

МИРОВОЙ ОПЫТ

DOI: 10.15838/esc.2025.2.98.12

УДК 339.564.2, ББК 65.59

© Ефимова Е.Г., Ши Юйчжу, Скрипнюк Д.Ф.

Влияние электронной коммерции на экспортную торговлю: модели пространственных панельных данных регионов Китая



Елена Глебовна

ЕФИМОВА

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: e.efimova@spbu.ru

ORCID: 0000-0003-1948-6728; ResearcherID: M-9341-2015



Ши ЮЙЧЖУ

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: shi.yuzhu@yandex.ru

ORCID: 0009-0000-8657-4563; ResearcherID: JEP-5613-2023



Джамиля Фатыховна

СКРИПНЮК

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: skripnyuk.d@spbstu.ru

ORCID: 0000-0003-3773-9098; ResearcherID: A-4838-2016

Для цитирования: Ефимова Е.Г., Ши Юйчжу, Скрипнюк Д.Ф. (2025). Влияние электронной коммерции на экспортную торговлю: модели пространственных панельных данных регионов Китая // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 18. № 2. С. 212–229. DOI: 10.15838/esc.2025.2.98.12

For citation: Efimova E.G., Shi Yuzhu, Skripnyuk D.F. (2025). Effects of e-commerce on export trade: Spatial panel data models for regions of China. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 18(2), 212–229. DOI: 10.15838/esc.2025.2.98.12

Аннотация. Основные цели работы – изучить влияние электронной коммерции на экспорт и определить, существуют ли пространственные внешние эффекты, эффекты перетока, а также пороговые эффекты, характеризующие уровень развития электронной коммерции, влияющие на экспорт. Данные цели определили методологию исследования. В рамках статьи построены модель пространственного лага и пороговая модель на основе панельных данных 31 провинции Китая за период с 2009 по 2022 год. Эмпирические результаты показывают сильную пространственную автокорреляцию и робастное влияние пространственного лага на экспорт в Китае. Развитие электронной коммерции в регионе может непосредственно способствовать расширению местного экспорта и имеет значительный положительный внешний эффект, т. е. развитие местной электронной коммерции может привести к наращиванию экспорта в соседних регионах; эффект перетока между провинциями отсутствует. По результатам проверки удалось обнаружить одно пороговое значение, от которого зависит влияние электронной коммерции на экспорт, и при переходе через данный порог оно растет. Значимость исследования заключается в специфическом применении пространственного регрессионного моделирования, используемого в эмпирических исследованиях, а полученные результаты дают представление о том, как способствовать синергетическому развитию электронной коммерции и экспорта.

Ключевые слова: экспорт, электронная коммерция, модель пространственной регрессии, пространственный внешний эффект, пороговый эффект, эффект перетока.

Введение

Электронная коммерция играет важную роль в стимулировании потребления, обеспечении занятости, содействии внешней торговле и развитии цифровой экономики. Электронная коммерция – новая форма экономической деятельности, которая лишена географических ограничений традиционной торговли и образует глобальный рынок, где информационная сеть служит связующим звеном; создаваемые платформы электронной коммерции снижают транзакционные издержки и диверсифицируют каналы сбыта. Последовательное совершенствование модели электронной коммерции и ее глубокая интеграция в реальную экономику привели к изменению цепочек производства и формирования добавленной стоимости, что способствует преобразованию и модернизации традиционных отраслей промышленности.

Согласно Отчету об электронной коммерции в Китае (2022 год), наблюдается значительное развитие в этой сфере. Объем сделок в рамках электронной коммерции в 2022 году достиг 43,83 трлн юаней, увеличившись на 3,5% в годовом исчислении после роста на 19,6% в 2021 году. Объем импорта и экспорта в рамках международной электронной коммерции ежегодно растет, и в 2022 году объем операций достиг 15,7 трлн юаней, а объем импорта и экспорта впервые превысил 2 трлн юаней. Развитие

электронной коммерции значительно оптимизировало структуру внешней торговли Китая и повысило международную конкурентоспособность предприятий, ориентированных на внешнюю торговлю.

По мере того как экономические и торговые связи между регионами становятся все теснее, а теоретические положения новой экономической географии продолжают уточняться, важным становится исследование динамического пространственного развития торговых, миграционных потоков и движения капитала путем глубокого анализа пространственной корреляции этих процессов. Задачи данной работы состоят в том, чтобы изучить влияние электронной коммерции на экспорт и определить, имеет ли уровень ее развития пространственные внешние эффекты, эффекты перетока, а также пороговые эффекты, определяющие ее влияние на экспорт.

В условиях развивающейся электронной коммерции и упрощения внешнеторговых операций, беря во внимание теорию новой экономической географии, мы задаем следующие вопросы: каким образом электронная коммерция способствует быстрому росту показателей экспорта региона? Влияет ли уровень развития электронной коммерции в одном регионе на экспорт соседних регионов? Существует ли пространственный внешний эффект разви-

тия электронной коммерции, связанный с экспортом? Является ли он положительным или отрицательным? Есть ли разница во влиянии различных уровней развития электронной коммерции на экспорт? Поскольку развитие электронной коммерции является важным шагом по преобразованию цифровой экономики Китая в сторону ее открытости внешнему миру, выяснение ее влияния на экспорт поможет регионам в будущем активизировать потребление, стабилизировать внешнюю торговлю, развивать цифровую экономику и стимулировать экономическую активность.

Обзор литературы

Влияние электронной коммерции на экспорт

В связи с глобализацией и стремительным развитием информационных технологий, электронная коммерция постепенно стала неотъемлемой частью международной торговли. Во время пандемии COVID-19 она играла ключевую роль. Исследователи в целом сходятся во мнении, что ее развитие открывает новые возможности для ведения бизнеса. Исследование (Opjenu et al., 2022), основанное на данных опроса предприятий, проведенного Всемирным банком и охватившего 249 малых производственных предприятий в Италии, показало, что электронная коммерция положительно влияет на прямой экспорт, значительно повышая устойчивость компаний, и тем самым ускоряет развитие прямого экспорта. В работе (Kastratović, Vjelić, 2022) использовались панельные данные по 32 европейским странам за период с 2009 по 2022 год. Было обнаружено, что рост масштабов электронной коммерции положительно повлиял на экспорт, особенно в сфере услуг и обрабатывающей промышленности. Этот вывод свидетельствует о том, что развитие электронной коммерции может быть использовано в качестве политического инструмента стимулирования экспорта. Были проведены углубленные исследования влияния электронной коммерции на международную торговлю. В работе (Peng, 2021) проводится анализ развития международной электронной коммерции в Китае, используется векторная авторегрессионная модель для проведения эмпирического исследования и делается вывод о том, что международная электронная коммерция имеет значительное положительное влияние на международную торговлю в целом.

Чтобы более точно оценить влияние электронной коммерции на международную торговлю, исследователи использовали различные методы эмпирического исследования. В работе (Hayakawa et al., 2021) оцениваются гравитационные уравнения торговых потоков в период с 2019 года по январь – август 2020 года для 34 стран, предоставивших отчеты, и 145 стран-партнеров. Делается вывод о том, что развитие электронной коммерции может помочь смягчить негативное влияние COVID-19 на международную торговлю. В исследовании (Shanmugalingam et al., 2023) используются различные методики оценки, такие как описательная статистика, матрица коэффициентов корреляции, статические тесты (тест Левина-Лина-Чу (LLC), тест Брейтунга, расширенный тест Дики-Фуллера (ADF), тест Харриса-Цавалиса и тест Има-Песарана-Шина (IPS)), тест Као на коинтеграцию, тесты на автокорреляцию и гетероскедастичность. Динамические панельные данные были проанализированы с использованием двухэтапного оценивания обобщенным методом моментов (GMM). Результаты эмпирического анализа показывают, что электронная коммерция оказывает значительное влияние на внешнюю торговлю стран Азии. Местным органам власти следует принять политику, направленную на развитие телекоммуникационных технологий, для более массового использования онлайн-коммерции и получения потенциальных выгод от внешней торговли.

