

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.07-20>
УДК 338.57



Ценовая трансмиссия на аграрных рынках: обзор методологических подходов

© 2021. С. В. Харин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

Феномен ценовой трансмиссии на различных аграрных рынках привлек внимание многих ученых в 21 веке. В недавних публикациях можно найти эмпирические исследования ценовых взаимоотношений на различных уровнях. В нашем научном обзоре мы рассмотрели существующую эмпирическую литературу по ценовой трансмиссии на аграрных рынках стран Европы, Азии, Северной и Латинской Америки, представили анализ наиболее важных методологических подходов, которые очень неоднородны с точки зрения эконометрических моделей, типа асимметрии и эмпирических результатов. В статье можно найти подробный анализ прикладных исследований в области линейной и нелинейной концепций коинтеграции, также оценены главные достоинства и недостатки наиболее популярных эконометрических моделей для ценовой трансмиссии, особый фокус сделан на авторегрессионные модели с распределенными лагами, модели коррекции ошибок, нелинейные модели с переключающимися режимами и векторные авторегрессионные модели. За последние годы в прикладных исследованиях процессов рыночной интеграции и ценовой трансмиссии получили активное распространение нелинейные и непараметрические методологические подходы и приемы.

Ключевые слова: асимметрия, эконометрическая модель, временные ряды, коинтеграция, стационарность, регрессия

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-110-50002.

Автор благодарит рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Харин С. В. Ценовая трансмиссия на аграрных рынках: обзор методологических подходов. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(1):07-20. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.07-20>

Поступила: 23.11.2020 Принята к публикации: 14.01.2021 Опубликовано онлайн: 22.02.2021

Price transmission on agricultural markets: methodological approaches

© 2021. Sergei V. Kharin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov,
Voronezh, Russian Federation

The phenomenon of price transmission on various agricultural markets has attracted the attention of scientists in the 21-st century. Empirical studies of price relationships at various market levels can be found in recent publications. In this scientific review the survey was carried out as to the existing empirical literature on price transmission in agricultural markets of European, Asian, North and South American countries. The paper also presents the analysis of the most important methodological approaches, which are very heterogeneous in the aspects of econometric models, asymmetry types and empirical results. The article provides a detailed analysis of applied research in the field of the linear and nonlinear concepts of cointegration, also the most popular econometric price transmission models have been assessed in the light of the main advantages and disadvantages with a special focus on autoregressive models with distributed lags, error correction models, nonlinear models with switching regimes and vector autoregressive models. In recent years nonlinear and nonparametric methodological approaches and techniques have become widely used in applied research of market integration and price transmission.

Keywords: asymmetry, econometric model, time series, cointegration, stationarity, regression

Acknowledgments: the reported study was funded by RFBR, project number 20-110-50002.

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the author declared no conflict of interest.

For citation: Kharin S. V. Price transmission on agricultural markets: methodological approaches review. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(1):07-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.07-20>

Received: 23.11.2020

Accepted for publication: 14.01.2021

Published online: 22.02.2021

Феномен ценовой трансмиссии на различных аграрных рынках привлек внимание многих ученых в конце 20 – начале 21 века. Проблема ценовых взаимоотношений субъектов экономики весьма актуальна, поскольку эффективность производства в агросекторе, в немалой степени, зависит от совершенства ценового механизма в системе рыночных отношений. Волатильность цен имеет серьезные последствия для экономического благополучия рыночных агентов в системе продовольственной цепи поставок.

Анализ ценовой трансмиссии предполагает измерение эффекта влияния изменения цен одного из рынков на ценовые колебания другого рынка. Можно дать определение термина «ценовая трансмиссия» как степень влияния изменения цены какого-либо товара на цену другого товара (рынка).

Существует три типа ценовой трансмиссии: горизонтальная, вертикальная и перекрестная. Первый тип трансмиссии возникает из-за товарных потоков между рынками и пространственного арбитража (например, мировые и локальные цены зерна, цены производителей кукурузы в различных субъектах России и т. д.). Второй тип трансмиссии появляется по причине конвертации сырьевых товаров в готовую продукцию при определенных затратах (анализируют цены на продукцию одинаковой продовольственной цепи, например, зерно, мука и хлеб). Наконец, альтернативное потребление или производство приводит к перекрестной ценовой трансмиссии (например, исследование цен кукурузы и сорго, сливочного масла и маргарина).

Эмпирическое исследование ценовой трансмиссии дает ответы на следующие важные экономические вопросы:

- существует ли долгосрочная связь между ценами на различных рынках?
- цены рынка А влияют на цены рынка Б в одностороннем порядке, или же, они влияют друг на друга?
- если цена на одном рынке изменится на 1 %, то насколько это вызовет изменение цены другого рынка после одного временного периода (месяц, квартал) или в долгосрочном периоде?
- насколько тесно интегрированы друг с другом различные рынки с помощью цен?
- изменение цен асимметрично или нет?
- сколько временных отрезков (месяцев, кварталов) займет ценовая трансмиссия, когда одна из цен изменилась наполовину (четверть и т. д.)?

Таким образом, P. Vavra и B. Goodwin [1] выделяют четыре фундаментальных вопроса, на которые можно ответить с помощью эмпирического анализа ценовой трансмиссии: величина, скорость, природа и направление ценовых изменений.

Периодическая научная литература рассматривает множество факторов, влияющих на количественные параметры ценовой трансмиссии. Среди них транспортные и транзакционные издержки, рыночная власть, возрастающая отдача от масштаба производства, продуктовая гомогенность и дифференциация, курсовые разницы, асимметрия информации и локальная политика органов власти [2, 3].

Практическая значимость результатов анализа трансмиссии цен заключается в нескольких аспектах. Во-первых, они могут помочь в интерпретации недавних ценовых изменений на определенных рынках. Во-вторых, выявленные ценовые причинно-следственные связи помогают в понимании и описании трендов на локальных рынках. В-третьих, анализ может помочь в прогнозировании цен в последующие месяцы. Наконец, степень ценовой трансмиссии для многих рынков позволяет определить паттерны поведения цен и трендов. Однако несмотря на то, что анализ ценовой трансмиссии – это полезный инструмент понимания и прогнозирования ценовых тенденций, он не говорит нам, почему трансмиссия слабая или сильная, быстрая или медленная. Кроме этого, необходимы знания о транспортной инфраструктуре, сезонности, торговой и аграрной политике, кредитных возможностях и др.

Существует несколько подходов для измерения ценовой трансмиссии: анализ ценовых процентных соотношений за два временных периода, корреляционный, регрессионный и коинтеграционный анализы. В качестве источника данных для исследований используют ценовые временные ряды за множество лет с разбивкой по кварталам и месяцам. Первый подход является очень «грубым» методом без учета временного тренда. Корреляционный анализ предполагает вычисление коэффициентов корреляции Пирсона и детерминации, он прост в вычислении и интерпретации. Подход предусматривает рассмотрение двух ценовых переменных без учета других факторов и цен, а также не идентифицирует причинно-следственную связь. Кроме этого, рассматриваются ценовые взаимоотношения в одном периоде без учета временных лагов, а нестационарная природа данных может привести к ошибочным результатам. Множественный

регрессионный анализ позволяет получить информацию о динамической ценовой эластичности между более чем парой цен и принять во внимание лагированные переменные, сезонные и многие другие факторы. Однако трудно определить причинно-следственную связь, а нестационарная природа цен может привести к ложным выводам. Коинтеграционный подход является современным и позволяет обойти недостатки вышеперечисленных методов.

