарных отношений между отдельными странами. Однако когда интерес ученых к внутренней торговле стал расти, для ее исследования стали применяться модели, ранее оцениваемые на международных данных. Ярким примером служит ряд статей, изучающих одновременно внутреннюю и внешнюю торговлю в рамках одного и того же подхода (в частности, [Anderson, Van Wincoop, 2003; Helble, 2007; Wolf, 2000]).

Среди наиболее часто используемых моделей анализа международной торговли следует отметить *гравитационную*. Томас Чейни называет ее одной из наиболее точных эмпирических находок экономики [Chaney, 2018]. В 1962 году Жан Тинберген [Tinbergen, 1962] впервые применил в экономике гравитационную модель. Она основана на предположении, что торговля между двумя странами зависит от масштаба рынка и расстояния между этими странами, подобно тому как притяжение между телами по закону Ньютона зависит от их масс и расстояния. Тинберген предположил, что объем двусторонней торговли пропорционален объему валового выпуска стран и обратно пропорционален расстоянию между ними. Валовые внутренние продукты стран при этом отражают производственные возможности страны-экспортера и объем рынка страны-импортера, а расстояние — транспортные и иные торговые издержки.

В работе Тинбергена не было твердого теоретического обоснования. Некоторые попытки подвести под гравитационную модель теоретическую основу предпринимались уже с 1970-х годов. В числе таких попыток можно назвать работы Эдварда Лимера [Leamer, 1974], Джеймса Андерсона [Anderson, 1979] и других.

Ниже приводится описание наиболее важных, с нашей точки зрения, исследований, использующих для анализа торговли гравитационную модель. Среди прочих рассматриваются научные работы, уделяющие внимание инфраструктурному и институциональному факторам. С учетом специфики настоящего исследования в обзор дополнительно включены работы по внутренней торговле России, а также статьи, в которых предлагается решение проблемы недостатка необходимых данных.

Примеры применения гравитационной модели для анализа торговых отношений

Результаты важного научного исследования, положившего начало целому ряду работ с использованием гравитационной модели, отражены в работе Джона Маккалума [McCallum, 1995]. Автор исследует торговлю между канадскими провинциями и тридцатью американскими штатами в 1988 году, объединяя данные из нескольких источников. Канада и США являлись в тот период участниками соглашения о свободной торговле. Маккалум пытается понять, отличались ли (при прочих равных условиях) объемы торговли между территориями, разделенными канадско-американской границей, и регионами, расположенными внутри одной страны. Зависимой переменной в оцениваемом уравнении является объем торговли между штатами (или провинциями). Искомый эффект границы учитывается с помощью добавления в гравитационную модель переменной — индикатора наличия государственной границы между торгующими субъектами. Результаты свидетельствуют, что даже открытая граница между США и Канадой в 1988 году имела сильное отрицательное влияние на объемы торговли. Этот парадоксальный результат способствовал дальнейшему применению гравитационной модели для исследования выявленного феномена.

Существенным шагом в развитии гравитационной модели торговли стало исследование [Anderson, Van Wincoop, 2003], отчасти мотивированное работой Маккалума. Обсуждая гравитационную модель, которую так часто использовали ученые в предшествующие годы, авторы отмечают, что она всё еще не имеет (на тот момент) достаточного теоретического обоснования. Отсюда следуют несколько выводов. Во-первых, возможно искажение результатов

по причине пропущенных переменных. Во-вторых, на основе существующей модели нельзя корректно выполнять сравнительную статику, например ответить на вопрос, как устранение того или иного барьера повлияет на объем торговли.

Исходя из этого, Джеймс Андерсон и Эрик Ван Винкуп построили теоретически обоснованную спецификацию гравитационного уравнения и затем применили полученную модель для новой оценки эффекта границы, выявленного Маккалумом. Основным дополнением, предложенным в работе [Anderson, Van Wincoop, 2003], стало включение в оцениваемое уравнение переменной «многостороннего сопротивления». Она учитывает взвешенные по ВВП расстояния от двух торгующих сторон до *третьих* стран. Переменная многостороннего сопротивления отражает уровень издержек торговли с третьими странами, от которого зависят стимулы для двусторонней торговли заданной пары стран. Эмпирическая часть работы [Anderson, Van Wincoop, 2003] выполнена на данных за 1993 год. Результаты оценки эффекта границы между США и Канадой подтверждают ее отрицательное влияние на внутреннюю торговлю между их регионами. Однако величина эффекта оказывается значительно более скромной, чем в работе Маккалума.

Идея многостороннего сопротивления получила развитие в работе [Baier, Bergstrand, 2009]. Переменные многостороннего сопротивления, необходимые для получения несмещенных оценок, раскладываются в ней следующим образом:

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

$$MRBorder_{ij} = \sum_{k=1}^N \theta_k Border_{ik} + \sum_{m=1}^N \theta_m Border_{mj} - \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_k \theta_m Border_{km} \quad (2)$$

где $MRDist_{ij}$ — сумма взвешенных по валовому продукту расстояний от торгующих регионов i и j до всех остальных регионов, θ — доля валового продукта страны (или региона) по отношению к суммарному валовому продукту всех торгующих сторон, d — расстояние.

Вторая переменная, $MRBorder_{ij}$, сформирована похожим образом, однако в ней переменная $Border$ отражает наличие у торгующих государств границы с третьими странами.

Более новые исследования, включающие в гравитационное уравнение фактор многостороннего сопротивления, обычно используют именно эти формулы.

Упомянутое исследование [McCallum, 1995] своим неожиданным результатом дало дополнительный повод для изучения внутренней торговли. Повторный анализ торговли между регионами Канады и США представлен в работе [Anderson, Smith, 1999]. Ее авторы наряду с гравитационным уравнением Маккалума используют новую спецификацию, в которой зависимой переменной выступает не экспорт из одного региона в другой, а сумма экспорта и импорта. Используя более точные данные за 1990 год, взятые из единого источника, авторы получают меньший оцененный эффект государственной границы на объемы торговли. Автор [Wolf, 2000], фокусируясь на исследовании внутренней торговли, пытается продвинуться дальше в понимании влияния границ на объем торговых потоков. При этом автор исследует эффект не национальных границ, а границ между штатами. Его гипотеза состоит в том, что границы регионов одной страны в отличие от государственных границ не являются барьерами для торговли. Хольгер Вольф добавляет в классическую гравитационную модель индикатор наличия у двух торгующих штатов общей границы и переменную, отражающую степень их удаленности от всех остальных штатов. Он использует данные опроса по перевозкам товаров в США девятью видами транспорта за 1993 год. Результаты свидетельствуют о значительном отрицательном влиянии границ между штатами на объем их торговли.

Работы, учитывающие влияние инфраструктуры и качества институтов на торговлю

Кроме упомянутых факторов в гравитационную модель различными исследователями включались дополнительные переменные с целью анализа влияния на торговлю специфических показателей. Например, ряд научных статей посвящен влиянию уровня развития инфраструктуры транспорта и связи на объемы двусторонней торговли. В [Bougheas et al., 1999] предполагается прямая связь между инфраструктурой и торговыми издержками и утверждается, что первая может влиять в конечном итоге на конкурентоспособность торгующих стран. Спирос Бугеас и соавторы добавляют фактор инфраструктуры в модель на основе

рикардианской теории сравнительных преимуществ для случая континуума товаров [Dornbusch et al., 1977]. Авторы работы показывают, что улучшение инфраструктуры может снижать торговые издержки и расширять торговые возможности. Теоретическая часть дополняется эмпирическими оценками торговых отношений европейских стран в период с 1970 по 1990 годы. В работе используются данные нескольких источников, включая ОЭСР и ООН. Согласно гипотезе физическая инфраструктура (hard infrastructure) снижает издержки типа айсберг (то есть растущие при увеличении расстояния транспортировки), увеличивая долю товаров, которые достигают пункта назначения.

В модели Бугеаса и соавторов страны выбирают, как использовать имеющийся производственный ресурс — для выпуска продукции или для совершенствования инфраструктуры. Модель предполагает, что есть два равновесия: без инфраструктуры и с низким уровнем двусторонней торговли; с инфраструктурой и высоким уровнем торговли. Результаты исследования согласуются с гипотезой о положительном влиянии уровня развития инфраструктуры на объем двусторонней торговли.