Модели пространственной регрессии

С момента своего появления в 1970-х гг. пространственная эконометрика развивалась более 40 лет, привлекала большое внимание исследователей, применялась на практике и принесла осязаемые результаты. Американским географом (Tobler, 1970), изучавшим пространственную корреляцию, был предложен первый закон географии, и он гласит, что все связано со всем остальным, но близкое связано больше, чем отдаленное. Данный закон заложил основу пространственного количественного анализа. В работе (Cliff, Ord, 1973) введена пространственная корреляция в экономический анализ, что позволило преодолеть смещение оценок традиционного эконометрического анализа, вызванное игнорированием корреляции. Официальное рождение пространственной эконо-

метрики связывается с публикацией книги «Пространственная эконометрика» (Klaassen, Hendric, 1979). В статье (Anselin, 2010) отмечается, что данные имеют пространственную корреляцию и зависимость; следует учитывать пространственную структуру экономических переменных и пространственные факторы при построении эконометрических моделей. Согласно (Goodchild, 1992), пространственная эконометрика, основанная на корреляции пространственных данных, в основном используется для анализа пространственной зависимости и пространственной неоднородности между регионами. Впоследствии к работе в этой области подключились многие ученые, в том числе (Cressie, 1993; LeSage, Pace, 2009; Elhorst, 2014; Kozhevnikov, Voroshilov, 2024; Uskova et al., 2024).

Проблемой, стоящей перед научным сообществом, был выбор модели пространственной регрессии. Критерий пространственной ошибки множителя Лагранжа (LM-Error) для модели пространственной ошибки (SEM) был предложен для решения проблемы выбора между моделями пространственной ошибки и непустранственными моделями. В работе (Yandell, Anselin, 1990) предполагается, что критерий пространственного лага множителя Лагранжа (LM-lag) определяет необходимость использования модели пространственного лага. Множитель Лагранжа (LM) — это один из тестов, обычно используемых для распознавания моделей пространственной регрессии путем оценки модели без эффектов пространственного взаимодействия методом наименьших квадратов (МНК). Остатки МНК-регрессии проверяются по критерию множителя Лагранжа (ошибки или лага) и робастному критерию множителя Лагранжа (ошибки или лага) для получения соответствующей статистики, ее проверки на значимость и выбора пространственной эконометрической модели. В частности, если ни критерий ошибки, ни критерий лага не являются значимыми, выбирается МНК-регрессия без эффектов пространственного взаимодействия; если значим только один из двух критериев, то выбирается модель пространственной ошибки (SEM), если значим критерий ошибки, и модель пространственного лага (SLM), если значим критерий лага. Если значимы оба критерия, то выбирается робастная модель пространственного лага. Затем при помощи

робастного критерия множителя Лагранжа выбирается модель SEM, если значим робастный критерий ошибки, или модель SLM, если значим робастный критерий лага. В исследовании (Anselin, 1990) модели SEM и SLM объединяются в пространственную модель Дарбина (SDM) для учета пространственных эффектов не только зависимых переменных, но и независимых. Если критерий множителя Лагранжа показывает, что пространственные эффекты должны быть включены в традиционную эконометрическую модель, то может использоваться непосредственно модель SDM в соответствии с (Elhorst, 2012).

Обзор литературы за последние пять лет выявил широкий спектр работ, в которых электронная коммерция и экспорт изучаются с применением модели пространственной регрессии. Исследование (Amidi, Fagheh Majidi, 2020) показало, что влияние пространственных внешних эффектов, или пространственной зависимости, является одним из факторов, определяющих экономический рост, и эти внешние эффекты, связанные с географическим положением и торговыми партнерами, оказывают значительное влияние на экономическое развитие. Работа (Wang et al., 2020) была посвящена влиянию пространственных эффектов внешней торговли и прямых иностранных инвестиций на модернизацию структуры промышленности в регионах Китая. В результате удалось подтвердить, что внешняя торговля и прямые иностранные инвестиции являются важными факторами модернизации промышленной структуры Китая, при этом внешняя торговля оказывает значительный пространственный эффект. Данный вывод позволяет лучше понять, как эффект пространственного взаимодействия, достигаемый при содействии развитию торговли, влияет на экспорт промышленных товаров. В статье (Yamaka et al., 2023) были проанализированы пространственные внешние эффекты развития интернета на внешнюю торговлю на основе панельных данных 31 провинции Китая за период с 2003 по 2016 год. Было обнаружено, что развитие интернета имеет положительную межрегиональную корреляцию, при этом модель SDM подтверждает пространственный эффект. Развитие интернета способствует росту местной внешней торговли и оказывает положитель-

ный пространственный внешний эффект на соседние провинции. Таким образом, укрепление интернет-инфраструктуры и расширение сферы ее использования, особенно в секторе услуг, имеет решающее значение для наращивания преимуществ Китая на международном рынке.

Обобщив соответствующую литературу, можно сделать вывод, что, хотя существуют различия в выборе каждого из выделенных факторов влияния и методов исследования, в целом исследователи утверждают, что развитие электронной коммерции оказывает значительное положительное влияние на экспорт. Однако только в некоторых исследованиях используется модель пространственной регрессии для анализа пространственного эффекта между электронной коммерцией и экспортом, и этот эффект нуждается в дальнейшем изучении. В данной статье анализируется пространственная корреляция между уровнем развития электронной коммерции и экспорта в 31 провинции Китая (за исключением Гонконга, Макао и Тайваня).

Гипотеза исследования

Электронная коммерция не ограничена географически, что позволяет экспортерам находить потенциальных клиентов по всему миру и значительно расширяет спектр экспортных направлений. Благодаря онлайн-платформам экспортеры могут обходиться без некоторых промежуточных звеньев традиционной торговли, например экспедиторов или агентов по продаже, тем самым снижая торговые издержки. Кроме того, ведение бизнеса онлайн уменьшает затраты на товарно-материальные запасы, логистику и маркетинг, при этом конкурентоспособность предприятий растет. Более прозрачная информация на онлайн-платформах позволяет экспортерам лучше удовлетворять спрос и предложение друг друга. Это приводит к снижению асимметрии информации и транзакционных рисков, а также повышению безопасности торговли. Электронная коммерция облегчает обмен информацией; онлайн-платформы предоставляют подробную информацию о состоянии рынка, которая может помочь предприятиям точнее оценить текущий спрос и конкурентную ситуацию, а также способствует обмену информацией между регионами. Благодаря онлайн-торговле предприятия могут более

точно улавливать тенденции рынка и разрабатывать более разумные экспортные стратегии. Например, онлайн-платформы предоставляют информацию об операциях в режиме реального времени, а также о функциях, связанных с обработкой заказов, что делает процесс совершения операции более быстрым и удобным. Таким образом, ускоряется оборот капитала экспортеров и повышается эффективность сделок. Электронная коммерция упрощает торговлю благодаря системе электронного обмена данными (EDI) и онлайн-платежам.

Кроме того, благодаря онлайн-платформам экспортеры и другие заинтересованные лица легче усваивают торговую политику и установленные правила стран – участниц торговли и принимают соответствующие стратегии для устранения торговых барьеров. Онлайн-торговля предоставляет экспортерам больше возможностей для ведения бизнеса и конкурентных преимуществ за счет преодоления географических ограничений, снижения транзакционных издержек, повышения эффективности операций и информационной прозрачности, диверсификации каналов сбыта, упрощения торговых процессов и устранения торговых барьеров. Исходя из этого, гипотеза H1: электронная коммерция способствует развитию экспорта региона.