Несмотря на то, что в недавних публикациях можно найти множество исследований ценовых взаимоотношений на различных уровнях, в российском академическом пространстве не представлен детальный обзор существующих эмпирических подходов в области трансмиссии и асимметрии цен.

Цель работы – подробный и обновленный обзор существующих методологических подходов в области ценовой трансмиссии на аграрных рынках. В нашем обзоре представлен анализ эмпирических исследований в области линейной и нелинейной концепций коинтеграции, оценены относительные достоинства наиболее популярных эконометрических моделей для ценовой трансмиссии.

Материал и методы. Автором были изучены материалы научных эмпирических исследований в области анализа ценовой трансмиссии на аграрных рынках многих стран. Поиск научных источников проводили в библиографических базах, научных электронных библиотеках и поисковых системах: Publons (www.publons.com), Scopus (www.scopus.com), eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru), Google Scholar (www.scholar.google.com), RePEc: Research papers in Economics (www.repec.org), AgEcon: Research in Agricultural & Applied Economics (<https://ageconsearch.umn.edu/>). В качестве литературных источников были приняты во внимание научные статьи на английском и русском языках. Глубина поиска – с 1960 года. Поисковые запросы выполняли по следующим ключевым словам: ценовая трансмиссия, ценовые ряды, коинтеграция цен, асимметрия цен, модели ценовых рядов, аграрные рынки, сезонность, тесты на стационарность ценовых рядов.

Основная часть. Обсуждение методологических подходов. В конце 60-х и в течение 70-х годов прошлого века большинство исследований по ценовой трансмиссии концентрировалось на продовольственных товарах [4].

Ранние подходы к анализу ценовой трансмиссии базировались на различных вариациях эконометрических моделей Вольфрама, Хока и Ворда [5, 6, 7]. Эти модели представляли собой регрессии «лагированных» ценовых переменных. При этом, в целях выявления асимметрии цен, подход предполагал, что ценовая переменная-регрессор разбивалась на позитивные (когда цена растет по сравнению с предыдущим временным периодом) и негативные (когда цена падает по сравнению с предыдущим временным периодом) компоненты. В регрессиях такое деление отражалось с помощью фиктивной переменной (принимающей значения 0 и 1), включаемой в эконометрическую модель для учёта влияния качественных признаков и событий на объясняемую вторую ценовую переменную.

Надо отметить, что выявление асимметрий при анализе ценовой трансмиссии заняло ключевое место в исследованиях. Ученые-экономисты уделяют значительное внимание асимметрии не только потому, что она указывает на проблемы в распределении добавленной стоимости между рыночными агентами, но и потому, что само ее присутствие указывает на признаки провалов рынка [8]. Типы асимметрии ценовой трансмиссии представлены ниже (рис. 1, 2, 3).

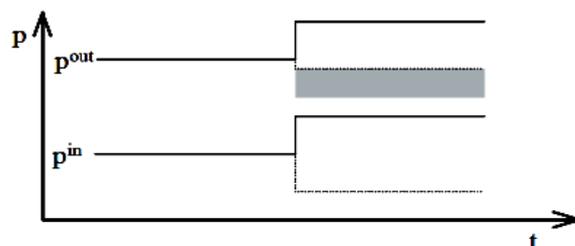


Рис. 1. Асимметрия в величине трансмиссии между двумя ценами [8] /

Fig. 1. Asymmetry in the value of transmission between two prices [8]

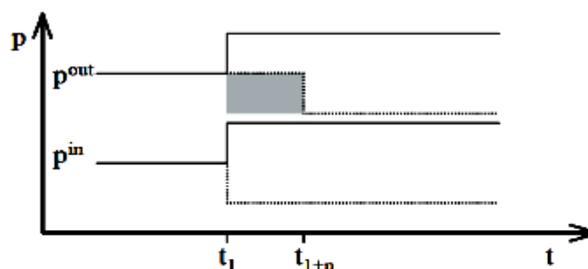


Рис. 2. Асимметрия во времени трансмиссии между двумя ценами [8] /

Fig. 2. Asymmetry in the time of transmission between two prices [8]

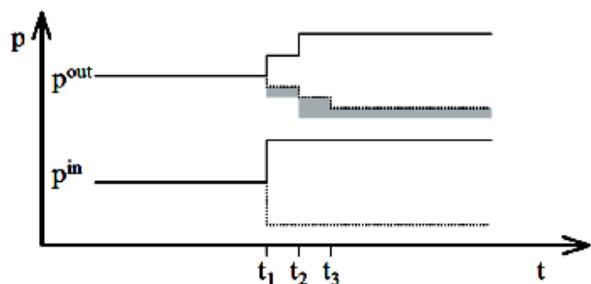


Рис. 3. Асимметрия в величине и времени трансмиссии между двумя ценами [8] / Fig. 3. Asymmetry in the value and time of transmission between two prices [8]

Ранние исследования использовали простой корреляционный анализ и регрессии, оцененные методом наименьших квадратов. Эконометрические модели трансмиссии цен предполагали стационарность ценовых переменных, однако на практике ценовые ряды нестационарны, что вело к получению ложно значимых результатов. Такое положение спро-

воцировало переход к более тщательному анализу статистических свойств ценовых данных временного ряда, включая тестирование на стационарность и разработку коинтеграционной концепции как инструмента предотвращения ложной регрессии.

Стационарность представляет собой характеристику (свойство) процесса, в котором среднее значение и стандартное отклонение не меняются со временем [9]. В теории вероятностей случайный процесс называется стационарным, если все его вероятностные характеристики не меняются с течением времени (t). Иными словами, цены на протяжении какого-то временного периода не демонстрируют восходящий или нисходящий тренд и не подвергаются значительным флуктуациям. Очевидно, что в реальной экономике такого не происходит. Примеры нестационарных и стационарных ценовых рядов можно увидеть ниже (рис. 4, 5).

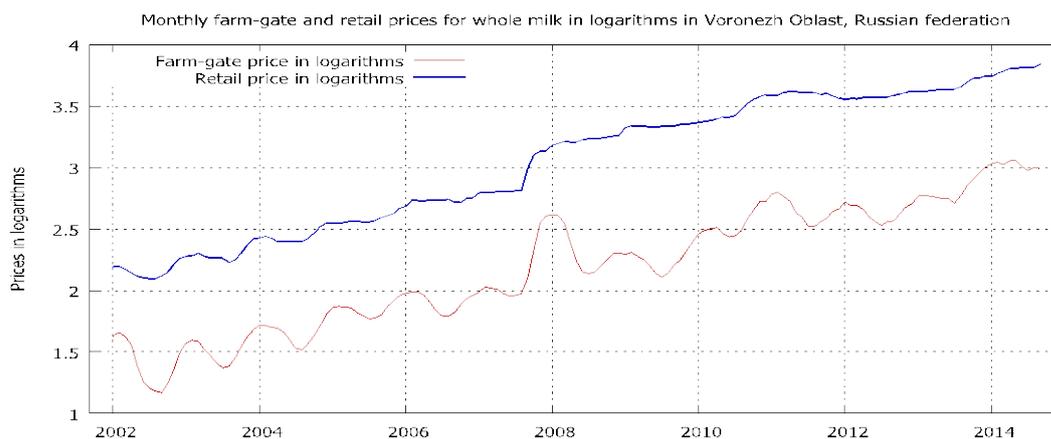


Рис. 4. Нестационарные ценовые ряды [10] / Fig. 4. Non-stationary price series [10]