В работе [Limão, Venables, 2001] изучена структура транспортных издержек и отражено влияние на них географических факторов и инфраструктуры. На первом этапе авторы учитывают расстояние между торгующими странами, наличие общей границы и выхода к морю, а также качество транспортной и коммуникационной инфраструктуры. Опираясь на полученные результаты, они переходят к анализу взаимосвязи между транспортными издержками и торговлей, используя гравитационное уравнение с включением тех же переменных географических и инфраструктурных особенностей стран. Мерой развитости инфраструктуры в статье является среднее от плотности дорожной сети, сети мощных дорог, железных дорог и количества главных телефонных линий на человека. По идее авторов, это среднее должно отражать стоимость поездки в страну и проезда через страну. Используются данные по 103 странам за 1990 год. Главным результатом исследования является выявление влияния инфраструктуры на объем торговли, в особенности торговли стран без выхода к морю. Дополнительный анализ примера Африки говорит о том, что низкий уровень торговли стран этого континента в рассматриваемый период в значительной степени объяснялся недостаточным уровнем развития инфраструктуры.

Похожий анализ проделан в работе [Nordås, Piermartini, 2004]. Исследование рассматривает влияние качества инфраструктуры (дорог, аэропортов, портов, телекоммуникаций и времени, необ-

ходимого на прохождение таможи) на суммарную двустороннюю торговлю, а также отдельно — на торговлю автомобилями, одеждой и текстильной продукцией. Авторы применяют гравитационную модель с добавлением факторов двусторонних тарифов и инфраструктуры. Данные за 2000 год охватывают 138 стран. Согласно результатам работы инфраструктура экспортеров может иметь большее значение, чем инфраструктура импортеров, а одной из важнейших составляющих инфраструктуры являются порты.

В исследовании [Portugal-Perez, Wilson, 2012] оценено влияние показателей «мягкой» и «жесткой» инфраструктуры на характеристики экспорта развивающихся стран. Авторы используют агрегированные показатели, полученные с помощью факторного анализа. Гравитационная модель оценивается на данных по 101 стране с 2004 по 2007 годы. Результаты подтверждают выводы предыдущих работ и свидетельствуют о взаимодополняющем эффекте от улучшения «жесткой» (физической) и «мягкой» инфраструктуры. Примечательно, что к «мягкой» инфраструктуре отнесен в том числе индикатор деловой и регуляторной среды, включающий показатели фаворитизма, уровня коррупции, нерегулярных платежей и прозрачности, которые фактически отражают качество институтов.

Качество институциональной среды наряду с инфраструктурными факторами также изучается в статье [Francois, Manchin, 2007]. Метод главных компонент помогает авторам сформировать из различных индикаторов Всемирного банка переменные состояния коммуникаций, состояния инфраструктуры, степени рыночной ориентированности, а также степени невмешательства государства в экономику. Отдельно анализируется влияние альтернативных институциональных показателей: уровня коррупции, эффективности правительства, политической стабильности, качества регулирования, выполнения принципа верховенства закона и принципа подотчетности власти.

Переменные инфраструктуры и институтов добавляются к стандартным регрессорам гравитационной модели. Анализ охватывает около шестидесяти стран в отдельные годы в период с 1990 по 2003 годы. Согласно результатам лучшее качество и физической, и коммуникационной инфраструктуры в странах-импортерах имеет значимое положительное влияние на импорт. Это же справедливо и для степени рыночной ориентированности и невмешательства государства в экономику, хотя в некоторых спецификациях коэффициенты оказались незначимы. Все альтернативные показатели качества институтов оказались значимы.

Изучение внутренней торговли России

Изучению внутренней торговли России посвящено достаточно малое количество работ. Не все они вполне актуальны с точки зрения настоящего исследования. Например, в работе [Гусев, 2011] внутренняя торговля рассматривается в качестве фактора территориальной целостности страны.

В числе релевантных научных статей, использующих эконометрические оценки для анализа внутрироссийской торговли, можно назвать работу [Мишура, 2012]. Автор применяет гравитационную модель для изучения межрегиональной торговли потребительскими товарами в целом и пивом в частности. Отмечая, что в России велико количество нулевых торговых потоков между регионами, он предполагает, что причиной такой ситуации могут быть низкий спрос, большие расстояния, неразвитость транспортной системы, отсутствие склонности к разнообразию или институциональные особенности. Оценка гравитационной модели производится для проверки важности этих факторов. Автор приходит к выводу, что российские потребители высоко ценят разнообразие. Обнаружена также высокая эластичность торговли по расстоянию.

Также торговля регионов России рассматривается в статье [Могилат, Сальников, 2015]. Ее цель — оценить потенциал Единого экономического пространства между Россией, Белоруссией и Казахстаном, созданного в 2012 году. При оценке гравитационного уравнения авторы предполагают, что по мере интеграции этих трех стран и снижения роли государственных границ между ними объем торговли будет при прочих равных таким же, как и между регионами России.

Оценка производится на данных по торговле товарами обрабатывающей промышленности между субъектами Российской Федерации в 2012 году. Единицей наблюдения является поток из субъекта РФ i в субъект РФ j . При этом из выборки исключаются три региона из-за отсутствия данных и еще три — из-за вероятной неточности информации по ним. Источником данных является форма № 1-вывоз «Сведения о вывозе продукции (товаров)» за 2013 год. Авторы утверждают, что данные учитывают более 70% общего объема производства предприятий России. Нефтепродукты и минеральные продукты исключаются из выборки. Торговля по всем остальным товарам агрегируется в виде показателя внутренней торговли товарами обрабатывающей промышленности. Авторы приходят к выводу, что следует ожидать существенного расширения торговли между Россией и ее партнерами, однако этот прирост не будет иметь для нее как крупнейшей страны большого значения ввиду малого объема экономики последних.

Подходы к решению проблемы недостатка статистических данных по внутренней торговле

Одной из главных проблем при анализе внутренней торговли в России и других странах является недостаток статистических данных. Представляют интерес работы, использующие различные подходы к решению этой проблемы.

В статье [Helble, 2007] исследована торговля Франции и Германии. У автора имеются данные по внешней торговле каждого из регионов этих стран со второй из них и с четырнадцатью другими государствами — членами Европейского союза. Он также располагает данными по внутренним транспортным потокам (автомобильный, железнодорожный, речной и трубопроводный транспорт). Сделано предположение, что стоимость тонны экспорта (по всем товарам) того или иного региона заданной страны в соседние страны равна стоимости тонны отправки в другой регион этой же страны. Автор делает также поправку на эффект *shipping the good apples out* (его суть в том, что на дальние расстояния отправляются товары большей удельной стоимости), оценивая этот эффект на данных по экспорту и проецируя результат на внутреннюю торговлю. Таким образом, он получает базу данных, пригодную для целей анализа внутренней торговли.

Другой способ решения проблемы отсутствия готовых данных продемонстрирован в статье [Louhela, 2006]. Автор пользуется информацией о грузовых транспортных потоках страны в физическом выражении, а также достаточно детальными данными по промышленному производству (в физическом и в стоимостном выражении). Предполагается, что для каждого региона общий объем поставок на внутренний рынок (объем производства минус экспорт) делится между его партнерами в том же соотношении, что и транспортные потоки. Это допущение помогает перейти от физических объемов торговли к стоимостным.

Изучив существующие подходы к решению проблемы недостатка данных по внутренним торговым потокам, мы разработали собственный метод, который будет описан далее.

2. Модель

Для анализа внутренней торговли России товарами, перевозимыми железнодорожным транспортом, мы применяем гравитационную модель. Обычно она уместна для анализа суммарных двусторонних торговых потоков: это предполагает и теоретическое обоснование, представленное в работе [Anderson, Van Wincoop, 2003]. Тем не менее мы считаем возможным применение гравита-

ционной модели для анализа торговли с использованием одного вида транспорта, исходя из приведенных далее соображений.

Важно отметить, что для разных видов транспорта структура перевозимых грузов тоже, как правило, разная. Например, для железнодорожного транспорта в число основных видов грузов входят уголь, руды, металлы, минеральные удобрения, лес и зерновые⁴. Автомобильный транспорт благодаря своей гибкости имеет преимущества, в частности при перевозке скоропортящихся товаров.