В условиях растущих экономических и торговых связей между регионами, а также постоянного совершенствования теории новой экономической географии, когда существует определенная область перемещений товаров и услуг, кадров, капитала и других факторов, электронная коммерция оказывает влияние не только на экспорт региона, но и на развитие экспорта соседних регионов. Предположим, что чрезмерная концентрация промышленных предприятий в регионе приводит к излишней конкуренции за ресурсы. Это вызовет межрегиональное перераспределение ресурсов, в том числе распространение технологий, миграцию населения и усиление потоков капитала, что в конечном итоге будет способствовать развитию соседних регионов (Wei et al., 2022).

Развитие онлайн-торговли будет способствовать модернизации местной отраслевой структуры. Данный регион будет воздействовать на окружающие территории посредством межрегионального сотрудничества, включаю-

шего изменение транспортной инфраструктуры, спроса, обмен технологиями и опытом, а также другими ресурсами между регионами-соседями, входящими в зону диффузии, для передачи таких положительных пространственных внешних эффектов, которые будут способствовать развитию экспорта соседних регионов, формированию плодотворного межрегионального взаимодействия и синергетическому развитию (Lu, Hu, 2024). Однако электронная коммерция в большей степени концентрируется в одном регионе, что также может привести к «эффекту перетока», т. е. регион за счет развития онлайн-торговли повышает свою межрегиональную экономическую конкурентоспособность, основанную на естественных преимуществах и привлекательности, что, напротив, может вызвать приток всевозможных качественных ресурсов, факторов производства, а также капитала из соседних регионов и нанести ущерб их экономическому развитию (Sun, 2023). В рамках эффекта перетока онлайн-торговля региона может оказывать отрицательный внешний эффект на развитие экспорта соседних регионов. Таким образом, предлагается гипотеза:

H2: влияние электронной коммерции на экспорт имеет пространственные внешние эффекты;

H2a: электронная коммерция оказывает положительный внешний эффект на развитие экспорта соседних регионов;

H2b: электронная коммерция оказывает отрицательный внешний эффект на развитие экспорта соседних регионов.

Согласно предельной теории закона убывающей предельной полезности (Ormazabal, 1995), когда развитие электронной коммерции находится на определенном этапе, влияние на экспорт будет иметь эффект предельного убывания, поэтому две переменные могут не находиться в единой линейной зависимости. Эффект чрезмерной концентрации факторов (Broersma, van Dijk, 2007) возникает тогда, когда торговля, капитал и кадры концентрируются настолько, что создается «эффект перегрузки», который влечет за собой избыток ресурсов, снижение потребительского спроса. В целях эффективного использования средств сокращается рабочая сила и другие издержки производства, что приводит к уменьшению предельной

полезности, снижению эффективности производства, возникновению эффекта масштаба, который не способствует развитию электронной коммерции, при этом воздействие на экспорт будет выражаться в убывающей предельной полезности. Эффект масштаба не способствует качественному развитию экспорта. Чрезмерная концентрация онлайн-торговли приведет к использованию всевозможных ресурсов в рамках слепой и беспорядочной конкуренции, что приведет к «формализму» слепых инноваций, к растрате ресурсов, но не к качественному развитию экспорта (Shen, Pan, 2023). Несколько других факторов также ограничивают положительные пространственные внешние эффекты электронной коммерции: в рамках онлайн-торговли обе стороны торгуют через электронные платформы, а затрудненность обмена данными между ними и недостаток взаимопонимания повышают торговые риски. Онлайн-платформы в некоторых развитых регионах обладают существенными финансовыми и технологическими преимуществами; они могут подавлять торговые площадки других регионов за счет снижения цен и предоставления более качественного гарантийного обслуживания, что приводит к несовершенной конкуренции. В результате малому и среднему бизнесу трудно оставаться на рынке экспортной торговли, что еще более усугубляет неравенство на внешнем рынке. Логистика играет решающую роль в электронной коммерции, но колебания издержек и нестабильный уровень логистического обслуживания могут негативно сказаться на экспорте. Чрезмерно высокие затраты на логистику увеличат себестоимость продукции электронной коммерции и снизят ее конкурентоспособность.

Кроме того, низкий уровень логистического обслуживания может привести к таким проблемам, как повреждение товаров и задержке в доставке, что негативно скажется на удовлетворенности клиентов и степени их лояльности. Особенности внешнеторговых операций, характерных для электронной коммерции, усложняют налоговые и правовые вопросы. Различия в налоговой политике и нормативных стандартах в разных регионах могут привести к разногласиям и спорам в процессе торговли. Выгоды от продвижения не всегда линейно реагируют на повышение уровня развития элект-

тронной коммерции. Только когда степень концентрации онлайн-торговли поддерживается в определенных пределах, она может оказывать влияние на развитие экспорта. Исходя из этого предлагается гипотеза H3: существует пороговый эффект влияния электронной коммерции на экспорт, т. е. разные уровни развития электронной коммерции будут по-разному влиять на экспорт.

Описание переменных

Зависимая переменная – экспорт. Зависимая переменная измеряется как объем экспорта каждой провинции Китая с 2009 по 2022 год, от которого берется натуральный логарифм и обозначается $\ln Export_{it}$. Рассчитан по данным Статистического ежегодника Китая и Главного таможенного управления.

Основная независимая переменная – уровень развития электронной коммерции. В данном исследовании для оценки данной переменной в регионе используется индекс развития электронной коммерции за период с 2009 по 2022 год, обозначаемый как $Ecommerce_{it}$. Индекс рассчитан на больших данных платформы Alibaba Исследовательского института Ali Research Institute, охватывающих как индекс деловой активности в интернете, так и индекс онлайн-покупок, что позволяет всесторонне и интуитивно отразить уровень развития онлайн-торговли в каждой провинции. Индекс рассчитывается методом значения энтропии; показатели для расчета индекса развития электронной коммерции приведены в таблице 1.

Контрольные переменные: целью данного исследования является изучение влияния электронной коммерции на экспорт и необходимости контроля влияния других факторов на экспорт. Уровень экономического развития, степень открытости внешнему миру, налоговая нагрузка, уровень инновационной активности, транспортная доступность и структура промышленности также будут воздействовать на развитие экспортной торговли, поэтому мы включили вышеупомянутые шесть факторов в качестве контрольных переменных для учета влияния электронной коммерции на экспорт. Конкретные переменные приведены далее:

1) уровень экономического развития, измеряемый средним значением показателя ВВП на душу населения (в текущих ценах), обозначается $InperGDP_{it}$;

2) степень открытости внешнему миру = общий объем импорта и экспорта товаров / ВВП (в текущих ценах), обозначается $Open_{it}$;

3) налоговая нагрузка = налоговые поступления в бюджет каждой провинции / ВВП; обозначается $InTax_{it}$; местные власти помогают предприятиям оптимизировать структуру экспорта путем корректировки политики его налогообложения для повышения качества и добавленной стоимости экспортируемых товаров, а также способствуют устойчивому развитию экспортной торговли; эта переменная может измерять степень вмешательства местных властей в экономику или степень развития институционального регулирования в каждой провинции;

Таблица 1. Показатели для расчета индекса развития электронной коммерции в провинциях Китая

Показатель первого уровня	Показатель второго уровня	Метод расчета
Индекс деловой активности в интернете (0,5)	Относительная плотность деловой активности в интернете (0,3)	Относительная плотность онлайн-предпринимателей в корпоративном сегменте = число онлайн-предпринимателей в корпоративном сегменте / население. Относительная плотность онлайн-предпринимателей в секторе розничной торговли = число онлайн-предпринимателей в секторе розничной торговли / население
	Индекс уровня операций онлайн-предпринимателей (0,2)	Процент суммарных стоимостей операций, превысивших заданную границу (для онлайн-предпринимателей) = количество предпринимателей в секторе розничной торговли с годовым оборотом более \$240,000 / число онлайн-предпринимателей в секторе розничной торговли
Индекс онлайн-покупок (0,5)	Относительная плотность онлайн-покупок (0,3)	Относительная плотность онлайн-покупок = число онлайн-потребителей / население
	Индекс уровня затрат на онлайн-покупки (0,2)	Процент онлайн-покупателей, превысивших заданную границу = количество потребителей, совершивших онлайн-покупки на сумму более \$10,000 в год / число онлайн-покупателей
Источник: данные по индексу электронной коммерции в провинциях. URL: idata.work (дата обращения 07.05.2024).		