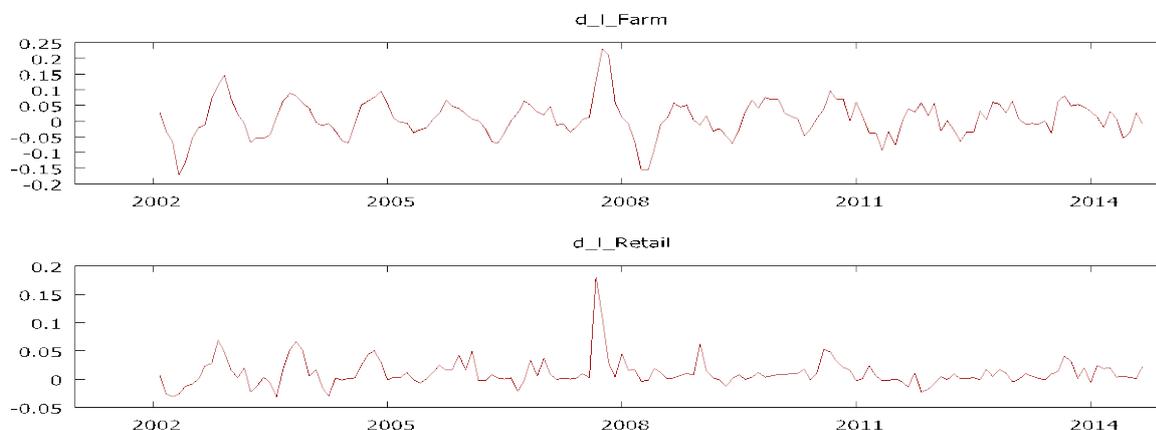


Рис. 5. Стационарные ценовые ряды [10] / Fig. 5. Stationary price series [10]

С конца 70-х годов 20 века в прикладной статистике и эконометрике широко используются следующие известные методологические подходы для проверки ценовых рядов на стационарность: DF-тест, PP-тест, KPSS-тест [11, 12, 13].

DF-тест Дики-Фуллера представляет собой тестирование наличия «единичного» корня временного ряда динамики. Математическое присутствие «единичного» корня говорит о нестационарности ценовых данных. В основе этого теста лежит предпосылка, что любой ряд динамики можно аппроксимировать с заданной точностью процессом типа авторегрессии необходимого порядка. Если в тестовые регрессионные уравнения добавить лаги первых разностей временного ряда, то такой тест называют расширенным тестом Дики-Фуллера.

PP-тест Филиппса-Перрона основан на расширенном тесте Дики-Фуллера. В то время как последний использует параметрическую авторегрессию, большое преимущество PP-теста заключается в том, что он не является параметрическим [14]. Главный недостаток теста Филиппса-Перрона в том, что он хорошо работает только с большими выборками, то есть с длинными динамическими рядами. Также подход разделяет некоторые недостатки теста Дики-Фуллера: чувствительность к структурным сдвигам и неточность при малых ценовых выборках [10].

KPSS-тест предназначен для дополнения тестов на единичный корень, наподобие теста Дики-Фуллера. Тест назван по первым буквам четырех ученых – Квятковский – Филлипс – Шмидт – Шин, в эконометрике тест используется для тестирования нулевой гипотезы о том, что наблюдаемый ряд динамики является стационарным вокруг детерминированного тренда (т. е. тренд-стационарным). В отличие от большинства тестов на единичный корень, наличие единичного корня – это не нулевая гипотеза, а альтернатива. Кроме того, в тесте KPSS отсутствие единичного корня является доказательством не стационарности, а, по замыслу, стационарности тренда. Это важное различие, поскольку ценовые ряды могут быть нестационарными, не иметь единичного корня, но быть стационарными по тренду. KPSS-тест является непараметрическим.

В качестве альтернативы для изучения свойств ценовых данных и любых рядов динамики используется также модификация расши-

ренного теста Дики-Фуллера, разработанная Элиотом, Ротенбергом и Стоком в 1996 году [15]. В ходе тестирования временные ряды трансформируются в регрессионные уравнения, оцененные с помощью обобщенного метода наименьших квадратов. Тест отличается большей мощностью по сравнению с предыдущими версиями.

Наличие структурных сдвигов на аграрных рынках может привести к ошибочным выводам о природе ценовых данных. В условиях структурных сдвигов часто используют методологию Зивота-Эндрюса, которая предполагает проверку временного ряда на стационарность с одним неизвестным структурным сдвигом [16]. Следует отметить, что исследователи часто не знают точную дату сдвига, что, несомненно, является преимуществом теста перед другими аналогами.

Кроме наличия структурных изменений, аграрные рынки подвержены значительному влиянию сезонных факторов. Без учета таких факторов также невозможно прийти к надежным выводам о статистических свойствах временных рядов. Тест HEGY, учитывающий влияние сезонности, предложили S. Hylleberg, R. Engle, C. Granger, B. Yoo в 1990 году [17]. В настоящее время этот способ проверки сезонных единичных корней является общепринятым. Большинство научных работ в этой области посвящено его усовершенствованию и расширению области применения. Кроме того, идея, лежащая в основе HEGY-теста, послужила основой для введения понятия сезонной коинтеграции и разработки методов ее тестирования. Однако для получения устойчивых оценок необходимо иметь ценовые данные за достаточно длинный промежуток времени (от 20-30 лет) в разбивке по месяцам или кварталам, иначе мы, с большей долей вероятности, будем получать смещенные оценки при анализе временных рядов. Тест учитывает не число ценовых наблюдений, а количество лет, так как в тестовые регрессии входят 12 (в случае месячных цен) «лагированных» ценовых переменных.

С 1987 года применяются методы, имеющие дело с нестационарными данными. Процедура, основанная на построении модели нестационарных ценовых рядов с помощью классического метода наименьших квадратов, называется подходом Энгла-Грэнджера и связана с концепцией коинтеграции временных

рядов. Новое «коинтеграционное» направление в эконометрике было развито двумя экономистами: американцем Робертом Фраем Энглом III (Robert Fry Engle III) и англичанином, сэром Клайвом Уильямом Джоном Грэнджером (Clive William John Granger). Оба лауреаты Нобелевской премии по экономике 2003 года.

Роберт Энгл получил Нобеля «за разработку метода анализа временных рядов в экономике на основе математической модели с авторегрессионной условной гетероскедастичностью (ARCH)». Клайв Грэнджер удостоился премии по экономике памяти Альфреда Нобеля с прямой формулировкой: «За разработку метода коинтеграции для анализа временных рядов в экономике». Именно Грэнджер выступил пионером в области коинтеграции временных рядов, предложив концепцию еще в 1981 году. Автор знаменитого принципа «причинности по Грэнджеру» [18].