Оценивая гравитационную модель на данных по железнодорожным перевозкам, мы предполагаем, что наборы товаров, перевозимых различными видами транспорта, не пересекаются либо пересекаются в малой степени. Таким образом, доля железнодорожного транспорта в суммарном торговом потоке зависит преимущественно от товарной структуры этого потока. Вместе с тем возможно частичное перераспределение потока между видами транспорта; масштабы этого перераспределения зависят от привлекательности альтернативных способов перевозки.

Можно ожидать возникновения определенных проблем, осложняющих использование описанного подхода. Во-первых, доля железнодорожного транспорта для разных пар регионов может быть различной. Во-вторых, в модели Андерсона и Ван Винкупа делается предположение о нулевом сальдо торгового баланса, и оно становится менее правдоподобным, если рассматривать только железнодорожный транспорт.

Для решения первой потенциальной проблемы мы добавляем в модель фактор доли добывающей отрасли в валовом производстве регионов. Этот фактор призван отразить разницу в товарной структуре торговли, а также относительный уровень тарифов автоперевозок для учета конкуренции между двумя видами транспорта и возможного перераспределения торговых потоков между ними.

Что касается второй проблемы, на эмпирическом уровне она устраняется добавлением фиксированных эффектов на регионы отправления и назначения. Как будет показано далее, такое дополнение не оказывает существенного влияния на значения коэффициентов модели.

В качестве основы нашей модели используется классический вид гравитационного уравнения:

$$\ln x_{ijt} = a + \beta_1 \ln y_{it} + \beta_2 \ln y_{jt} + \beta_3 \ln dist_{ij} + \beta_8 \ln MRDist_{ijt} + \varepsilon, \quad (3)$$

где x_{ijt} — это стоимостной объем грузов, перевезенных железнодорожным транспортом из региона i в регион j в год t , y_{1t} и y_{2t} — ВРП

⁴ <https://rosstat.gov.ru/folder/23455>.

регионов отправки и получения, $dist_{ij}$ — расстояние между регионами, $MRDist_{ijt}$ — многостороннее сопротивление по формуле (1). Предполагается, что чем больше размер экономики каждого из партнеров, тем больше объем торговли между ними. Расстояние же сказывается на нем отрицательно. Согласно теории многостороннее сопротивление имеет положительное влияние на зависимую переменную.

В модель также включена переменная, отражающая значение стоимости транспортировки. Важно заметить, что одновременное включение переменной расстояния и стоимости перевозки имеет смысл, так как переменная расстояния обычно включается в гравитационное уравнение как отражение не только транспортных затрат, но и других торговых издержек (например, информационных). Согласно гипотезе обе переменные имеют отрицательный эффект на торговый поток. Далее мы предполагаем, что наличие общей границы у регионов России, как и в случае с отдельными странами, может способствовать более интенсивной торговле. Эффекты от перечисленных факторов могут сильно различаться в зависимости от года. Чтобы учесть это обстоятельство, вводятся дамми-переменные на каждый год.

В итоге модель приобретает следующий вид:

$$\ln x_{ijt} = a + \beta_1 \ln y_{it} + \beta_2 \ln y_{jt} - \beta_3 \ln dist_{ij} - \beta_4 \ln cost_{ijt} + \beta_5 adj_{ij} + \beta_8 \ln MRDist_{ijt} + \sum_t \beta_{8+t} year_t + \varepsilon, \quad (4)$$

где $cost_{ijt}$ — средневзвешенный тариф на отправку груза по железной дороге за тонно-километр (взвешивание проведено по стоимости грузов), adj_{ij} — дамми-переменная на наличие общей границы между региона i и j , а $year_t$ — набор дамми-переменных на разные годы.

Ряд других регрессоров, включенных в модель для оценки влияния специфических факторов, представлен в табл. 1.

Добавление фактора обеспеченности автомобильными дорогами (TSCI) обусловлено следующим. На дальних маршрутах, где доминирует железнодорожный транспорт, высокий уровень обеспеченности регионов автомобильными дорогами не способствует перераспределению товарных потоков в пользу автомобильного транспорта. Принимая во внимание обеспеченность региона автомобильными дорогами, мы можем учесть суммарные транспортные издержки, включая издержки доставки грузов до железнодорожной станции.

Т а б л и ц а 1

Список дополнительных регрессоров и соответствующих им гипотез

Краткое название	Содержание переменной	Ожидаемый знак	Гипотеза
$\ln$ Относительный объем экспорта (i)	Отношение экспорта региона-отправителя к его ВРП (логарифм)	-	Чем активнее регион участвует в экспорте, тем выше альтернативные издержки поставок в другие регионы, что ведет к меньшему объему внутренней торговли
$\ln$ Относительный объем экспорта (j)	Объем экспорта региона-получателя относительно его ВРП (логарифм)	+	Часть входящих товаров из других субъектов РФ может переправляться (в том числе в обработанном виде) на экспорт, увеличивая объемы двусторонней торговли
Общий федеральный округ	Нахождение субъектов в одном и том же федеральном округе	+	Между расположенными в одной части страны регионами лучше развиты деловые связи, что обеспечивает больший объем двусторонней торговли
$\ln$ Плотность сети железных дорог (i), $\ln$ Плотность сети железных дорог (j)	Плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 тыс. км ² территории	+	Развитая сеть железных дорог повышает удобство железнодорожного транспорта и снижает транспортные издержки
Дальность $\times$ $\ln$ TSCI* (i)	Произведение инфраструктурного индекса TSCI региона-отправителя (логарифм) на переменную-индикатор дальности маршрута (более 500 км)	+	Более развитая дорожная сеть снижает транспортные издержки доставки до железнодорожной станции (а значит, и суммарные издержки), стимулируя торговлю железнодорожным транспортом. На расстоянии свыше 500 км автотранспорт не доминирует, поэтому снижения конкурентоспособности железнодорожного транспорта при этом не происходит
$\ln$ Тариф на автоперевозки (относительный)	Тариф на автоперевозку тонны груза на 1 км на рассматриваемом направлении относительно тарифа за тонно-км для железнодорожного транспорта (логарифм от частного)	+	Чем дороже перевозка автомобильным транспортом, тем менее выгоден этот способ перевозки и тем больше объем железнодорожных перевозок
$\ln$ Доля добычи (i)	Доля добычи полезных ископаемых в ВРП региона-отправителя (логарифм)	+	Чем выше доля добычи полезных ископаемых в структуре экономики региона, тем ниже удельная стоимость региональной продукции и тем целесообразнее ее перевозка по железной дороге
$\ln$ Коррупция (i), $\ln$ Коррупция (j)	Доля публичных транзакций с использованием неформальных платежей в регионе-отправителе и регионе-получателе по опросу Enterprise Surveys 2012 (логарифм)	-	Чем выше доля таких транзакций, тем выше издержки ведения торговли и тем меньше объем двусторонних товарных потоков

*Transport Spatial Coverage Index (TSCI) — фактор обеспеченности автомобильными дорогами.

Индекс обеспеченности регионов инфраструктурой (TSCI) был разработан в работе [Magalhães, 2016]. Рассчитывается он следующим образом:

$$TSCI_X = \frac{\sum_1^n \gamma(i) A_i}{A_X}, \quad (5)$$

где $\gamma(i)$ — весовая функция для i -й зоны региона, равная нулю в случае ее отдаленности от дороги и возрастающая до единицы по мере приближения зоны к дороге, A_i — площадь i -й зоны региона, A_X — площадь региона X . Чем выше значение индекса, тем выше уровень обеспеченности региона инфраструктурой. В отличие от коэффициентов Энгеля и Гольца индекс учитывает особенности распределение транспортной сети по территории.

Помимо инфраструктуры представляет интерес влияние институциональных факторов на объемы двусторонней торговли. В соответствии с опытом ряда предыдущих исследователей, включая упомянутых в обзоре литературы, а также авторов [Abe, Wilson, 2008; De Jong, Bogmans, 2011] мы проверяем гипотезу о негативном влиянии коррупции на торговлю.

Как известно, торговлю между странами или регионами определяют не только транспортные, но и иные торговые издержки (выхода на рынок и т. д.). Коррупция, с нашей точки зрения, может повышать суммарные торговые издержки компаний, препятствуя выходу на новые рынки или снижая объем товарных потоков. Значение индикатора коррупции существенно варьируется на региональном уровне. Кроме того, имеется достаточно данных для учета его влияния.

3. Данные

В основе настоящего исследования лежат данные по грузовым железнодорожным перевозкам за период с 2012 по 2016 годы.