4) транспортная доступность измеряется с помощью коэффициента взаимодействия, представляющего собой прологарифмированное произведение протяженности дорог в милях на грузооборот в каждой провинции, обозначается $Intransport_{it}$;

5) уровень инновационной активности измеряется количеством заявок на получение национальных патентов в каждой провинции; обозначается $Innovation_{it}$; чем выше уровень развития науки, технологий и инноваций, тем больше товаров с независимыми правами интеллектуальной собственности и базовыми технологиями может быть произведено, что повышает качество и добавленную стоимость экспортных товаров;

б) соотношение добавленной стоимости обрабатывающей промышленности к добавленной стоимости сферы услуг отражает отраслевую структуру промышленности каждой провинции, а также ее способность поставлять экспортные товары, обозначается $Industry_{it}$.

Построение модели

Чтобы лучше раскрыть влияние электронной коммерции на экспорт регионов и выявить различные пространственные внешние эффекты, в данной работе построены три следующие модели пространственной регрессии:

$$SEM: \ln Export_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Ecommerce_{it} + \beta_1 Control_{it} + \lambda W \varepsilon_{it} + \mu_{it}; \quad (1)$$

$$SLM: \ln_{it} Export = \alpha_0 + \rho W Ecommerce_{it} + \alpha_1 Ecommerce_{it} + \beta_1 Control_{it} + \lambda W \varepsilon_{it} + \mu_{it}; \quad (2)$$

$$SDM: \ln Export_{it} = \alpha_0 + \rho W \ln Export_{it} + \alpha_1 Ecommerce_{it} + \alpha_2 W Ecommerce_{it} + \beta_1 Control_{it} + \beta_2 W Control_{it} + \lambda W \varepsilon_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Матрица пространственных весов

В данной работе матрица смежности выбрана для отражения пространственных отношений между провинциями; если провинции соседствуют, то существует зависимость близости и вес равен 1; в противном случае вес равен 0. Следующая формула рассчитывает пространственные веса:

$$W_{ij}^s = \begin{cases} 1, & \text{if } i \text{ and } j \text{ are not neighborly relations} \\ 0, & \text{if } i \text{ and } j \text{ are not neighborly relations} \end{cases}$$

Тест на пространственную автокорреляцию

Пространственная автокорреляция определяется одним измерением размера и одним измерением пространственной смежности, в то время как пространственная кросс-корреляция оценивается двумя измерениями размера и одним измерением пространственной смежности (Cliff, Ord, 1973). Значение индекса Морана обычно находится в диапазоне [-1; 1]. Если значение больше 0, то переменные имеют положительную пространственную корреляцию. В случае экспортной торговли высокие значения находятся рядом с высокими, а низкие значения – рядом с низкими. Если значение индекса Морана близко к 0, то переменные распределены случайным образом и пространственная корреляция отсутствует.

Существует ли пространственный внешний эффект от развития электронной коммерции, действующий на экспорт, т. е. влияет ли уровень развития электронной коммерции в соседних регионах на экспорт данной провинции? В настоящей работе используется глобальный индекс Морана для измерения пространственной корреляции экспортной торговли при построении матрицы смежности (табл. 2). Результаты подтверждают, что глобальный индекс Морана для объемов экспортной торговли в 2009–2022 гг. превышает 0 и является значимым на уровне 1%, что указывает на значимую пространственную корреляцию экспорта каждой провинции. Для ответа на поставленный выше вопрос проводится пространственный регрессионный анализ.

Диаграмма рассеяния Морана используется для изучения локальных пространственных особенностей путем описания корреляции между переменной Z и ее пространственным лагом. Горизонтальная ось диаграммы рассеяния соответствует описываемой переменной, а вертикальная ось – вектору пространственного лага. Его можно разделить на четыре квадранта, соответствующие четырем типам пространственной близости между регионами и их соседями (кластеры High-High, Low-High, Low-Low, High-Low). Для дальнейшего изучения пространственной корреляции экспорта строится диаграмма рассеяния Морана с соответствующими данными матрицы пространственных весов $W1$ соседних показателей, как показано

Таблица 2. Индекс Морана для экспорта, 2009–2022 гг.

Год	I	E(I)	sd(I)	z	p-value*
2009	0,369	-0,033	0,119	3,391	0,001
2010	0,386	-0,033	0,119	3,535	0,000
2011	0,365	-0,033	0,119	3,360	0,001
2012	0,359	-0,033	0,119	3,301	0,001
2013	0,351	-0,033	0,118	3,246	0,001
2014	0,351	-0,033	0,118	3,257	0,001
2015	0,413	-0,033	0,118	3,779	0,000
2016	0,396	-0,033	0,118	3,629	0,000
2017	0,386	-0,033	0,118	3,565	0,000
2018	0,380	-0,033	0,118	3,508	0,000
2019	0,371	-0,033	0,117	3,439	0,001
2020	0,386	-0,033	0,117	3,575	0,000
2021	0,384	-0,033	0,118	3,549	0,000
2022	0,387	-0,033	0,117	3,590	0,000

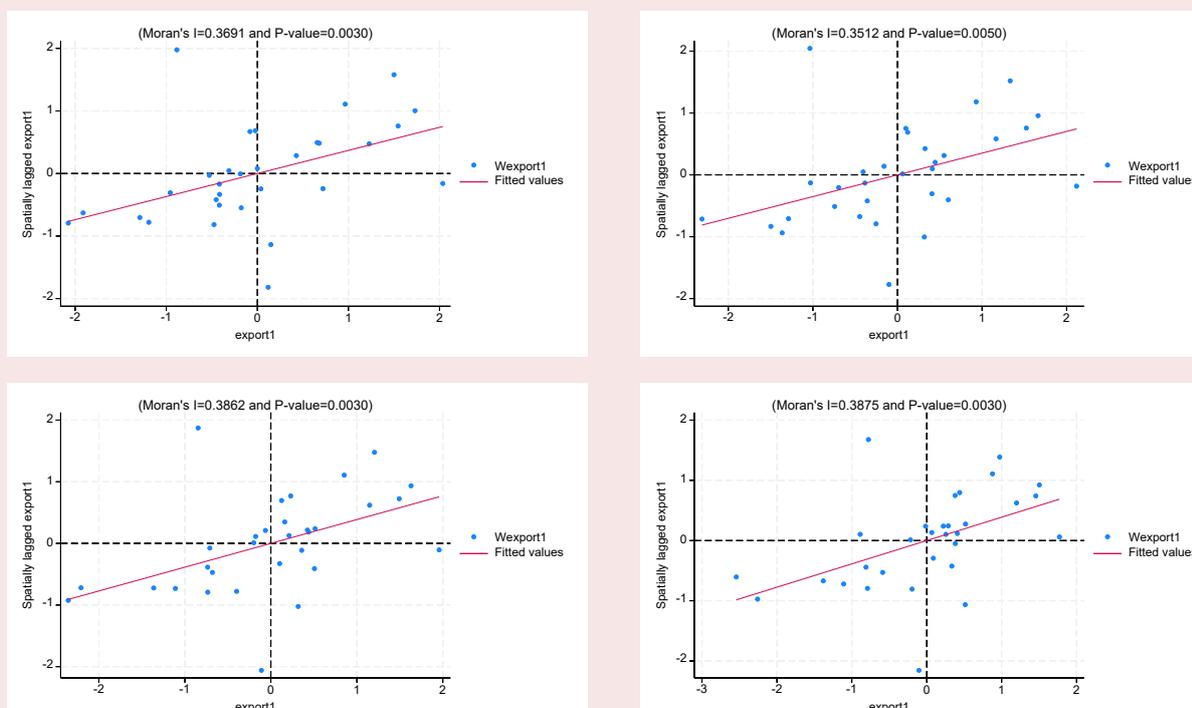
Источник: рассчитано авторами.