С экономической точки зрения, коинтеграция – важная характеристика экономических переменных, которая означает, что, несмотря на случайный (слабо предсказуемый) характер изменения отдельных экономических переменных, существует долгосрочная зависимость между ними, которая приводит к некоторому совместному, взаимосвязанному изменению. Энгл и Грэнджер показали, что если два ценовых ряда коинтегрированы между собой, то их взаимосвязь можно анализировать с помощью модели коррекции ошибок (ECM, Error Correction Model) – когда краткосрочные флуктуации корректируются в зависимости от степени отклонения от долгосрочной зависимости [19].

Впоследствии Грэнджер и Ли адаптировали модель ECM с целью выявления несимметричной ценовой трансмиссии [20]. Они включили в модель компоненты асимметричности: положительные и отрицательные переменные коррекции ошибок из «долгосрочной» регрессии (ECT, Error Correction Terms). Профессор Гёттингенского Университета Крамон-Тобадель (Von Cramon-Taubadel) также был одним из первых, кто начал внедрять концепцию коинтеграции в модели асимметричной ценовой трансмиссии на аграрных рынках [21].

Различные методологические приемы предложены в эмпирической литературе для тестирования наличия коинтеграционных

связей. Наиболее популярны из них – двухшаговая процедура Энгла-Грэнджера и подход Йохансена [22, 23].

Процедура Йохансена основана на оценке максимального правдоподобия. Многие ученые сходятся во мнении о том, что тест Йохансена является более совершенным по сравнению с подходом Энгла-Грэнджера. Во-первых, в нем отсутствует проблема выбора зависимой ценовой переменной. Во-вторых, тест может обнаруживать несколько коинтегрирующих векторов и более подходит для многомерных ценовых рядов в отличие от теста Энгла-Грэнджера, который применим для анализа только пары ценовых переменных. В-третьих, тест Йохансена имеет дело с каждой тестовой переменной как эндогенной.

Однако в литературе можно найти факты несовершенства подхода Йохансена. Исследователи Gonzalo и Lee отметили, что для большинства случаев тест Энгла-Грэнджера является более надежным, чем тест отношений правдоподобия Йохансена. Авторы рекомендуют использовать оба теста во избежание разных «подводных камней» [24].

В условиях структурных сдвигов на аграрных рынках с целью обнаружения коинтегрирующих векторов между ценами, часто используют подход Грегори-Хансена [25]. По сути, подход представляет собой усовершенствованную методологию Энгла-Грэнджера. Дата структурного сдвига в эконометрических тестовых моделях определяется эндогенно.

Итак, эволюция методологических подходов к исследованию ценовой трансмиссии на аграрных рынках шла от корреляционного анализа и простых регрессионных моделей к динамическим регрессиям, которые в качестве регрессоров включают лаговые переменные. Такие регрессионные уравнения послужили основой для авторегрессионных моделей с распределенными лагами (ARDL), векторных авторегрессий (VAR, Vector AutoRegression) с функциями импульсного отклика (IRF, Impulse Response Function) и моделей коррекции ошибок (VECM, Vector Error Correction Model). Впоследствии вышеназванные модели были усовершенствованы до нелинейных и асимметричных, а VECM-моделирование развивалось в парадигме предельной (threshold) концепции коинтеграции ценовых рядов.

Несмотря на многообразие эконометрических моделей, векторная модель коррекции ошибок (VECM) стала основой и стандартом для исследования асимметричной ценовой трансмиссии, так как позволяет анализировать различные типы асимметрии в коинтегрированных ценовых рядах [26].

Следует отметить, что рациональный эмпирический анализ зависит не только от спецификации моделей трансмиссии цен, но и от характеристик набора ценовых данных и интерпретации результатов. В. Goodwin, Р. Vavra утверждают, что любые выводы в аспекте ценовой трансмиссии, сделанные в «вакууме» относительно понимания основных характеристик оцениваемого рынка, сомнительны [27]. Скорее, важно разрабатывать и интерпретировать каждое исследование в свете его институциональных и прочих факторов, которые оказывают влияние на рыночные процессы.

За последнее десятилетие 21 века накопился огромный пласт эмпирической литературы по вертикальной и горизонтальной ценовой трансмиссии на аграрных рынках многих стран. Однако исследований ценовой трансмиссии на аграрных рынках России практически нет, за редким исключением.

Большое количество источников посвящено анализу пространственной трансмиссии цен с использованием процедур коинтеграционного подхода и линейного VECM-моделирования. Так, Р. Savadatti анализировала пространственную рыночную интеграцию между четырьмя индийскими региональными рынками бобовой продукции, используя месячные оптовые цены за период 2011-2015 гг. С помощью модели VECM она выявила медленную ценовую трансмиссию для всех рассматриваемых рынков. Среди вероятных причин индийский автор указывает недостаточность инфраструктурных объектов, транспортные издержки, неразвитость институциональных механизмов и отсутствие взвешенной правительственной политики [28]. Другой индийский исследователь Р. К. Jena с помощью коинтеграционной процедуры и VECM, анализируя локальный ценовой индекс на сельскохозяйственную продукцию и мировой, не нашел эмпирического подтверждения взаимосвязи между ними [29]. Исследование С. Arnade, В. Cooke, F. Gale рассматривает связь цен на различную аграрную продукцию Китая с мировыми ценами. Авторы применяют

вышеописанные подходы. Спецификация их линейной модели позволяет проверить, может ли Китай влиять на мировые цены сырьевых товаров. Ученые нашли значительные различия в ценовой трансмиссии, причем китайский рынок сои, соевой муки и курятины является наиболее интегрированным с мировым, в отличие от рынка риса. Они также обнаружили, что краткосрочная трансмиссия цен намного ниже, чем долгосрочная, что позволяет предположить, что торговая политика стабилизации может задерживать, но не устранить трансмиссию ценовых шоков на аграрных сырьевых рынках [30]. D. Zhou, D. Koenig провели исследование ценовой трансмиссии за период 2000-2014 гг. между ценами на свинину в Китае и ценами на корма, в частности внутренними ценами на кукурузу, а также мировыми ценами на сою. Авторы выявили долгосрочное устойчивое равновесное соотношение между тремя рынками. Однако дальнейшие исследования показали, что существенной причинно-следственной связи Грэнджера между рынком свинины и рынком кормов не существует, а долгосрочное равновесие частично является следствием причинно-следственной связи по Грэнджеру между мировым рынком сои и локальным рынком кукурузы. Внутренний китайский рынок свинины подвержен существенному влиянию различных норм регулирования. Результаты также показали, что эффективность ценовой трансмиссии крайне низка, и требуется около 11 месяцев для коррекции половины любого долгосрочного дисбаланса на китайском рынке свинины. Поэтому, заключают авторы, для стабилизации цен на свинину в Китае недостаточно только рыночного вмешательства для регулирования кормовых рынков, необходимы такие комплексные меры, как модернизация производства свинины, сельскохозяйственное страхование, эпидемический надзор и многое другое [31].