Согласно данным Росстата, по железным дорогам в 2016 году в России было перевезено 19% всех грузов по массе в тоннах (за исключением отправленных трубопроводом), а на автомобильном транспорте — 79%. При этом в тонно-километрах эти доли составили 87% и 9% соответственно⁵. Информация, которой мы располагаем, позволяет объяснить их объемы и выявить соответствующие закономерности.

Информация о перевозках включает указание года и месяца перевозки, региона отправления и назначения, типа станции (внутренняя или припортовая), железной дороги, фактического расстояния каждой перевозки, физического объема в тоннах, ряда данных по типу вагонов и т. д. Отметим, что перевозки между од-

⁵ <https://www.gks.ru/folder/23455>.

ними и теми же регионами могли осуществляться на разные расстояния, поэтому использовалось среднее расстояние, взвешенное по стоимости отправки.

Данные охватывают 78 регионов, включая ХМАО и ЯМАО, которые рассматриваются отдельно от Тюменской области. Отсутствуют Камчатский край, Магаданская область, Ненецкий АО, Республика Алтай, Республика Крым, Республика Тыва, Севастополь, Чукотский автономный округ.

Статистика по ВРП субъектов Российской Федерации, а также по доле в нем добывающей отрасли взята из сборников Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели» за период 2012–2016 годов⁶. Источником данных по объему экспорта из конкретных регионов стала база Федеральной таможенной службы (ФТС). В этой базе указаны коды ОКАТО, дающие возможность идентифицировать регион-экспортер, хотя точность этих данных относительна: в базе учитывается место регистрации фирмы, а не фактического ведения хозяйственной деятельности.

При расчете индекса TSCI использовалась информация по федеральным и региональным автомобильным дорогам, а также автодорогам местного значения, соединяющим районные центры с селами и несколько сел между собой. Значение индекса меняется от 0 до 1. Значения TSCI для регионов России были рассчитаны сотрудниками Института отраслевых рынков и инфраструктуры РАНХиГС. Считается, что на дальних расстояниях (обычно речь идет о радиусе более 400–700 км) железнодорожному транспорту легче конкурировать с другими видами транспорта [Slack, 1990]. По этой причине индекс TSCI умножался на дамми-переменную для дальних расстояний.

Для учета уровня развития железнодорожной инфраструктуры применялись данные Росстата по показателю «плотность железнодорожных путей общего пользования» для соответствующих периодов.

Для учета стоимости грузовых перевозок другим (автомобильным) видом транспорта были собраны данные по тарифам с сайта одной из компаний-автоперевозчиков⁷ за 2018 год, так как данные за 2012–2016 годы были недоступны. Мы считаем, что использование данных за другой период здесь оправдано, поскольку нас прежде всего интересует вариация в тарифах на различных направлениях, которая, скорее всего, не изменилась существенно за несколько лет.

Данные по уровню коррупции взяты из опроса Всемирного банка Enterprise Survey 2012⁸. Респондентами выступили 4220 вла-

⁶ <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.

⁷ <https://pecom.ru/business/rates/>.

⁸ The World Bank, The European Bank for Reconstruction and Development. Russian Federation Enterprise Survey 2012. <https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/1086>.

дельцев и руководителей компаний. Данные охватывают 37 регионов. Поскольку оценки спецификаций с включением переменной, отражающей уровень коррупции, производятся на усеченной выборке регионов, мы указываем, какие именно субъекты РФ были охвачены упомянутым опросом (табл. П1).

4. Методика расчета стоимостных объемов внутренних торговых потоков

Для достижения целей исследования необходимо было перевести натуральные объемы железнодорожных перевозок в стоимостные. При оценках гравитационных уравнений натуральные объемы практически не используются. На основе данных ФТС по экспорту за 2012–2016 годы мы выработали метод, который, на наш взгляд, отличается достаточно высокой точностью. Статистика ФТС в отличие от данных по железнодорожным перевозкам содержит данные по объемам экспортных поставок и в натуральном, и в стоимостном выражениях. Это позволяет вычислить удельные стоимости, то есть стоимость одного килограмма по любой группе товаров:

$$p_{gt} = \frac{P_{gt}}{M_{gt}}, \quad (6)$$

где p — стоимость килограмма товарной группы g в году t , P — стоимость всего объема экспорта (всеми видами транспорта) группы товаров g в году t , M — физический объем экспорта g в году t .

Для перехода от кодов ТН ВЭД, используемых ФТС, к кодам ОКВЭД были использованы ключи. Делалось предположение о том, что удельные стоимости для одних и тех же товаров идентичны в случае внешней и внутренней торговли. Таким образом, для каждой товарной группы q , определенной на уровне трех знаков ОКВЭД, были получены стоимости единицы массы отдельно для каждого года в интервале 2012–2016 годов. Умножение этих удельных стоимостей на физические объемы внутрироссийских железнодорожных перевозок позволило получить необходимые данные по перевозкам в стоимостном выражении:

$$V_{qt} = p_{qt} \cdot Mass_{qt}, \quad (7)$$

где V_{qt} — стоимостной объем железнодорожных перевозок товарной группы q , $Mass_{qt}$ — физический объем железнодорожных перевозок товарной группы q , а p_{qt} — удельная стоимость товарной группы q , поставленной в соответствие с g .

В итоге был получен набор данных, имеющих панельную структуру, где единицей наблюдения является суммарный торговый

поток из региона i в регион j в определенный год⁹. Панель не сбалансирована, так как по некоторым регионам объемы торговых потоков известны лишь в отдельные периоды.

5. Результаты

На первом шаге оценивалась описанная выше базовая спецификация (см. модель 1 в табл. 2). Для проверки гипотез о влиянии экспортной активности регионов в модель включались переменные относительных объемов экспорта. Между показателями экспортной активности и показателями ВРП регионов наблюдалась достаточная сильная корреляционная взаимосвязь: коэффициент корреляции составил порядка 0,55, при этом абсолютные величины экспорта коррелировали с переменными ВРП еще в большей степени. Для исключения мультиколлинеарности при оценках последующих спецификаций построенной модели переменные экспортной активности регионов не включались. Третья спецификация дополнялась дамми-переменной на нахождение регионов в одном и том же федеральном округе. Далее в модель включались факторы относительных тарифов на перевозки и доли добывающей отрасли (см. модели 4–5 в табл. 2.). В конце оценивалась спецификация с фиксированными эффектами на регионы.

Среди всех методов, которые использовались исследователями для оценки гравитационного уравнения в последние десятилетия, наибольшей популярностью пользовался метод наименьших квадратов (МНК). Однако основные недостатки этого метода заключаются в том, что он не учитывает нулевых торговых потоков, а также приводит к искажению и несостоятельности оценок в случае наличия гетероскедастичности. В исследовании [Santos Silva, Tenreyro, 2006] наилучшим выходом называется применение метода квазикасимального правдоподобия Пуассона (PPML).

Мы оценили все спецификации как методом МНК (точнее, ОМНК, учитывающим панельный характер используемых данных), так и методом квазикасимального правдоподобия Пуассона. В первом случае согласно теории от зависимой переменной брался логарифм, а во втором — нет. Коэффициент корреляции предсказанных и фактических объемов межрегиональной торговли был незначительно выше во втором случае. По этой и другим, уже названным причинам мы отдаем предпочтение оценкам, полученным методом PPML. Результаты оценок методом ОМНК приводятся для сравнения в табл. П2 и П3.

⁹ Низкая объясняющая способность гравитационной модели в случае изучения торговли отдельными товарными группами была выявлена в работе [Каукин, 2013].

В итоговую выборку не вошли отправки в припортовые станции и из припортовых станций, так как в этом случае мог иметь место транзит. Поступившие на эти станции грузы могли далее переправляться в другие страны или регионы водным транспортом, а вывозимые с припортовых станций товары — поступать извне. Исключение этих наблюдений практически не повлияло на эмпирические оценки коэффициентов.

При оценке различных спецификаций учитывалась степень корреляции независимых переменных. Пороговым значением при этом считалось 0,5, однако в большинстве случаев мультиколлинеарность была значительно ниже.

Основные гравитационные факторы

Первая часть результатов отражена в табл. 2.