на рисунке 1 (из-за длительного временного периода соответствующие вычисленные значения близки, поэтому для демонстрации выбраны наиболее репрезентативные годы).

Как видно на рисунке 1, большинство регионов находятся в первом и третьем квадрантах.

В целом, экспортная торговля Китая демонстрирует положительную пространственную корреляцию. Индекс Морана показывает тенденцию к росту, что указывает на эффект пространственной кластеризации в региональной экспортной торговле Китая в период с 2009 по 2022 год.

Рис. 1. Диаграмма рассеяния Морана для изучения пространственной корреляции экспорта за выбранные годы



Источник: рассчитано авторами.

Что касается выбора модели пространственной регрессии, то в данной работе используются критерии автокорреляции, чтобы определить, какая из моделей SLM, SEM и SDM наиболее подходящая. Во-первых, для выбора модели используются критерий множителей Лагранжа, результаты которого представлены в *таблице 3*. Оба множителя Лагранжа, проверяющие автокорреляцию пространственной ошибки, не прошли проверку на значимость, а множители, проверяющие автокорреляцию пространственного лага, значимы на уровне 1%, поэтому модель SLM больше подходит для нашего исследования.

Если множители Лагранжа показывают, что пространственные эффекты присутствуют в традиционной эконометрической модели, то более обобщенная модель SDM может быть использована непосредственно для их оценки. Однако полученные результаты по критерию множителей Лагранжа показывают, что модель SEM не будет обладать пространственными эффектами, поэтому модель SLM выбрана из-за ее робастности и точности результатов регрессии.

Результаты теста Хаусмана в *таблице 4* показывают $Prob > \chi^2 = 0,0000$, что отклоняет нулевую гипотезу, поэтому для регрессионного анализа выбрана модель с фиксированными эффектами. Результаты теста отношения правдоподобия показывают, что для нашего исследования больше подходит модель с индивидуальными и временными фиксированными эффектами. В этом исследовании выбрана мо-

дель пространственного лага (SLM) с индивидуальными и временными фиксированными эффектами. Результаты теста множителей Лагранжа, теста Хаусмана и теста отношения правдоподобия (LR) приведены в *таблицах 3, 4*.

Тест на робастность

Пропуск переменных – проблема, с которой сталкивается большинство исследователей. Для проверки робастности модели добавлена контрольная переменная, которая может оказывать влияние на экспорт, – развитие человеческого капитала, который измеряется долей числа студентов, обучающихся в университетах каждой провинции в общей численности населения и обозначается $InHC_{it}$. Чем выше уровень развития человеческого капитала, тем выше уровень науки и техники, больше возможностей для инноваций, больше товаров с независимыми правами интеллектуальной собственности и базовыми технологиями может быть экспортировано, что повышает качество и добавленную стоимость экспорта. Используя модель пространственной регрессии, ученые собрали данные для эмпирического исследования и обнаружили, что улучшение структуры и запасов человеческого капитала может способствовать развитию экспорта (Dai et al., 2021). Результаты регрессии модели 1 представлены в *таблице 6*. После добавления контрольных переменных коэффициент регрессии электронной коммерции в отношении экспорта и коэффициенты пространственного эффекта по-прежнему остаются значимо положительными, что подтверждает робастность модели.

Таблица 3. Результаты по критерию множителей Лагранжа

Критерий	Значение тестовой статистики	df	p-value
Пространственная ошибка			
Множитель Лагранжа	0,879	1,000	0,349
Робастный множитель Лагранжа	1,722	1,000	0,189
Пространственный лаг			
Множитель Лагранжа	13,893	1,000	0,000
Робастный множитель Лагранжа	14,736	1,000	0,000
Источник: рассчитано авторами.			

Таблица 4. Результаты тестов Хаусмана и отношения правдоподобия

Критерий	$\chi^2(7)$	$Prob > \chi^2$
Хаусман	73,60	0,0000
LR (индивидуальные эффекты)	38,62	0,0000
LR (временные эффекты)	932,41	0,0000
Источник: рассчитано авторами.		

Замена матрицы пространственных весов

Мы проводим проверку робастности, преобразуя матрицу пространственных весов и матрицу смежности в матрицу расстояний, используя формулы, соответственно:

$$W_3 = \begin{cases} \frac{1}{pergdp_{ij}^2} & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases},$$

где $pergdp_{ij}$ – разница в ВВП на душу населения между регионами i и j .

Чтобы минимизировать ошибку, в качестве пространственного веса используются обратные квадратичные расстояния, а вес диагонали матрицы равен нулю.

Матрица расстояний зависит от дистанции между регионами, рассчитанной по географическим координатам: широте и долготе. Обычно используются матрицы обратных расстояний и

обратных квадратичных расстояний, которые слабеют медленнее, поскольку пространственный эффект усиливается с увеличением расстояния. Поэтому в данной статье используется матрица обратных квадратичных расстояний. Формула выглядит следующим образом:

$$W_2 = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}^2} & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases},$$

где d_{ij} – географическое расстояние, рассчитанное по широте и долготе регионов i и j .

Согласно результатам моделей 2 и 3, приведенным в *таблице 5*, уровни значимости коэффициентов независимой переменной и коэффициентов регрессии (ρ) после замены матриц пространственных весов остаются одинаковыми, поэтому эмпирические результаты являются робастными.

Таблица 5. Результаты теста на робастность

Переменная	(1)	(2)	(3)	(4)
Есcommrce _{it}	0,182*** (0,0364)	0,176*** (0,0358)	0,170*** (0,0355)	0,118*** (0,0368)
InperGDP _{it}	1,290*** (0,123)	1,474*** (0,122)	1,326*** (0,130)	1,391*** (0,126)
Open _{it}	1,896*** (0,172)	2,404*** (0,158)	2,320*** (0,158)	2,262*** (0,159)
Intransport _{it}	-0,0887** (0,0359)	-0,0947** (0,0373)	-0,117*** (0,0370)	
Inhighway				-0,585*** (0,169)
Industry _{it}	0,229*** (0,0627)	0,157** (0,0663)	0,207*** (0,0643)	-0,0693* (0,0382)
Ininnovation _{it}	-0,0867*** (0,0297)	-0,109*** (0,0305)	-0,116*** (0,0300)	0,245*** (0,0636)
InTax _{it}	2,886** (1,300)	2,329* (1,335)	2,227* (1,321)	-0,0978*** (0,0299)
InHC _{it}	35,60*** (8,102)			
Incargo				1,994 (1,298)
rho	0,261*** (0,0569)	-0,127*** (0,0407)	0,306*** (0,0760)	0,273*** (0,0570)
sigma2_e	0,0388*** (0,00265)	0,0422*** (0,00287)	0,0412*** (0,00282)	0,0397*** (0,00271)
Log-likelihood	85,9949	70,1272	72,5357	80,6896
Число наблюдений	434	434	434	434
R-squared	0,334	0,318	0,314	0,219
Number of code	31	31	31	31

Источник: рассчитано авторами.

Измерение заменяющей переменной

Коэффициент взаимодействия между протяженностью дорог в милях и грузооборотом в каждой провинции введен в модель SLM из-за потенциального положительного синергетического эффекта при измерении степени транспортной доступности. Чтобы проверить робастность модели, коэффициент взаимодействия был заменен двумя отдельными переменными для регрессии, и, согласно результатам модели 4, знак коэффициентов переменных не изменился после замены показателей переменных, а уровни значимости остались прежними, поэтому эмпирические результаты являются робастными.