В статье О. Ozturk рассматривается вопрос о том, является ли зерновой рынок Турции коинтегрированным с мировым. Используя модель коррекции ошибок, автор анализирует реакцию цен производителей пшеницы, ячменя, кукурузы, сои и риса на изменения мировых цен. Результаты показали, что рынок риса Турции не интегрирован с мировым рынком, в то время как другие зерновые рынки слабо интегрированы. Полученные данные выявили, что ценовая трансмиссия крайне низкая как в краткосрочном, так и

в долгосрочном периодах. Адаптация к новому равновесному состоянию после ценового шока происходит медленно. Автор предполагает, что причиной слабой коинтеграции является торговая политика турецких властей. Для усиления интеграции внутреннего зернового рынка с международным, исследователь рекомендует уменьшить уровень государственного вмешательства [32].

Анализируя горизонтальную ценовую трансмиссию, ученые иногда испытывают недостаток информации о транзакционных издержках. Классическая линейная модель VECM не учитывает наличие таких затрат, что является существенным ограничением для ее применения. С целью включения транзакционных эффектов, очень часто применяют нелинейную модель TVECM (Threshold Vector Error Correction Model). Транзакционные издержки между рынками оцениваются с помощью специального предельного параметра (threshold). По сравнению со стандартной моделью VECM, TVECM дополнительно измеряет уровень ценовой эффективности между двумя отдаленными друг от друга рынками [33].

В 1997 году N. Balke, T. Fomby представили концепцию предельной коинтеграции [34]. Дальнейшее совершенствование и развитие методологии нелинейного VECM-моделирования нашло отражение в трудах современных ученых-экономистов [35, 36, 37].

Автор анализировал горизонтальную трансмиссию цен на молоко в Европейской части Российской Федерации (Центральный (ЦФО), Южный (ЮФО), Приволжский (ПФО) и Северо-Западный (СЗФО) федеральные округа) с применением нелинейной модели TVECM. Обнаружение коинтеграции осуществлялось с применением подходов Йохансена и Хансена-Сео. Для учета эффекта транзакционных издержек специфицировалась модель TVECM с двумя режимами. Результаты показали, что все рынки хорошо интегрированы в долгосрочном временном периоде, однако, в краткосрочном периоде рынки интегрированы лишь частично. Основываясь на модельных оценках, автор находит довольно низкую степень интеграции молочных региональных рынков и медленную скорость коррекции в краткосрочном периоде: около 7-20 процентов коррекции в направлении равновесия наблюдалось в линейной VECM-модели.

Молочный рынок ЦФО показал наибольшую коррекцию. Рынок ЮФО оказался наименее интегрированным с рынками ПФО и СЗФО в краткосрочном периоде. Авторские оценки выявили предельные (threshold) эффекты лишь для трех пар рынков молока: ЦФО-СЗФО, ЦФО-ПФО и ПФО-ЮФО. Были обнаружены статистически незначимые коррекции цен в двух режимах для рыночной пары ПФО-ЮФО ввиду изоляции рынков в краткосрочном периоде. Такие результаты получены по причине плохого транспортного сообщения между двумя федеральными округами, а также неразвитости инфраструктуры (закключение сделано на основе Постановления Правительства №1538-р от 05.09.2011 «Стратегия социально-экономического развития Южного федерального округа на период до 2020 года»).

Автор отмечает, что исследование может быть расширено с добавлением в анализ других восточных федеральных округов России [38].

K. Braha, M. Rajčaniová, A. Qineti, J. Pokrivčák, E. Lazorčáková сосредоточились на исследовании пространственной трансмиссии цен и рыночной интеграции аграрных рынков Косово и ЕС. Они сделали спецификацию асимметричной модели коррекции ошибок (AVECM), собрав данные о месячных ценах на ряд злаковых и говядину за период 2004-2016 годы. Главный вывод авторов заключается в том, что рынки Косово очень чувствительны к ценовым изменениям на рынках ЕС. Эмпирические результаты свидетельствуют об асимметричной связи цен рынка Косово и мировыми, а также показывают более прочные долгосрочные отношения с ценами рынков ЕС. Сельскохозяйственные рынки Косово реагируют на положительные и отрицательные отклонения цен, в то время как мировые цены и цены на рынках ЕС не реагируют на ценовые шоки со стороны Косово. Косово, как страна – «price taker», сильно зависящая от импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия, имеет ограниченные инструменты для смягчения последствий глобальной ценовой трансмиссии. При нынешнем либеральном торговом режиме со странами региона и ЕС любые торговые ограничительные меры будут иметь пагубные последствия для благосостояния потребителей Косово. По замыслу авторов результаты анализа помогут органам власти в области сельского хозяйства и торговли, занимающимся

вопросами цен на продовольствие и продовольственной безопасностью [39].

Кроме TVECM, некоторые авторы при анализе ценовых взаимосвязей активно используют переключающуюся VECM-модель Маркова (Markov-Switching vector error correction model, MSVECM). Модели MSVECM и TVECM принадлежат к так называемому классу «режим-зависимых» моделей.

Так, в рамках горизонтальной ценовой трансмиссии L. Götz, T. Glauben, B. Brümmer анализировали влияние введения контроля экспорта пшеницы на внутренних рынках России и Украины во время глобального продовольственного кризиса 2007-2008 гг. С помощью MSVECM они сравнивали зерновые рынки России и Украины с рынками Германии и США, которые не вводили экспортный контроль на пшеницу. Авторы обнаружили, что экспортные ограничения временно снизили степень интеграции российского и украинского внутренних рынков пшеницы с мировыми, что подтолкнуло цены производителей снизиться ниже их долгосрочного равновесного уровня. Кроме того, внутренние рынки РФ и Украины были «оторваны» от своего равновесия, и нестабильность рынка усилилась. Эти эффекты были еще более выраженными и продолжительными в Украине (введена экспортная квота), чем в России (введен экспортный налог). Негативные рыночные эффекты оттолкнули частных инвесторов, тем самым, не позволив России и Украине максимизировать свой зерновой потенциал и внести свой вклад в глобальную продовольственную безопасность [40].

Несколько ученых использовали непараметрические подходы для оценки ценовой трансмиссии, как, например, F. Rosales, S. von Steup. Они предложили непараметрическую модель коррекции ошибок в сочетании с концепцией коинтеграции, изменяющейся со временем (time-varying cointegration). С помощью нее они провели анализ пространственной ценовой трансмиссии на рынках пшеницы Украины и Франции [41].

Кроме вышеописанных моделей (VECM, TVECM, MSVECM и непараметрическая VECM) в эмпирической литературе по анализу вертикальной ценовой трансмиссии на аграрных рынках применяют и другие методологические подходы к моделированию. В частности, в одной из работ автора прове-

ден анализ вертикальной трансмиссии цен между закупочными и розничными ценами цельного молока в Воронежской области России с помощью авторегрессионной модели с распределенными лагами (ARDL-модель). Анализ подверглись месячные цены за период с января 2002 г. по сентябрь 2014 г., и в ходе исследования они были подвергнуты логарифмированию для лучшей экономической интерпретации. Результаты показали, что между сельскохозяйственными и розничными ценами не существует долгосрочной коинтеграционной связи. Автор нашел подтверждение того, что изменение розничной цены оказывает существенное влияние на цену производителей молока (тест Грэнджера установил однонаправленную причинно-следственную связь между ними, а не наоборот). Результаты расчета эластичности трансмиссии выявили краткосрочный эффект, который приводит к росту закупочных цен на 0,31 % с увеличением розничных на 1 %. Кроме этого, динамический долгосрочный эффект повышения розничных цен на 1 % приводит к росту закупочных на 1,35 %. Автор подчеркивает, что результаты подтверждают мнение о том, что розничные рыночные игроки обладают значительной рыночной властью [10].