Значения коэффициентов при переменных ВРП, расстояния и наличия общей границы оказались близки к тем, что получены в большинстве изученных нами научных работ по международной и межрегиональной торговле. Это свидетельствует о том, что во внутрироссийской торговле при перевозке грузов железнодорожным транспортом наблюдаются закономерности, схожие с выявленными при изучении агрегированной межрегиональной торговли.

В первом уравнении, включающем основные переменные, все знаки сошлись с гипотетическими, и коэффициенты оказались значимы на уровне 1 или 5%. Наибольшее значение при этом принимает коэффициент при переменной многостороннего сопротивления; это указывает на важность фактора удаленности торгующих сторон от других регионов. Переменная уровня тарифов на транспортировку оказалась значимой, несмотря на одновременное включение фактора расстояния, что означает важность для торговли как транспортных, так и иных издержек.

Согласно результатам оценки второй спецификации экспортная ориентированность экономики региона-отправителя (но не региона-получателя) положительно связана с объемом взаимной торговли. Полученный знак противоречит гипотезе. Положительная связь в этом случае может объясняться какими-либо факторами, способными одновременно оказывать влияние как на внешнюю, так и на внутреннюю торговлю субъектов РФ. Фактор нахождения партнеров в одном и том же федеральном округе, отраженный в третьей спецификации, как оказалось, незначим.

Включенный фактор тарифов на автоперевозку оказался статистически незначимым. Надо отметить, что использованные данные по величине тарифов несовершенным образом отражают альтернативную стоимость перевозки автомобильным транспор-

Т а б л и ц а 2

Результаты оценок регрессий (часть 1)

Переменные	Торговый поток	Торговый поток	Торговый поток	Торговый поток	Торговый поток	Торговый поток
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln ВРП (i)	0,903*** (0,0611)	0,819*** (0,0796)	0,902*** (0,0609)	0,916*** (0,0660)	0,837*** (0,0643)	1,588** (0,808)
Ln ВРП (j)	0,836*** (0,0669)	0,768*** (0,0828)	0,835*** (0,0661)	0,854*** (0,0700)	0,851*** (0,0719)	0,782 (0,523)
Ln Расстояние	-0,858*** (0,116)	-0,804*** (0,112)	-0,812*** (0,136)	-0,914*** (0,112)	-0,952*** (0,121)	-0,935*** (0,109)
Ln Тариф на тонно-км	-0,808*** (0,0772)	-0,807*** (0,0843)	-0,812*** (0,0772)	-0,833*** (0,0852)	-0,793*** (0,0825)	-0,698*** (0,0776)
Общая граница	0,431** (0,215)	0,585** (0,235)	0,402* (0,206)	0,386* (0,227)	0,315 (0,218)	0,239 (0,217)
Дамми- переменная на год	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Ln MR	6,255*** (0,815)	5,805*** (0,774)	6,112*** (0,860)	6,903*** (0,862)	6,665*** (0,861)	-1,198*** (0,326)
Ln Относи- тельный объем экспорта (i)		0,181*** (0,0469)				
Ln Относи- тельный объем экспорта (j)		0,0635 (0,0568)				
Один ФО			0,159 (0,143)			
Ln Относи- тельный автотариф				-0,0807 (0,0886)		
Ln Доля добычи					0,0297 (0,0262)	
Фиксированные эффекты регионов i и j						Да
Константа	-4,884** (2,034)	-5,158** (2,087)	-4,919** (2,006)	-5,742*** (2,100)	-4,387** (2,226)	2,260 (14,13)
Число наблюдений	25 372	21 567	25 372	21 839	24 187	25 372
R ²	0,125	0,130	0,125	0,131	0,130	0,218

Примечания: 1. В скобках указаны стандартные ошибки. 2. * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$, *** — $p < 0,01$.

том. Эти данные актуальны на 2018 год и установлены только одним из перевозчиков, пусть и достаточно крупным. Как бы то ни было, полученный результат не дает оснований утверждать, что относительный уровень тарифов является существенным фактором, определяющим распределение двусторонних потоков по видам транспорта.

Коэффициент при доле добычи полезных ископаемых в структуре выпуска регионов оказался статистически незначимым. С од-

ной стороны, у нас нет исчерпывающих данных о том, какие грузы перевозятся преимущественно железнодорожным транспортом и какую их часть составляют полезные ископаемые, с другой — значительная часть извлекаемых полезных ископаемых может перерабатываться на территории региона добычи. Таким образом, полученный результат не дает оснований отвергать влияние структуры производства на зависимую переменную. Интересно, что доля добычи в валовом продукте регионов положительно коррелирует с переменной плотности железных дорог в этом регионе. Это логично, поскольку исторически железные дороги строились в том числе для нужд добывающей отрасли, что отмечается, например, в работе [Laurino et al., 2015].

Последняя спецификация включает фиксированные эффекты регионов. Оценки коэффициентов при переменной расстояния между регионами и переменной тарифов не претерпевают значительных изменений, что свидетельствует о робастности полученных оценок¹⁰.

Для международной торговли российских регионов с использованием железнодорожного транспорта в исследовании [Каукин, Идрисов, 2013] были получены следующие оценки эластичности объема торговых потоков¹¹: для ВВП страны отправления коэффициент эластичности составил 0,39, для ВРП региона назначения — 0,51. Сопоставление с результатами оценок для внутренней торговли с использованием железнодорожного транспорта позволяет заключить, что внутренняя торговля в России больше реагирует на динамику выпуска регионов — торговых партнеров. Бóльшая чувствительность может быть обусловлена среди прочего тем, что внутрироссийские торговые партнеры взаимодействуют преимущественно по краткосрочным контрактам, а при взаимодействии между российскими и зарубежными торговыми партнерами могут использоваться более долгосрочные контракты.

В более ранних исследованиях [Каукин, Идрисов, 2013] была получена оценка коэффициента эластичности торговых потоков по дальности расстояния –1,88. Эта оценка по модулю существенно

¹⁰ Последняя спецификация табл. 2 включает индивидуальные эффекты региона-отправителя и региона-получателя. Используя индивидуальные эффекты, мы можем проверить корректность оценок прежде всего для *двусторонних* переменных модели, таких как расстояние между торговыми партнерами и средний уровень тарифа на перевозку. Оценки коэффициентов при переменных ВРП и многостороннего сопротивления, полученные в спецификации, использовать для интерпретации, по всей видимости, было бы некорректно, поскольку значительная часть вариации показателей ВРП в этой спецификации модели «улавливается» индивидуальными эффектами. То же можно сказать о показателе многостороннего сопротивления, поскольку он учитывает объемы экономики других регионов в сравнении с объемами экономики (ВРП) двух искомым регионов.

¹¹ В качестве зависимой переменной рассматривался стоимостной объем торгового потока из отдельной страны через конкретный пункт пропуска в определенный регион России.

превышает оценки, полученные в настоящей работе, где значение показателя близко к минус единице. Более высокая чувствительность трансграничной торговли к фактору расстояния, вероятнее всего, объясняется дополнительными издержками, например связанными со сменой ширины колеи.

При показателе многостороннего сопротивления для международной торговли в исследовании [Каукин, Идрисов, 2013] получена оценка коэффициента эластичности около 1,29. В настоящей работе для внутренней торговли получены оценки кратно более высокие (около 6–7). Вероятнее всего, это объясняется устойчивыми кооперационными связями между предприятиями, использующими железнодорожный транспорт, например между горнодобывающими и металлургическими¹².

Инфраструктурные и институциональные факторы

В табл. 3 представлены результаты оценок регрессий с включением инфраструктурных и институциональных факторов. При анализе результатов последней спецификации следует помнить, что эти оценки осуществлялись на основе усеченной выборки.

Чтобы получить корректные оценки коэффициента при переменной обеспеченности автомобильными дорогами, возникла необходимость исключить переменную наличия общей границы регионов ввиду мультиколлинеарности. Все переменные, отражающие уровень обеспеченности регионов инфраструктурой, оказались незначимыми. В случае автомобильных дорог полученный результат нельзя назвать спорным, но незначимость фактора железнодорожной инфраструктуры является более неожиданной. Возможно, причина в том, что включенные переменные не учитывают плотности железных дорог в регионах, по которым пролегают пути между торговыми партнерами.