Анализ пространственных эффектов

В таблице 6 представлены результаты регрессии с использованием модели SLM с индивидуальными и временными фиксированными эффектами. Результаты сопоставления четырех моделей показывают, что развитие электронной коммерции положительно коррелирует с экспортом. В модели пространствен-

ного лага, за исключением переменной уровня налоговой нагрузки, полученные коэффициенты переменных проходят проверку на значимость на уровне 1%, что позволяет предположить, что развитие электронной коммерции способствует росту экспорта без учета условий региональной гетерогенности. Таким образом, развитие цифровой экономики, электронной коммерции, интеллектуальных услуг и других отраслей влечет за собой трансформацию и совершенствование традиционной торговли, способствует совершенствованию факторов производства, изменению структуры торговли и повышению качества продукции и объема экспорта. Исходя из этого, мы можем сделать вывод, что гипотеза 1 верна. Коэффициенты пространственной автокорреляции в модели SLM значимы, что указывает на то, что экспорт имеет значимую пространственную автокорреляцию, которая совпадает с результатами вышеупомянутого теста на пространственную автокорреляцию, поэтому использование модели SLM имеет определенную степень раци-

Таблица 6. Результаты регрессии модели SLM с индивидуальными и временными фиксированными эффектами

Переменная	Main	Прямой эффект	Косвенный эффект	Суммарный эффект
Ecommerce _{it}	0,144*** (0,0360)	0,147*** (0,0366)	0,0513*** (0,0174)	0,198*** (0,0489)
InperGDP _{it}	1,328*** (0,125)	1,342*** (0,105)	0,473*** (0,115)	1,815*** (0,150)
Open _{it}	2,214*** (0,160)	2,266*** (0,178)	0,802*** (0,207)	3,068*** (0,285)
Intransport _{it}	-0,105*** (0,0365)	-0,104** (0,0403)	-0,0372** (0,0189)	-0,141** (0,0569)
Industry _{it}	0,230*** (0,0640)	0,223*** (0,0738)	0,0806** (0,0365)	0,304*** (0,106)
Ininnovation _{it}	-0,113*** (0,0297)	-0,115*** (0,0291)	-0,0407*** (0,0143)	-0,156*** (0,0400)
InTax _{it}	2,005 (1,310)	1,952 (1,331)	0,679 (0,496)	2,632 (1,790)
rho	0,283*** (0,0570)			
sigma2_e	0,0404*** (0,00277)			
Log-likelihood	76,4663			
Число наблюдений	434	434	434	434
R-squared	0,298	0,298	0,298	0,298
Number of code	31	31	31	31

Источник: рассчитано авторами.

ональности. С точки зрения дополнительных контрольных переменных, экономическое развитие и экспорт демонстрируют значимую положительную корреляцию. Это соответствует реальному экономическому росту регионов Китая; повышение экономически предельного уровня качества включает в себя изменение уровня спроса на внутреннем рынке, уровня развития обрабатывающей промышленности и оптимизацию структуры производства, что может создать большой спрос на внутреннем рынке. При этом трудоемкое производство экспортируемых товаров постепенно становится высокотехнологичным и обеспечивает высокую добавленную стоимость, что повышает качество экспорта и эффективность торговли.

Открытость внешнему миру и экспорт демонстрируют значимую положительную корреляцию: с повышением уровня открытости местные и иностранные предприятия торгуют активнее, обмениваясь передовым управленческим опытом, также это способствует международному обмену промышленными товарами, развитию экспортной торговли в регионе.

Оценка влияния транспортной доступности отрицательна и соответствует критерию значимости на уровне 1%. Транспортная доступность оказывает существенное влияние на экспорт, что может быть объяснено следующим: строительство и поддержание транспортной инфраструктуры требует значительных капиталовложений. В условиях ограниченных ресурсов высокие затраты на инфраструктуру могут вытеснить финансирование других важных видов экономической деятельности; строительство транспортных объектов, особенно крупномасштабных, таких как автомобильные и железные дороги и аэропорты, может нанести ущерб окружающей среде, например, привести к эрозии земель, загрязнению водных ресурсов и сокращению биоразнообразия. Эти проблемы затрагивают местные экосистемы и могут негативно повлиять на международную репутацию и рынок экспорта. Кроме того, выбросы углекислого газа и потребление энергии будут расти с увеличением интенсивности дорожного движения, что негативно скажется на глобальном изменении климата, может увеличить нагрузку на окружающую среду и затраты предприятий с высоким уровнем выбросов углерода; транспортное сообщение может при-

вести к концентрации ресурсов, кадров и капитала в определенных регионах, что усугубит неравномерность развития регионов, а заторы на дорогах могут усиливаться с увеличением интенсивности движения. Это не только увеличит стоимость транспортировки и время, но также может снизить эффективность перевозок и нанести ущерб экспортной торговле.

Существует значимая положительная корреляция между отраслевой структурой промышленности и экспортом; модернизация отраслевой структуры положительно влияет на экспорт за счет оптимизации его структуры, повышения конкурентоспособности предприятий-экспортеров, специализации труда и внедрения производственных цепочек, повышения конкурентоспособности на международных рынках, упрощенных процедур торговли и обеспечения широкого спектра возможностей на рынке.

Уровень инноваций демонстрирует значимую отрицательную корреляцию. Технологические риски и неопределенность часто сопровождают инновации. Новые технологии или продукты могут сталкиваться с такими проблемами, как низкая популярность на рынке и недостаточная технологическая отработанность, что может привести к трудностям в продвижении продукции и повлиять на экспорт. Инновации требуют значительных капиталовложений, особенно на этапе исследований и разработок (НИОКР). Высокие затраты на НИОКР могут усилить финансовое давление на предприятия и снизить их прибыльность, что напрямую влияет на их экспортный потенциал. Вопросы защиты интеллектуальной собственности влияют на стабильность и устойчивое развитие экспорта; на международном рынке некоторые страны могут устанавливать технические торговые барьеры для ограничения импорта высокотехнологичной продукции из других стран. Эти барьеры могут включать процессуальные нормы, требования к сертификации и патентную охрану, что затрудняет экспорт инновационной продукции.

Оценка налоговой нагрузки в модели SLM не проходит проверку на значимость, хотя она сильно коррелирует с экспортом. Органы власти предпринимают шаги по оптимизации структуры экспорта предприятий путем корректировки налогообложения экспортных товаров.

Это также негативно скажется на экспортной торговле. Так, более высокий уровень налоговой нагрузки напрямую приведет к увеличению стоимости экспортируемой продукции, что снизит конкурентоспособность. Учитывая пространственный эффект экспорта, трудно оценить, может ли уровень налоговой нагрузки положительно повлиять на развитие экспорта региона в целом.

Коэффициент пространственной автокорреляции положительный. Он проходит проверку на значимость на уровне 1%, что свидетельствует о явном агломерационном эффекте в процессе развития экспорта Китая и о том, что экспорт провинции зависит от уровня развития электронной коммерции в соседних регионах. Пространственный внешний эффект в основном проявляется в следующих аспектах:

1) промышленная агломерация и диффузия: регионы с хорошо развитой электронной коммерцией, как правило, привлекают больше предприятий, ориентированных на экспорт, что создает эффект промышленной агломерации; такая агломерация способствует совершенствованию местной инфраструктуры электронной коммерции и логистики и способствует росту рынка; когда электронная коммерция достигает определенной стадии развития, может возникнуть необходимость в расширении сферы деятельности из-за нехватки ресурсов и роста издержек; в этот момент соседние регионы, как правило, становятся основной зоной диффузии, что положительно сказывается на развитии электронной коммерции;

2) информационные и технологические внешние эффекты: регионы с развитой электронной коммерцией обладают более передовыми технологиями и более богатой информацией о состоянии рынка; эти технологии и информация могут перетекать в соседние регионы благодаря мобильности кадров и сотрудничеству предприятий; предприятия соседних регионов получают возможность перенять опыт и повысить уровень своей электронной коммерции, усилив таким образом свою экспортную конкурентоспособность;

3) расширение рынка и взаимодополняемость: развитие электронной коммерции позволяет предприятиям осваивать новые рынки и расширять масштабы экспорта; когда уровень электронной коммерции в соседних регионах

повышается, местные предприятия могут использовать свое влияние на рынке для дальнейшего продвижения на международном рынке, в то же время спрос соседних регионов также может стать новой точкой роста для местных предприятий, создавая эффект взаимодополняемости;

4) взаимодействие стратегий развития и синергия: взаимодействие стратегий развития и синергия электронной коммерции соседних регионов могут усилить их позиции на межрегиональном рынке электронной коммерции; это преимущество способствует развитию местного экспорта и повышает международную конкурентоспособность всего региона.