ARDL-модель позволяет исследовать влияние ценовых шоков независимых переменных на зависимую переменную с помощью динамических (кумулятивных) коэффициентов (аналогия с функциями импульсного отклика в VAR-моделях). В модели ARDL число лагов выбирается в соответствии с информационными критериями Акаике и Шварца [42, 43]. Когда все информационные критерии дают одинаковые оценки, то выбор очевиден. Однако, в случае получения противоречивых результатов, при наличии месячных цен лучше ориентироваться на критерий Акаике, квартальных – на критерий Шварца [44].

В 2014 году группа ученых во главе с Y. Shin разработала нелинейную ARDL-модель (NARDL), которая позволяет оценивать эффекты асимметрии [45]. NARDL-модель имеет несколько преимуществ по сравнению с классической. Во-первых, она эффективно работает даже при небольших ценовых выборках. Во-вторых, тест на стационарность является необязательным при нелинейном ARDL-моделировании. Модель устойчива как при стационарных ценовых данных,

так и в условиях интегрированности первого порядка, $I(1)$.

А. Reztis применил NARDL-модель для анализа вертикальной трансмиссии между розничными и сельскохозяйственными ценами на рынке молочной продукции Финляндии. Полученные результаты подтвердили наличие долгосрочной асимметрии на рынках обезжиренного молока и голубых сыров, краткосрочной асимметрии на рынке сыра «Эдам», долгосрочной и краткосрочной асимметрии на рынках творога и йогурта. В качестве причин позитивной долгосрочной асимметрии автор приводит огромную рыночную власть финских ритейлеров, а также затраты «меню», стратегии складского управления и молочные квоты [46].

В качестве другого методологического подхода для изучения ценовой трансмиссии хорошо подходят векторные авторегрессии (Vector Autoregression, VAR). Первоначально VAR-моделирование было разработано Нобелевским лауреатом Кристофером Альбертом Симсом [47]. Этот подход, по сути, основывается на использовании информации недавнего прошлого для экстраполяции ее на будущие временные отрезки. Кристофер Симс разработал метод для анализа влияния временных изменений в экономической политике на экономику. В частности, Симс применял этот метод для оценки влияния изменений центральным банком процентной ставки на экономику. В 2011 году Кристофер Симс совместно с Томасом Сарджентом был награжден Нобелевской премией по экономике за «эмпирические исследования причин и ожиданий в макроэкономике».

VAR-модель представляет собой систему эконометрических уравнений, описывающих совместную динамику нескольких ценовых рядов. Текущие значения каждой эндогенной переменной, согласно такой модели, зависят от ее прошлых значений и от прошлых значений других переменных модели. Недостатком VAR-модели является сложная интерпретация индивидуальных коэффициентов, пользователи этой методики часто оценивают функцию импульсного отклика (отклик одной ценовой переменной на внезапное и временное изменение другой ценовой переменной). Модель VAR генерирует функцию импульсного отклика, которая показывает, как быстро ценовой шок от одной цены переходит к дру-

гой, то есть описывается реакция одной ценовой переменной на импульс другой [9].

Используя векторную авторегрессию и функцию импульсного отклика, автор анализировал ценовую трансмиссию на молочном рынке России за период 2002-2014 гг. и доказал, что существует положительная, существенная связь между закупочными и розничными ценами на цельное молоко. Из анализа функции импульсного отклика автор выяснил, что импульс изменения розничной цены вызывает повышение сельскохозяйственной цены с последующим постепенным снижением до тех пор, пока эффект не исчезнет через 16 месяцев. Повышение цен производителей молока достигает максимума на второй месяц после первоначального импульса изменения розничных цен. Исследование может быть полезно для органов власти в аспекте распределения и балансирования субсидий в молочной продовольственной цепи [9].

В 2001 году W. Enders и P. Siklos предложили модели предельной (пороговой) авторегрессии (Threshold Autoregression, TAR) и импульсной предельной (пороговой) авторегрессии (Momentum Threshold Autoregression, MTAR) [48]. Подход вышеназванных исследователей отличается от классической VAR-модели возможностью анализировать нелинейные асимметричные связи между ценами. Тестирование Эндерса-Сиклоса обладает преимуществом и состоятельными оценками по сравнению с тестом Энгла-Грэнджера, когда преобладают асимметричные отклонения от равновесного состояния.

В последние годы TAR- и MTAR-модели широко применяются при эмпирических исследованиях ценовой трансмиссии на аграрных рынках. Так, M. Rajcaniova и J. Pokrivcak анализировали вертикальную трансмиссию между ценами производителей и розничными с использованием пороговых авторегрессий на картофельном рынке Словакии. Авторы эмпирически нашли доказательства наличия структурных сдвигов на рынке, а также асимметричного поведения цен в продовольственной цепи. Кроме этого, словацкие ученые нашли довольно интересные ценовые взаимосвязи, а именно потребительские цены быстрее реагируют на снижение цен производителей, чем на повышение цен производителей. Это означает, что розничные торговцы быстрее реагируют на процессы, которые повыша-

ют маржу, чем на экономические шоки, которые «сжимают» маржу. Этому есть различные объяснения. Во-первых, значительное количество картофеля производится либо самими домохозяйствами, либо приобретается напрямую от производителей, что ограничивает возможности посредников. Кроме того, картофель имеет короткий срок хранения, и отсутствие реакции ритейлеров на снижение цен производителей приводит к возникновению дополнительных издержек для них [49].

Иногда исследователи применяют векторные модели коррекции ошибок с плавным переходом (Smooth Transition Vector Error Correction Model, STVECM). Первоначально Т. Terasvirta в 1994 году представил такую модель [50].

В вышеописанных TVECM-моделях переход между режимами происходит в дискретной и резкой манере всякий раз, когда достигается модельный предел (порог). Применительно к экономическим процессам, это означает, что все рыночные агенты демонстрируют одинаковые реакции. При горизонтальной трансмиссии, например, все трейдеры сталкиваются с одинаковыми транзакционными издержками и, следовательно, применяют арбитраж в одно и то же время. При вертикальной передаче цен это означает, что все участники рынка реагируют на одно и то же изменение маржи и имеют одинаковые предположения относительно реакции других участников. В реальном экономическом пространстве преобладает, например, нормальное распределение транзакционных издержек и поведенческих параметров между участниками, переход от одного режима к другому будет постепенным, так как сначала несколько, затем все больше и в конечном итоге все участники реагируют на изменение параметров [26]. STVECM-модели как раз и учитывают такие реалии. Существуют различные вариации моделей коррекции ошибок с плавным переходом: экспоненциальная (ESTVECM) и логистическая (LSTVECM). ESTVECM-модель предполагают экспоненциальную функцию перехода между режимами (thresholds), а LSTVECM-модель предполагает функцию перехода, кривая которой сначала растет медленно, потом быстро, а затем снова замедляет свой рост, стремясь к какому-то пределу. Параметры STVECM-моделей оценивают с помощью метода нелинейных наименьших квадратов.