Значимым на уровне 5% и отрицательным, как и ожидалось, оказался коэффициент при институциональной переменной, которая измеряет уровень коррупции, — доле публичных транзакций с использованием неформальных платежей в регионе-получателе. Для региона-отправителя влияние этой переменной согласно результатам является незначимым. Таким образом, мы отмечаем, что уровень коррупции в регионе-получателе, повышая торговые издержки, может оказывать негативное влияние на объем двусторонних торговых потоков, что соответствует ре-

¹² При этом не стоит забывать, что показатель многостороннего сопротивления — во многом технический фактор, позволяющий получать неискаженные коэффициенты при переменных выпуска торговых партнеров, как отмечали разработчики наиболее цитируемой версии гравитационной модели, включая Андерсона и соавторов [Anderson, Van Wincoop, 2003].

Т а б л и ц а 3

Результаты оценок регрессий (часть 2)

Переменные	Торговый поток	Торговый поток
	(1)	(2)
$\ln \text{ ВРП } (i)$	0,913*** (0,0543)	0,950*** (0,110)
$\ln \text{ ВРП } (j)$	0,854*** (0,0672)	0,970*** (0,135)
$\ln \text{ Расстояние}$	-0,912*** (0,101)	-0,853*** (0,180)
$\ln \text{ Тариф на тонно-км}$	-0,799*** (0,0790)	-0,785*** (0,118)
Общая граница		0,137 (0,340)
Дамми-переменная на годы	Да	Да
$\ln \text{ MR}$	6,620*** (0,645)	8,047*** (1,146)
Дальность $\times \ln \text{ TSCI } (i)$	-0,0694 (0,0477)	
$\ln \text{ Плотность сети железных дорог } (i)$	0,0244 (0,0417)	
$\ln \text{ Плотность сети железных дорог } (j)$	-0,0217 (0,0449)	
$\ln \text{ Коррупция } (i)$		-0,0749 (0,147)
$\ln \text{ Коррупция } (j)$		-0,289** (0,140)
Константа	-5,312** (2,063)	-10,28*** (3,662)
Число наблюдений	25,372	6,421
R^2	0,129	0,119

Примечания: 1. В скобках указаны стандартные ошибки. 2. * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$, *** — $p < 0,01$.

результатам, полученным большинством упомянутых исследователей. При этом динамика базовых экономических переменных (объемов рынков регионов отправления и назначения, расстояний между регионами) оказывается относительно более важной при объяснении торговли грузами, специфическими для железнодорожного транспорта. Однако необходимо понимать, что *существенное* улучшение качества институциональной среды будет оказывать *существенное* влияние на рост двусторонней внутренней торговли.

Заключение

В представленной статье выявлены факторы, влияющие на интенсивность внутрироссийских торговых потоков, идущих по

железным дорогам. Одна из важных задач, решенных в работе, состояла в переходе от физических объемов поставок к стоимостным. Прямое воспроизведение представленных в научной литературе методов решения этой проблемы не полностью отвечало задачам исследования. В настоящей работе была применена авторская методика перехода, адаптированная для имеющихся данных.

Как и предполагает классическая гравитационная модель, объем производства торгующих субъектов оказался положительно связан с объемами торговли между ними. При этом ВРП региона-отправителя сильнее влияет на объем поставок, чем ВРП региона-получателя, поскольку для ряда грузов регионы-отправители всегда одни и те же, а регионы-получатели могут меняться. Так, добыча угля ведется в конкретных регионах, а получателем этого товара могут быть разные регионы внутри страны или за ее пределами. В зависимости от конъюнктуры удельный вес разных получателей в общем товаропотоке будет меняться.

Наличие общей сухопутной границы также положительно связано с объемами торговли, а расстояние между регионами имеет отрицательное влияние. Значения коэффициентов при упомянутых переменных близки к полученным в предшествующих исследованиях по международной торговле. Использование данных по перевозкам одним видом транспорта позволило учесть влияние специфических факторов. В частности, добавленный в модель фактор средней стоимости транспортировки грузов по железной дороге оказался значимым и отрицательно связанным с объемом перевозок даже при одновременном включении показателя расстояния.

Вопреки выдвинутой гипотезе, переменная относительного объема экспорта региона-отправителя имеет значимый положительный коэффициент, а влияние аналогичной переменной для региона-получателя незначимо. К числу незначимых факторов относятся также принадлежность партнеров к одному федеральному округу, относительный уровень тарифов на автоперевозку, отражающий привлекательность альтернативного способа перевозки, и доля добывающей отрасли в экономике региона-отправителя.

Включение в модель набора дамми-переменных на регионы отправления и назначения не привело к существенному изменению коэффициентов при переменных расстояния и средней стоимости перевозок между регионами. Это свидетельствует о робастности полученных результатов.

Учет дополнительных факторов позволяет сделать следующие выводы. Не подтверждается гипотеза, что для удаленных регионов, в перевозках между которыми преобладает железнодорожный транспорт, высокая плотность автодорожной сети в регионе-отправителе снижает издержки на доставку товаров до железнодорожной станции и как следствие увеличивает объем железнодорожных перевозок. Плотность сети железных дорог в двух торгующих регионах также не влияет на объем двусторонней торговли, что противоречит результатам, полученным в рассмотренной научной литературе (вероятно, необходимо учитывать плотность инфраструктуры на всем маршруте следования, однако решение указанной задачи выходит за пределы настоящего исследования).

Институты имеют значение для внутренней торговли. Учет фактора уровня коррупции в регионах отчасти подтвердил выдвинутые предположения. Так, доля публичных транзакций, при которых требуются неформальные платежи и подарки, оказывает негативное влияние на объем торговли, но только в случае региона-получателя. Можно сделать практический вывод: объем торговых потоков между регионами России может возрасти в результате развития более качественных институтов.

Чувствительность объемов двусторонней торговли к показателям выпуска торговых партнеров для случая внутренней торговли оказалась выше, чем для случая международной торговли, что может объясняться большей длительностью международных контрактов.

Издержки перехода на другую ширину колеи определяют более высокую чувствительность международной торговли (при железнодорожных перевозках) к фактору дальности расстояния между торговыми партнерами. Диспропорции в структуре выпуска отдельных регионов (превышающие те, что могут наблюдаться на уровне отдельных стран) и сильные кооперационные связи между грузоотправителями (в том числе в рамках одной группы компаний) определяют бóльшую чувствительность внутренней торговли к влиянию фактора многостороннего сопротивления.

Применение гравитационной модели к внутрироссийским торговым потокам при перевозке грузов железнодорожным транспортом показывает, что для этой сферы характерны базовые закономерности, выявленные в международной и внутренней торговле при перемещении товаров всеми основными видами транспорта. Адаптация гравитационной модели к использованным данным позволила учесть влияние специфических факторов и получить более точный инструмент для анализа торговых потоков.

П р и л о ж е н и е

Т а б л и ц а П 1

Список регионов, включенных в опрос Enterprise Surveys 2012

Белгородская область	Омская область
Волгоградская область	Пермский край
Воронежская область	Приморский край
Москва	Республика Башкортостан
Санкт-Петербург	Республика Мордовия
Иркутская область	Республика Саха (Якутия)
Калининградская область	Республика Татарстан
Калужская область	Ростовская область
Кемеровская область	Самарская область
Кировская область	Свердловская область
Краснодарский край	Смоленская область
Красноярский край	Ставропольский край
Курская область	Тверская область
Ленинградская область	Томская область
Липецкая область	Ульяновская область
Московская область	Хабаровский край
Мурманская область	Челябинская область
Нижегородская область	Ярославская область
Новосибирская область	

Т а б л и ц а П 2

Результаты оценки регрессий методом ОМНК (1)

Переменные	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln ВРП (i)	1,040*** (0,0231)	0,945*** (0,0274)	1,043*** (0,0231)	1,055*** (0,0240)	1,195*** (0,0264)	0,524*** (0,124)
Ln ВРП (j)	0,965*** (0,0226)	0,889*** (0,0269)	0,967*** (0,0225)	0,982*** (0,0239)	0,969*** (0,0227)	0,715*** (0,121)
Ln Расстояние	-0,620*** (0,0304)	-0,643*** (0,0318)	-0,549*** (0,0341)	-0,557*** (0,0322)	-0,669*** (0,0318)	-1,073*** (0,0344)
Ln Тариф на тонно-км	0,00917 (0,0126)	-0,00875 (0,0139)	0,00752 (0,0126)	0,000447 (0,0139)	0,0167 (0,0129)	0,0162 (0,0123)
Общая граница	0,925*** (0,104)	0,928*** (0,109)	0,807*** (0,107)	0,909*** (0,102)	0,826*** (0,105)	0,225*** (0,0871)
Дамми- переменная на годы	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Ln MR	1,199*** (0,0751)	1,136*** (0,0789)	1,175*** (0,0753)	2,031*** (0,124)	1,090*** (0,0757)	0,0455 (0,0907)
Ln Относи- тельный объем экспорта (i)		0,165*** (0,0156)				
Ln Относи- тельный объем экспорта (j)		0,106*** (0,0130)				