Для дальнейшего измерения пространственных характеристик влияния электронной коммерции на экспорт в данной работе пространственный эффект разделен на следующие три части. Прямой эффект включает в себя два аспекта: первый относится к влиянию уровня развития электронной коммерции на экспорт провинции, второй — к влиянию уровня развития электронной коммерции на экспорт соседних провинций, что, в свою очередь, способствует развитию экспорта в данной провинции. Под косвенным эффектом понимается пространственный внешний эффект, т. е. влияние уровня развития электронной коммерции в соседних провинциях на экспорт данной провинции. Под суммарным эффектом подразумевается средняя степень влияния развития электронной коммерции в провинции на экспорт Китая. Результаты регрессии для каждого эффекта приведены в таблице 6. Прямой эффект развития электронной коммерции в значительной степени положительный, что указывает на то, что электронная коммерция в провинции способствует развитию экспорта данной провинции, что еще раз подтверждает справедливость гипотезы 1. Среди других контрольных переменных, имеющих прямые эффекты, можно выделить экономическое развитие, открытость внешнему миру и структуру промышленности, которые в значительной степени способствуют развитию экспорта данной провинции. С другой стороны, транспорт и инновации оказывают негативное влияние, а налоговая нагрузка не вносит существенного вклада в развитие экспорта данной провинции.

Что касается косвенных эффектов, то электронная коммерция прошла тест на значимость в 1% и имеет положительные внешние эффекты, влияющие на экспорт соседних провинций; таким образом, гипотеза 2 верна. Говоря о суммарном эффекте, электронная коммерция в целом способствует развитию экспортной торговли Китая, и результаты регрессии значимы. Кроме того, коэффициент регрессии ρ положительный и значимый, т. е. развитие экспорта данной провинции будет положительно влиять на экспорт соседних провинций, значит, отсутствует эффект «перетока» экспорта между провинциями.

Проверка порогового эффекта

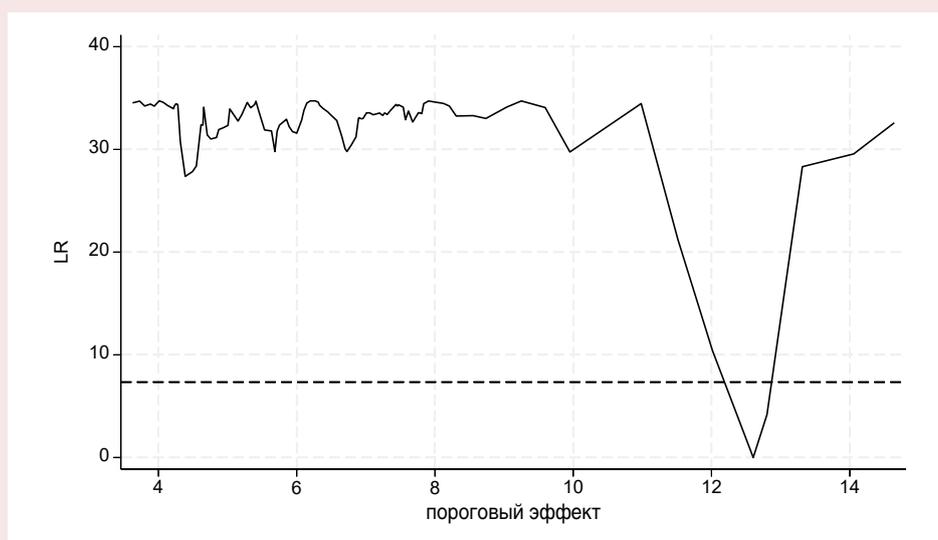
Регрессионный анализ исходных данных и пространственного эффекта показывает, что развитие электронной коммерции способствует росту экспорта, но имеет ли этот эффект нелинейные характеристики? В данном исследовании основные независимые переменные используются в качестве пороговых для измерения нелинейного влияния электронной коммерции на экспорт. Необходимо определить, существует ли пороговый эффект. Если существует, то необходимо в дальнейшем определить количество пороговых значений. Как показано в табл. 7, эффект с одним порогом прошел проверку на значимость на уровне 5%, а эффект с двумя порогами и эффект с тремя порогами не прошли проверку на значимость. Пороговое значение равно 12,3446, а доверительный интервал равен [12,0192; 12,6271] (на уровне 95%). Коэффициент влияния равен 0,05, когда он ниже порогового значения, и 0,11, когда он выше порогового значения, т. е. положительное влияние различных уровней развития электронной коммерции на экспорт имеет тенденцию к росту; следовательно, гипотеза Н3 верна (рис. 2).

Таблица 7. Результаты проверки порогового эффекта

Пороговая переменная	Порог	F-value	P-value	10%	5%	1%
Уровень развития электронной коммерции	один порог	49,77	0,0140	31,4987	36,3850	54,1600
	два порога	11,22	0,5480	24,7579	31,3395	44,2781
	три порога	8,18	0,6020	19,0847	24,0540	33,0369

Источник: рассчитано авторами.

Рис. 2. График зависимости линейной регрессии и порогового эффекта



Источник: рассчитано авторами.

Обсуждение

Авторы не претендуют на создание принципиально нового подхода к изучению влияния электронной коммерции на экспортную торговлю. В статье последовательно используются проверенные методы для определения влияния электронной коммерции на развитие 31 региона Китая. Тем не менее, авторы не ставили цель изучить закономерности территориальной организации производства. Вопросы размещения предприятий, доступности ресурсов, форм организации производства, структуры региональных экономик и принципов региональной политики, которые являются элементами мезоэкономики, помещены в «черный ящик». В случае с регионами Китая, большое количество переменных и очень большой объем данных значительно усложнили исследование. Они обязательно будут рассмотрены в последующих модификациях подхода. Универсальность используемых инструментов позволяет предположить, что данный подход может быть применен и к другим национальным исследованиям. Исследуемая страна может быть унитарным (как Китай) или федеративным государством. Важным условием является наличие административных территорий, на которых публикуются статистические отчеты. Тем не менее, национальные особенности могут повлиять на архитектуру модели. В некоторых случаях будет обнаружен побочный эффект, в других — эффект перетока. Последовательное изучение национальных экономик, безусловно, поможет понять значение электронной коммерции в различных бизнес-средах и выявить факторы, влияющие на ее применение. Это отдельная тема для будущих исследований.

Выводы

В данной статье авторы исследуют методологические и практические вопросы влияния

электронной коммерции на региональную экспортную торговлю. Основываясь на панельных данных по 31 провинции Китая за период с 2009 по 2022 год, мы доказали влияние электронной коммерции на экспорт с помощью модели пространственной регрессии и модели порогового эффекта. С пространственной точки зрения в данной работе эмпирически исследуется пространственная корреляция между уровнем развития электронной коммерции и экспортом с использованием модели пространственной регрессии. Результаты показывают, что развитие электронной коммерции оказывает значительное положительное пространственное воздействие на экспорт. Экономический рост, открытость внешнему миру, отраслевая структура промышленности и инновации в значительной степени способствуют развитию экспортной торговли. В то же время было выявлено, что налоговая нагрузка со стороны государства не оказывает существенного влияния на экспортную торговлю. Транспортная доступность при определенных ограниченных обстоятельствах оказывает негативное воздействие. Поэтому при стимулировании строительства объектов транспортной инфраструктуры необходимо в полной мере учитывать связанные с этим вероятные затраты и экологические, социальные и политические последствия, а также принимать адекватные меры для нивелирования этих негативных эффектов. Электронная коммерция способствует развитию экспорта Китая, и между провинциями не возникает эффекта «перетока». Согласно анализу порогового эффекта, существует один порог влияния электронной коммерции на экспорт, и положительное влияние развития электронной коммерции на экспорт усиливается с переходом через этот порог.