В дополнение к моделям коррекции ошибок с плавным переходом активно используются авторегрессионные модели с плавным переходом (Smooth Transition Autoregressive models, STAR). Основные подходы к STAR-моделированию и их развитие освещены группой исследователей под руководством D. Van Dijk [51]. Многие ученые использовали черты STAR-моделей для анализа трансмиссии цен. Например, W. Hahn, H. Stewart, D. Blayney, C. Davis провели моделирование ценовой трансмиссии на американском рынке сыров с применением «плавного» подхода [52].

В последние два-три года, в литературе появились обширные обзоры непараметрических регрессий для оценки ценовой трансмиссии. Методы непараметрической регрессии обеспечивают подход, альтернативный параметрическому оцениванию, который требует только слабых идентификационных предположений и, таким образом, сводит к минимуму риск неправильной спецификации модели [53]. Для оценки параметров таких регрессий широко используется численный метод локальных полиномов [26, 54]. P. Čížek и S. Sadıkoğlu исследовали некоторые методы непараметрических регрессий, уделяя особое внимание ядерной оценке плотности случайной величины, которая дополнительно устойчива к нетипичным наблюдениям в ценовых выборках [53]. Ядерная оценка плотности величины является задачей сглаживания данных, когда делается заключение о совокупности, основываясь на конечных выборках экономических данных.

Заключение. В нашем научном обзоре мы рассмотрели существующую эмпирическую литературу по ценовой трансмиссии на аграрных рынках, представили анализ наиболее важных методологических подходов, которые очень неоднородны с точки зрения эконометрических моделей, типа асимметрии и эмпирических результатов. В статье можно найти подробный анализ прикладных исследований в области линейной и нелинейной концепций коинтеграции, также оценены главные достоинства и недостатки наиболее популярных эконометрических моделей для ценовой трансмиссии.

За последние пятьдесят с лишним лет произошли значительные трансформации методологических подходов к изучению трансмиссии цен на аграрных рынках, начиная корреляционным и простым линейным

регрессионным анализом и заканчивая нелинейными, а также непараметрическими методами. Сейчас на практике исследователи ценовой трансмиссии применяют современные компьютерные эконометрические пакеты, такие как R, Gretl, JMulti, Eviews и другие.

Безусловно, можно сказать, что методологии и дальше будут развиваться. Например, непараметрические методы только начинают использоваться в прикладных исследованиях ценовой трансмиссии на аграрных рынках. Выше мы обсуждали преимущественно параметрические методологические подходы к анализу ценовой трансмиссии, то есть все параметрические модели требуют спецификации точной функциональной связи перед оценкой. Если функциональная зависимость

между ценами (количество пределов, форма функции и т.п.) выбрана неверно, оценка приведет к ложным выводам. Чтобы избежать ошибок с выбором функциональной связи, в ходе анализа ценовой трансмиссии на аграрных рынках используют непараметрические регрессии. По сравнению с классическими регрессионными уравнениями, они являются более гибкими и обладают лучшей подгонкой ценовых данных. Непараметрические регрессии не лишены и недостатков, среди которых затруднительная интерпретация результатов оценки. Например, непараметрическая VECM-модель всегда покажет результаты, которые асимметричны около нуля, но определить статистическую значимость асимметрии невозможно.

References

1. Vavra P., Goodwin B. K. Analysis of Price Transmission Along the Food Chain. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. 2005;(3):1-58. OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/752335872456>
2. Conforti P. Price Transmission in Selected Agricultural Markets. Commodity and Trade Policy Research Working Paper. FAO, 2004. No. 7. 90 p. URL: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/006/ad766e/ad766e00.pdf>
3. Minot N. Transmission of World Food Price Changes to Markets in Sub-Saharan Africa. IFPRI Discussion Paper. Washington, 2011. No. 01059. [Online]. Available: <http://www.ifpri.org/publication/transmission-world-food-price-changes-markets-sub-saharan-africa> (accessed: 8.11.2020).
4. Frey G., Manera M. Econometric models of asymmetric price transmission. Journal of Economic surveys. 2007;21(2):349-415. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=975369
5. Wolfram R. Positivistic Measures of Aggregate Supply Elasticities: Some New Approaches – Some Critical Notes. American Journal of Agricultural Economics. 1971;53(2):356-359. DOI: <https://doi.org/10.2307/1237462>
6. Houck J. P. An Approach to Specifying and Estimating Nonreversible Functions. American Journal of Agricultural Economics. 1977;59(3):570-572. DOI: <https://doi.org/10.2307/1239663>
7. Ward R. W. Asymmetry in Retail, Wholesale, and Shipping Point Pricing for Fresh Vegetables. American Journal of Agricultural Economics. 1982;64(2):205-212. DOI: <https://doi.org/10.2307/1241124>
8. Meyer J., von Cramon-Taubadel S. Asymmetric Price Transmission: A Survey. Journal of Agricultural Economics. 2004;55(3):581-611. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2004.tb00116.x>
9. Kharin S. Price Transmission Analysis: the Case of Milk Products in Russia. AGRIS online Papers in Economics and Informatics. 2018;10(1):15-23. DOI: <https://doi.org/10.7160/aol.2018.100102>
10. Kharin S. Vertical price transmission along the dairy supply chain in Russia. Studies in Agricultural Economics. 2015;117(2):80-85. DOI: <https://doi.org/10.7896/j.1517>
11. Dickey D. A., Fuller W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a Unit Root. Journal of the American Statistical Association. 1979;74(366):427-431. DOI: <https://doi.org/10.2307/2286348>
12. Phillips P. C. B., Perron P. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. Biometrika. 1988;75(2):335-346. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
13. Kwiatkowski D., Phillips P. C., Schmidt P., Shin Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? Journal of econometrics. 1992;54(1-3):159-178. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
14. Phillips P. C. B. (1987) Time series regression with a unit root. Econometrica. 1987;55(2):277-301. DOI: <https://doi.org/10.2307/1913237>
15. Elliott G., Rothenberg T. J., Stock J. H. Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. Econometrica. 1996;64 (4):813-836. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2171846>
16. Zivot E., Andrews D. Further evidence of the great crash, the oil-price shock and the unit-root hypothesis. Journal of Business and Economic Statistics. 1992;10(3):251-270.
17. Hylleberg S., Engle R. F., Granger C. W. J., Yoo B. S. Seasonal integration and cointegration. Journal of Econometrics. 1990;44(1-2):215-238. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90080-D](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(90)90080-D)