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы П 2

Переменные	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток	Ln Торговый поток
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Один ФО			0,373*** (0,0800)			
Ln Относительный автотариф				0,149*** (0,0134)		
Ln Доля добычи					-0,0219* (0,0113)	
Фиксированные эффекты регионов i и j						Да
Константа	-5,039*** (0,496)	-5,470*** (0,531)	-5,648*** (0,512)	-7,879*** (0,545)	-6,503*** (0,534)	12,73*** (2,323)
Число наблюдений	25,372	21,567	25,372	21,839	24,187	25,372
R^2 (within)	0,0045	0,0045	0,0046	0,0042	0,0051	0,0072
R^2 (between)	0,4584	0,4710	0,4599	0,4615	0,4803	0,7091
R^2 (overall)	0,3884	0,4100	0,3902	0,3978	0,4096	0,6209

Примечания: 1. В скобках указаны стандартные ошибки. 2. * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$, *** — $p < 0,01$.

Т а б л и ц а П 3

**Результаты оценки регрессий с добавлением
инфраструктурных и институциональных факторов методом ОМНК (2)**

Переменные	Ln Торговля	Ln Торговля
	(1)	(2)
Ln ВПП (i)	1,035*** (0,0232)	0,991*** (0,0480)
Ln ВПП (j)	0,984*** (0,0226)	0,980*** (0,0479)
Ln Расстояние	-0,788*** (0,0326)	-0,697*** (0,0576)
Ln Тариф на тонно-км	0,0119 (0,0126)	-0,145*** (0,0223)
Общая граница		0,435** (0,179)
Дамми на годы	Да	Да
Ln MR	1,213*** (0,0750)	3,260*** (0,266)
Дальность $\times$ Ln TSCI (i)	0,0155 (0,0245)	0,142*** (0,0401)
Ln Плотность сети железных дорог (i)	0,0843*** (0,0220)	
Ln Плотность сети железных дорог (j)	-0,198*** (0,0207)	
Ln Коррупция (i)		0,0804 (0,0698)
Ln Коррупция (j)		-0,164** (0,0703)

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы П 3

Переменные	Ln Торговля	Ln Торговля
	(1)	(2)
Константа	-3,429*** (0,532)	-6,981*** (1,176)
Число наблюдений	25,372	6,421
R^2 (within)	0,0046	0,0022
R^2 (between)	0,4626	0,4159
R^2 (overall)	0,3879	0,3714

Примечания: 1. В скобках указаны стандартные ошибки. 2. * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$, *** — $p < 0,01$.

Литература

1. Гусев А. Б. Ослабленная экономическая интеграция регионов России — угроза территориальной целостности страны // Общество и экономика. 2011. № 10. С. 50–66.
2. Каукин А. С. Теоретические аспекты формирования пространственного распределения торговых потоков (пространственная гравитационная модель внешней торговли): автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2013.
3. Каукин А. С., Идрисов Г. И. Гравитационная модель внешней торговли России: случай большой по площади страны с протяженной границей // Экономическая политика. 2013. Т. 8. № 4. С. 133–154.
4. Мишура А. В. Оценка гравитационных моделей межрегиональной торговли монополистически конкурентными товарами в России // Мир экономики и управления. 2012. Т. 12. № 4. С. 52–58.
5. Мозилат А. Н., Сальников В. А. Оценка потенциала взаимной торговли стран Единого экономического пространства при помощи гравитационной модели торговли между регионами России // Журнал Новой экономической ассоциации. 2015. № 3(27). С. 80–108.
6. Abe K., Wilson J. S. Governance, Corruption, and Trade in the Asia Pacific Region. World Bank Policy Research Working Paper. No WPS4731. 2008.
7. Anderson J. E. A Theoretical Foundation for the Gravity Equation // American Economic Review. 1979. Vol. 69. No 1. P. 106–116.
8. Anderson J. E., Van Wincoop E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle // American Economic Review. 2003. Vol. 93. No 1. P. 170–192.
9. Anderson M., Smith S. Do National Borders Really Matter? Canada–US Regional Trade Reconsidered // Review of International Economics. 1999. Vol. 7. No 2. P. 219–227.
10. Annabi N., Khondker B., Raihan S., Cockburn J., Decaluwe B. Implications of WTO Agreements and Unilateral Trade Policy Reforms for Poverty in Bangladesh: Short Versus Long-Run Impacts. World Bank Policy Research Working Paper. No 3976. 2006.
11. Baier S. L., Bergstrand J. H. Bonus Vetus OLS: A Simple Method for Approximating International Trade-Cost Effects Using the Gravity Equation // Journal of International Economics. 2009. Vol. 77. No 1. P. 77–85.
12. Bougheas S., Demetriades P. O., Morgenroth E. L. W. Infrastructure, Transport Costs and Trade // Journal of International Economics. 1999. Vol. 47. No 1. P. 169–189.
13. Chaney T. The Gravity Equation in International Trade: An Explanation // Journal of Political Economy. 2018. Vol. 126. No 1. P. 150–177.
14. Cornia G. The Impact of Liberalisation and Globalisation on Income Inequality in Developing and Transitional Economies. CESifo Working Paper Series. No 843. 2003.
15. De Jong E., Bogmans C. Does Corruption Discourage International Trade? // European Journal of Political Economy. 2011. Vol. 27. No 2. P. 385–398.
16. Dornbusch R., Fischer S., Samuelson P. A. Comparative Advantage, Trade, and Payments in a Ricardian Model with a Continuum of Goods // American Economic Review. 1977. Vol. 67. No 5. P. 823–839.

17. *Francois J., Manchin M.* Institutions, Infrastructure, and Trade. World Bank Policy Research Working Paper. No 4152. 2007.
18. *Helble M.* Border Effect Estimates for France and Germany Combining International Trade and Intranational Transport Flows // *Review of World Economics*. 2007. Vol. 143. No 3. P. 433–463.
19. *Laurino A., Ramella F., Beria P.* The Economic Regulation of Railway Networks: A World-wide Survey // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2015. Vol. 77(C). P. 202–212.
20. *Leamer E. E.* The Commodity Composition of International Trade in Manufactures: An Empirical Analysis // *Oxford Economic Papers*. 1974. Vol. 26. No 3. P. 350–374.
21. *Limão N., Venables A. J.* Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade // *World Bank Economic Review*. 2001. Vol. 15. No 3. P. 451–479.
22. *Louhela T.* Estimation of Interregional Trade for Finnish Regions in 1996 and 2002 — Freight Flow and Gravity Approaches. European Regional Science Association Conference Papers. No 114. 2006.
23. *Magalhães M. T.* Spatial Coverage Index for Assessing National and Regional Transportation Infrastructures // *Journal of Transport Geography*. 2016. Vol. 56. P. 53–61.
24. *McCallum J.* National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns // *American Economic Review*. 1995. Vol. 85. No 3. P. 615–623.
25. *Nordås H. K., Piermartini R.* Infrastructure and Trade. World Trade Organization. Staff Working Paper. 2004.
26. *Pittman R.* The Freight Railways of the Former Soviet Union, Twenty Years on: Reforms Lose Steam // *Research in Transportation Business & Management*. 2013. Vol. 6. P. 99–115.
27. *Portugal-Perez A., Wilson J. S.* Export Performance and Trade Facilitation Reform: Hard and Soft Infrastructure // *World Development*. 2012. Vol. 40. No 7. P. 1295–1307.
28. *Santos Silva J. S., Tenreyro S.* The Log of Gravity // *The Review of Economics and Statistics*. 2006. Vol. 88. No 4. P. 641–658.
29. *Slack B.* Intermodal Transportation in North America and the Development of Inland Load Centers // *The Professional Geographer*. 1990. Vol. 42. No 1. P. 72–83.
30. *Tinbergen J.* Shaping the World Economy. New York: The Twentieth Century Fund, 1962.
31. *Wolf H. C.* Intranational Home Bias in Trade // *The Review of Economics and Statistics*. 2000. Vol. 82. No 4. P. 555–563.