Литература

- Amidi S., Fagheh Majidi A. (2020). Geographic proximity, trade and economic growth: A spatial econometrics approach. *Annals of GIS*, 26(1), 49–63. Available at: <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1714727>
- Anselin L. (1990). Spatial dependence and spatial structural instability in applied regression analysis. *Journal of Regional Science*, 30 (2), 185–207. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1990.tb00092.x>
- Anselin L. (2010). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Springer Netherlands.
- Broersma L., van Dijk J. (2007). The effect of congestion and agglomeration on multifactor productivity growth in Dutch regions. *Journal of Economic Geography*, 8 (2), 181–209. Available at: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbm041>
- Cliff A.D., Ord J.K. (1973). *Spatial Autocorrelation*.

- Cressie N.A.C. (1993). *Statistics for Spatial Data Cressie/Statistics*. Hoboken, Nj, Usa John Wiley & Sons, Inc.
- Dai X., Yan L., Jianping L., Wu J. (2021). A research on the threshold effect of human capital structure upgrading and industrial structure upgrading – based on the perspective of path dependence. *Quality & Quantity*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01230-7>
- Elhorst J.P. (2012). Matlab software for spatial panels. *International Regional Science Review*, 37 (3), 389–405. Available at: <https://doi.org/10.1177/0160017612452429>
- Elhorst J.P. (2014). *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*. Springer.
- Goodchild M.F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1), 31–45. Available at: <https://doi.org/10.1080/02693799208901893>
- Hayakawa K., Mukunoki H., Urata S. (2021). Can e-commerce mitigate the negative impact of COVID-19 on international trade? *The Japanese Economic Review*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42973-021-00099-3>
- Kastratović R., Bjelić P. (2022). E-commerce and exports in Europe: A dynamic panel data approach. *The International Trade Journal*, 36 (6), 502–526. Available at: <https://doi.org/10.1080/08853908.2022.2125460>
- Klaassen J., Hendrik L. (1979). *Spatial Econometrics*.
- Kozhevnikov S.A., Voroshilov N.V. (2024). Agglomeration processes in Russian regions: Specifics and challenges related to the intensification of positive effects. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 17 (1), 91–109. DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2024.1.91.5>
- Le Sage J., Pace R.K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press.
- Lu Y., Hu J. (2024). Spatial impact of digital economy on the upgrading of industrial structure: Evidence from Chinese cities. *SAGE Open*, 14 (1). Available at: <https://doi.org/10.1177/21582440241233940>
- Onjewu A.-K.E., Hussain S., Haddoud M.Y. (2022). The Interplay of e-commerce, resilience and exports in the context of COVID-19. *Information Systems Frontiers*, 24 (4), 1209–1221. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10342-w>
- Ormazabal K.M. (1995). The law of diminishing marginal utility in Alfred Marshall's Principles of Economics. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 2 (1), 91–126. Available at: <https://doi.org/10.1080/10427719500000096>
- Peng Q. (2021). A study on the influence of internet cross-border e-commerce on China's import and export trade and development strategy. *2021 2nd International Conference on E-Commerce and Internet Technology (ECIT)*. Available at: <https://doi.org/10.1109/ecit52743.2021.00062>
- Shanmugalingam P., Shanmuganeshan A., Manorajan A., Kugathasan M., Pathirana G.Y. (2023). Does e-commerce really matter on international trade of Asian countries: Evidence from panel data. *PLoS ONE*, 18 (4), e0284503–e0284503. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284503>
- Shen Q., Pan Y. (2023). Explaining and modeling the impact of industrial co-agglomeration on regional economic growth in China: Integrated a quality concern of night-time light perspective. *Environmental Science and Pollution Research International*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28709-0>
- Sun J. (2023). How e-commerce support economic growth amid COVID-19: Evidence from Chinese economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (38), 88842–88860. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28628-0>
- Tobler W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234. Available at: <https://doi.org/10.2307/143141>
- Uskova T.V., Kozhevnikov S.A., Patrakova S.S. (2024). Trends in the spatial development of regions in the Northwest of Russia in the 21st century. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 17 (5), 266–293. DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2024.5.95.15>
- Wang S.-L., Chen F.-W., Liao B., Zhang C. (2020). Foreign trade, FDI and the upgrading of regional industrial structure in China: Based on spatial econometric model. *Sustainability*, 12 (3), 815. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12030815>
- Wei W., Zhao L., Liu Z. (2022). How does industrial agglomeration affect firms' energy consumption? Empirical evidence from China. *Indoor and Built Environment*, 1420326X2210806. Available at: <https://doi.org/10.1177/1420326x221080671>
- Yamaka W., Shi R., Maneejuk P., Chi C. (2023). Spatial spillover effects of internet development on foreign trade in China. *Sustainability*, 15 (5), 4213. Available at: <https://doi.org/10.3390/su15054213>
- Yandell B.S., Anselin L. (1990). Spatial econometrics: Methods and models. *Journal of the American Statistical Association*, 85 (411), 905. Available at: <https://doi.org/10.2307/2290042>

Сведения об авторах

Елена Глебовна Ефимова – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры мировой экономики, Санкт-Петербургский государственный университет (199034, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9; e-mail: e.efimova@spbu.ru)

Ши Юйчжу – аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет (199034, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9; e-mail: shi.yuzhu@yandex.ru)

Джамиля Фатыховна Скрипнюк – доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей школы бизнес-инжиниринга, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29; e-mail: skripnyuk.d@spbstu.ru)

Efimova E.G., Shi Yuzhu, Skripnyuk D.F.

Effects of E-Commerce on Export Trade: Spatial Panel Data Models for Regions of China

Abstract. The primary goals of the paper are to examine the impact of e-commerce on export trade and to determine whether the level of e-commerce development has spatial spillover, siphoning, and threshold effects on export trade. The goals predetermined the choice of research methodology. This paper constructs the spatial lag model and threshold model based on the panel data of 31 China's regions (provinces and other districts) from 2009 to 2022. The empirical results show a strong spatial autocorrelation and a robust spatial lag effect on the export trade in China. The improvement of the regional e-commerce level can directly promote the development of local export trade and has a significant positive spatial spillover effect, i.e., the improvement of the local e-commerce level can lead to the development of export trade in neighboring regions; there is no siphoning effect between provinces. According to the result of the threshold effect, there is a single-threshold effect of e-commerce on the impact of export trade, and the positive effect of different levels of e-commerce development on export trade is on an upward trend. The value of the research is a specific application of spatial regression modeling in empirical studies, and the findings provide insights for promoting the synergistic development of e-commerce and export trade.

Key words: export trade, e-commerce, spatial regression model, spatial spillover effect, threshold effect, siphon effect.

Information about the Authors

Elena G. Efimova – Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, professor at the Department of World Economics, St Petersburg University (7-9, Universitetskaya Embankment, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation, e-mail: e.efimova@spbu.ru)

Shi Yuzhu – Postgraduate Student, St Petersburg University (7-9, Universitetskaya Embankment, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation, e-mail: shi.yuzhu@yandex.ru)

Djamilia F. Skripnyuk – Doctor of Sciences (Economics), Professor, professor at the Graduate School of Business Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (29, Politechnicheskaya Street, Saint Petersburg, 195251, Russian Federation; e-mail: skripnyuk.d@spbstu.ru)

Статья поступила 16.07.2024.