18. Granger C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. 1969;37 (3):424-438. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1912791>
19. Engle R. F., Granger C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*. 1987;55 (2):251-276. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1913236>
20. Granger C. W. J., Lee T. H. Investigation of production, sales and inventory relationships using multicointegration and non-symmetric error correction models. *Journal of Applied Economics*. 1989;4(S1):145-159. DOI: <https://doi.org/10.1002/jae.3950040508>
21. Von Cramon-Taubadel S. Estimating asymmetric price transmission with the error correction representation: An application to the German pork market. *European Review of Agricultural Economics*. 1998;25 (1):1-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/erae/25.1.1>
22. Johansen S. Statistical analysis of co-integration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 1988;12(2-3):231-254. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
23. Johansen S., Juselius K. Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration – with Applications to the Demand for Money. Oxford: Oxford Bulletin of Economics and Statistics. 1990;52(2):169-210. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>
24. Gonzalo J., Lee T. Pitfalls in testing for long run relationships. *Journal of Econometrics*. 1998;86(1):129-154. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(97\)00111-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(97)00111-5)
25. Gregory A., Hansen B. Residual-based tests for cointegration in models with regimeshifts. *Journal of Econometrics*. 1996;70(1):99-126. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(96\)01685-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(96)01685-7)
26. Hassouneh I., von Cramon-Taubadel S., Serra T., Gil J. M. (2012). Recent developments in the econometric analysis of price transmission. TRANSFOP (Transparency of Food Pricing) Working Paper. 2012. No. 2. 27 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/265317731_Recent_Developments_in_the_Econometric_Analysis_of_Price_Transmission
27. Goodwin B. K., Vavra P. What can we learn from spatial and vertical price transmission studies? Empirical examples from US meat markets. Paper presented at the Courant Research Centre «Poverty, Equity and Growth» Inaugural Conference at the University of Göttingen. Germany, 26 June 2009. [Online]. Available at: http://www2.vwl.wiso.uni-goettingen.de/courant-papers/conf/Goodwin1_%20CRC-PEG_Conf_Paper.pdf (accessed: 13.11.2020).
28. Savadatti P. Spatial Market Integration of Arhar (Split) Wholesale Prices in India: Application of Vector Error Correction Model. *Indian Journal of Marketing*. 2018;48(4):21-29. DOI: <https://doi.org/10.17010/ijom/2018/v48/i4/122623>
29. Jena P. K. Commodity market integration and price transmission: Empirical evidence from India. *Theoretical and Applied Economics*. 2016;3(608):283-306. URL: <http://www.ectap.ro/articol.php?id=1214&rid=124>
30. Arnade C., Cooke B., Gale F. Agricultural price transmission: China relationships with world commodity markets. *Journal of Commodity Markets*. 2017;7:28-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2017.07.001>
31. Zhou D., Koemle D. Price transmission in hog and feed markets of China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2015;14(6):1122-1129. DOI [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60995-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60995-3)
32. Ozturk O. Market integration and spatial price transmission in grain markets of Turkey. *Applied Economics*. 2020;52(18):1936-1948. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1726862>
33. Hu Z., Wade Brorsen B. Spatial Price Transmission and Efficiency in the Urea Market. *Agribusiness*. 2017;33(1):98-115. DOI: <https://doi.org/10.1002/agr.21475>
34. Balke N., Fomby T. Threshold Cointegration. *International Economic Review*. 1997;38(3):627-645. DOI: <https://doi.org/10.2307/2527284>
35. Baulch B. Transfer costs, spatial arbitrage, and testing for food market integration. *American Journal of Agricultural Economics*. 1997;79(2):477-487. DOI: <https://doi.org/10.2307/1244145>
36. Barrett Ch. B., Li J. R. Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis. *American Journal of Agricultural Economics*. 2001;84(2):292-307. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.257342>
37. Hansen B. E., Seo B. Testing for Two-Regime Threshold Cointegration in Vector Error Correction Models. *Journal of Econometrics*. 2002;110(2):293–318. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00097-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00097-0)
38. Kharin S. Horizontal Price Transmission on the Russian Dairy Market: Nonlinear Approach. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. 2019;11(3):45-54. DOI: <https://doi.org/10.7160/aol.2019.110305>
39. Braha K., Rajčániová M., Qineti A., Pokrivčák J., Lazorečáková E. Evidence of Spatial Price Transmission in the Case of Kosovo. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. 2019;11(1):3-15. DOI: <https://doi.org/10.7160/aol.2019.110101>
40. Götz L., Glauben T., Brümmer B. Wheat export restrictions and domestic market effects in Russia and Ukraine during the food crisis. *Food Policy*. 2013; 38(C):214-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.12.001>
41. Rosales F., von-Cramon S. Analysis of Price Transmission using a Nonparametric Error Correction Model with Time-Varying Cointegration. 2015 Conference, August 9-14, 2015, Milan, Italy, International Association of Agricultural Economists. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.230227>

42. Akaike H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, in B. N. Petrov and F. Csaki (eds). Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory. Budapest: Akademiai Kiado, 1973. pp. 267-281.
43. Schwarz G. Estimating the dimension of a model. The Annals of Statistics. 1978;6 (2):461-464. DOI: <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>
44. Ivanov V., Kilian L. A Practitioner's Guide to Lag Order Selection for Vector Autoregressions. CEPR Discussion Paper 2685. London: Centre for Economic Policy Research, 2001. [Online]. Available at: https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=2685 (accessed: 05.11.2020).
45. Shin Y., Yu B., Greenwood-Nimmo M. Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. In W. Horrace, & R. Sickles (Eds.). The Festschrift in Honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications, 2014. pp. 281-314. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8008-3_9
46. Reztis A. N. Investigating price transmission in the Finnish dairy sector: an asymmetric NARDL approach. Empirical Economics. 2019;57:861-900. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1482-z>
47. Sims C. Macroeconomics and Reality. Econometrica. 1980;48(1):1-48. DOI: <https://doi.org/10.2307/1912017>
48. Enders W., Siklos P. L. Cointegration and Threshold Adjustmen. Journal of Business & Economic Statistics. 2001;19(2):166-176. DOI: <https://doi.org/10.1198/073500101316970395>
49. Rajcaniova M., Pokrivcak J. Asymmetry in price transmission mechanism: the case of Slovak potato market. Review of agricultural and applied economics (RAAE). 2013;16(2):16-23. DOI: <https://doi.org/10.15414/raae.2013.16.02.16-23>
50. Terasvirta T. Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. Journal of the American Statistical Association. 1994;89(425):208-218. DOI: <https://doi.org/10.2307/2291217>
51. Van Dijk D., Teräsvirta T., Franses P. H. Smooth transition autoregressive models – a survey of recent developments. Econometric Reviews. 2002;21(1):1-47. DOI: <https://doi.org/10.1081/ETC-120008723>
52. Hahn W., Stewart H., Blayney D. P., Davis C. G. Modeling price transmission between farm and retail prices: a soft switches approach. Agricultural Economics. 2016;47(2):193-203. DOI: <https://doi.org/10.1111/agec.12222>
53. Čížek P., Sadıkoğlu S. Robust nonparametric regression: A review. WIREs Comput Stat. 2020;12(3):e1492. DOI: <https://doi.org/10.1002/wics.1492>
54. Li Q., Racine J. S. Nonparametric Econometrics: Theory and Practice. Princeton University Press: Princeton, NJ, 2007.

Сведения об авторе

✉ **Сергей Валериевич Харин**, кандидат экон. наук, старший научный сотрудник, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Воронежская область, Российская Федерация, 394087, e-mail: vglta@vglta.vrn.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0563-1269>, e-mail: kharins03@gmail.com

Information about the author

✉ **Sergei V. Kharin**, PhD in Economics, senior researcher, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Timiryazev street, 8, Voronezh, Voronezh region, Russian Federation, 394087, e-mail: vglta@vglta.vrn.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0563-1269>, e-mail: kharins03@gmail.com

✉ – Для контактов / Corresponding author