Ekonomicheskaya Politika, 2020, vol. 15, no. 5, pp. 60–89

Alexander O. TOMAEV. Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo pr., Moscow, 119571, Russian Federation).

E-mail: tomaev-ao@ranepa.ru

Andrey S. KAUKIN, Cand. Sci. (Econ.). Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo pr., Moscow, 119571, Russian Federation); Gaidar Institute for Economic Policy (3–5, Gazetnyy per., Moscow, 125009, Russian Federation).

E-mail: kaukin@iep.ru

Pavel N. PAVLOV. Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo pr., Moscow, 119571, Russian Federation).

E-mail: pavlov@ranepa.ru

Russian Domestic Trade: Applying the Gravity Model for Rail Cargo Flows

Abstract

This article uses the gravity model to explain the trade flows between the regions of Russia. The data used contains information on all rail freight flows in tonnes for the period 2012–2016. The authors discuss the assumptions that make the gravity model applicable for trade by one mode of transport. For the purpose of correct estimation of the gravity equation, the special method of obtaining trade values in rubles was developed. The coefficients of distance and gross regional products are close to the results of previous studies on international and domestic trade. Along with the distance factor, the average rail tariff variable was included in the model. The significance of the coefficients of both variables has confirmed that trade flows are determined not only by transport costs, but by other trade costs, too. The results suggest that the export volume of the sending region proportional to its output is positively related to the volume of bilateral domestic trade flows. Accounting for regional fixed effects has not changed the coefficients of distance and average tariffs significantly, indicating the robustness of the estimates. No proof has been found for the impact of infrastructure on trade. An institutional factor that can negatively affect the trade volume is the level of corruption in the recipient region.

Keywords: domestic trade, freight flows, railway transport, gravity equation, institutional quality, transport infrastructure.

JEL: F14, C23, R41.

References

1. Gusev A. Oslablennaya ekonomicheskaya integratsiya regionov Rossii - ugroza territorial'noy tselostnosti strany [Weakened Economic Integration of Russian Regions - A Threat to the Country's Territorial Integrity]. *Obshchestvo i ekonomika [Society and Economics]*, 2011, no. 10, pp. 50-66.
2. Kaukin A. S. *Teoreticheskie aspekty formirovaniya prostranstvennogo raspredeleniya tovgovykh potokov (prostranstvennaya gravitatsionnaya model' vneshney tovgovli): avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Theoretical Aspects of Formation of Trade Flows' Spatial Distribution (Spatial Gravity Model of Foreign Trade): PhD Thesis]*. Moscow, 2013.
3. Kaukin A., Idrisov G. Gravitatsionnaya model' vneshney tovgovli Rossii: sluchai bol'shoy po ploshchadi strany s protyazhennoy granitsey [The Gravity Model of Russian Foreign Trade: Case of a Country with Large Area and Long Border]. *Ekonomicheskaya politika [Economic Policy]*, 2013, vol. 8, no. 4, pp. 133-154.
4. Mishura A. V. Otsenka gravitatsionnykh modeley mezhregional'noy tovgovli monopolisticheskimi konkurentnymi tovarami v Rossii [The Estimation of Gravity Models of Russian Interregional Trade in Monopolistically Competitive Goods]. *Mir ekonomiki i upravleniya [The World of Economics and Management]*, 2012, vol. 12, no. 4, pp. 52-58.
5. Mogilat A., Salnikov V. Otsenka potentsiala vzaimnoy tovgovli stran Edinogo ekonomicheskogo prostranstva pri pomoshchi gravitatsionnoy modeli tovgovli mezhdu regionami Rossii [Trade Effects Estimation for the Case of Eurasian Economic Space Countries: Application of Regional Gravity Model]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 2015, no. 3(27), pp. 80-108.
6. Abe K., Wilson J. S. Governance, Corruption, and Trade in the Asia Pacific Region. *World Bank Policy Research Working Paper*, no. WPS4731, 2008.
7. Anderson J. E. A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *American Economic Review*, 1979, vol. 69, no. 1, pp. 106-116.

8. Anderson J. E., Van Wincoop E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 2003, vol. 93, no. 1, pp. 170-192.
9. Anderson M., Smith S. Do National Borders Really Matter? Canada-US Regional Trade Reconsidered. *Review of International Economics*, 1999, vol. 7, no. 2, pp. 219-227.
10. Annabi N., Khondker B., Raihan S., Cockburn J., Decaluwe B. Implications of WTO Agreements and Unilateral Trade Policy Reforms for Poverty in Bangladesh: Short Versus Long-Run Impacts. *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 3976, 2006.
11. Baier S. L., Bergstrand J. H. Bonus Vetus OLS: A Simple Method for Approximating International Trade-Cost Effects Using the Gravity Equation. *Journal of International Economics*, 2009, vol. 77, no. 1, pp. 77-85.
12. Bougheas S., Demetriades P. O., Morgenroth E. L. W. Infrastructure, Transport Costs and Trade. *Journal of International Economics*, 1999, vol. 47, no. 1, pp. 169-189.
13. Chaney T. The Gravity Equation in International Trade: An Explanation. *Journal of Political Economy*, 2018, vol. 126, no. 1, pp. 150-177.
14. Cornia G. The Impact of Liberalisation and Globalisation on Income Inequality in Developing and Transitional Economies. *CESifo Working Paper Series*, no. 843, 2003.
15. De Jong E., Bogmans C. Does Corruption Discourage International Trade? *European Journal of Political Economy*, 2011, vol. 27, no. 2, pp. 385-398.
16. Dornbusch R., Fischer S., Samuelson P. A. Comparative Advantage, Trade, and Payments in a Ricardian Model with a Continuum of Goods. *American Economic Review*, 1977, vol. 67, no. 5, pp. 823-839.
17. Francois J., Manchin M. Institutions, Infrastructure, and Trade. *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 4152, 2007.
18. Helble M. Border Effect Estimates for France and Germany Combining International Trade and Intranational Transport Flows. *Review of World Economics*, 2007, vol. 143, no. 3, pp. 433-463.
19. Laurino A., Ramella F., Beria P. The Economic Regulation of Railway Networks: A World-wide Survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2015, vol. 77(C), pp. 202-212.
20. Leamer E. E. The Commodity Composition of International Trade in Manufactures: An Empirical Analysis. *Oxford Economic Papers*, 1974, vol. 26, no. 3, pp. 350-374.
21. Limão N., Venables A. J. Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade. *World Bank Economic Review*, 2001, vol. 15, no. 3, pp. 451-479.
22. Louhela T. Estimation of Interregional Trade for Finnish Regions in 1996 and 2002 - Freight Flow and Gravity Approaches. *European Regional Science Association Conference Papers*, no. 114, 2006.
23. Magalhães M. T. Spatial Coverage Index for Assessing National and Regional Transportation Infrastructures. *Journal of Transport Geography*, 2016, vol. 56, pp. 53-61.
24. McCallum J. National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns. *American Economic Review*, 1995, vol. 85, no. 3, pp. 615-623.
25. Nordås H. K., Piermartini R. Infrastructure and Trade. *World Trade Organization, Staff Working Paper*, 2004.
26. Pittman R. The Freight Railways of the Former Soviet Union, Twenty Years on: Reforms Lose Steam. *Research in Transportation Business & Management*, 2013, vol. 6, pp. 99-115.
27. Portugal-Perez A., Wilson J. S. Export Performance and Trade Facilitation Reform: Hard and Soft Infrastructure. *World Development*, 2012, vol. 40, no. 7, pp. 1295-1307.
28. Santos Silva J. S., Tenreiro S. The Log of Gravity. *The Review of Economics and Statistics*, 2006, vol. 88, no. 4, pp. 641-658.
29. Slack B. Intermodal Transportation in North America and the Development of Inland Load Centers. *The Professional Geographer*, 1990, vol. 42, no. 1, pp. 72-83.
30. Tinbergen J. *Shaping the World Economy*. N. Y., The Twentieth Century Fund, 1962.
31. Wolf H. C. Intranational Home Bias in Trade. *The Review of Economics and Statistics*, 2000, vol. 82, no. 4, pp. 555-563.