

Роль климатических факторов в формировании цен на зерновые культуры: межрегиональный анализ стран Европы и Азии

Гребенщикова Анастасия Витальевна 

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
SPIN-код: 8763-7496

Nastyagrebenshchikova@yandex.ru

Рудоманенко Ирина Евгеньевна  

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
SPIN-код: 4163-5711

irina.kalina@urfu.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Гребенщикова А.В., Рудоманенко И.Е. Роль климатических факторов в формировании цен на зерновые культуры: межрегиональный анализ стран Европы и Азии. *Исследование проблем экономики и финансов*. 2026;2:5. <https://doi.org/10.31279/2782-6414-2026-2-5>
EDN QUWGRR

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

БЛАГОДАРНОСТИ / ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

ПОСТУПИЛА: 16.03.2026

ДОРАБОТАНА: 29.05.2026

ПРИНЯТА: 01.06.2026

COPYRIGHT: © 2026 Гребенщикова А.В.,
Рудоманенко И.Е.

АННОТАЦИЯ

В условиях участвовавших случаев экстремальных погодных явлений оценка влияния климатических рисков на экономические показатели становится крайне важной. Сельское хозяйство является одной из наиболее уязвимых отраслей экономики, поскольку его эффективность напрямую зависит от климатических условий. Изменения температурного режима, количества осадков и частоты экстремальных природных явлений способны существенно сократить урожайность сельскохозяйственных культур и, как следствие, изменить динамику продовольственных цен. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных взаимосвязи климатических факторов с сельскохозяйственным производством, в научной литературе недостаточно изучено влияние физических климатических рисков на вклад цен зерновых культур в инфляцию на межстрановом уровне, а также межрегиональные различия в чувствительности продовольственных рынков к климатическим шокам. Целью работы является оценка влияния физических климатических рисков на изменение темпов роста цен на зерновые культуры в странах Европы и Азии. На основе панельных данных за 19-летний период для двух выборок (10 европейских и 15 азиатских стран) с применением обобщенного метода моментов (GMM) Ареллано-Бонда проанализирована связь между индексом климатических рисков (CRI), сезонными метеопараметрами (температура, осадки) и темпами роста цен на зерновые культуры. Результаты выявили существенные межрегиональные различия. В странах Азии подтвердилось влияние агрегированного индекса климатических рисков (CRI) на темпы роста цен: снижение уязвимости страны к катастрофам (рост CRI) ведет к статистически значимому снижению ценового шока, и наоборот. В Европе изменение темпов роста цен на зерновые более чувствительно к конкретным метеорологическим отклонениям, таким как аномально теплая зима и количество осадков в январе. Проведенный анализ подчеркивает, что уязвимость аграрного сектора к климатическим шокам и их влияние на темпы роста цен обусловлены региональной спецификой. Это связано с особенностями структуры сельского хозяйства, уровнем технологического развития и институциональной средой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерновые культуры, страны Азии, Европейские страны, природные катастрофы, климатические риски, инфляция, стихийные бедствия



The impact of climate shocks on grain prices: a comparative analysis of European and Asian countries

Anastasia V. Grebenshchikova 

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
Nastyagrebenshchikova@yandex.ru

Irina E. Rudomanenko  

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
irina.kalina@urfu.ru

TO CITE:

Grebenshchikova A.V., Rudomanenko I.E.
The impact of climate shocks on grain prices: a comparative analysis of European and Asian countries. *Research in Economic and Financial Problems*. 2026;2:5. (In Russ.)
<https://doi.org/10.31279/2782-6414-2026-2-5>

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.

ACKNOWLEDGEMENTS / FUNDING:

The study has been prepared with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Ural Federal University Program of Development within the Priority-2030 Program).

RECEIVED: 16.03.2026

REVISED: 29.05.2026

ACCEPTED: 01.06.2026

COPYRIGHT: © 2026 Grebenshchikova A.V., Rudomanenko I.E.

ABSTRACT

In the context of growing frequency of extreme climate shocks, assessing the impact of climate risks on economic indicators is becoming critically important. Agriculture is one of the most vulnerable sectors of the economy, as its efficiency directly depends on climatic conditions. Changes in temperature regimes, precipitation levels, and the frequency of extreme climate shocks can significantly reduce crop yields and alter the dynamics of food prices. Despite a considerable body of research on the relationship between climatic factors and agricultural production, the connectedness between physical climate risks and contribution of grain prices to inflation at a cross-country level, as well as regional differences in the sensitivity of food markets to climate shocks, remain insufficiently studied in the scientific literature. The aim of this research is to assess the impact of physical climate risks on changes in the growth rates of grain prices in European and Asian countries. Based on panel data covering a 19-year period for two samples (10 European and 15 Asian countries), the relationship between the Climate Risk Index (CRI), seasonal meteorological parameters (temperature, precipitation), and changes in the growth rates of grain prices was analyzed using the Arellano-Bond Generalized Method of Moments (GMM). The results revealed significant interregional differences. In Asian countries, the influence of the aggregated Climate Risk Index (CRI) on inflation was confirmed: a decrease in a country's vulnerability to disasters (an increase in CRI) leads to a statistically significant decrease in inflation, and vice versa. In Europe, changes in the growth rate of grain prices are more sensitive to specific meteorological anomalies, such as abnormally warm winters and precipitation levels in January. The conducted analysis emphasizes that the vulnerability of the agricultural sector to climate shocks and the mechanisms of their impact on price growth rates are regionally specific, determined by the structure of agriculture, the level of technological development, and the institutional environment.

KEYWORDS: cereals, Asian countries, European countries, natural disasters, climate risks, inflation, extreme weather conditions



ВВЕДЕНИЕ

В данном исследовании анализируется динамика цен на зерновые культуры в странах Европы и Азии. Особое внимание уделено влиянию климатических рисков, которые играют важную роль в формировании инфляции. Актуальность исследования обусловлена следующими предположениями.

Во-первых, частота зарегистрированных природных катастроф демонстрирует тенденцию к увеличению за последние десятилетия. Наблюдаемый рост количества экстремальных погодных явлений оказывает негативное воздействие на агропромышленный сектор. Согласно данным международной базы EM-DAT, в период за последние 30 лет, с 1993 по 2023 год, количество зарегистрированных стихийных бедствий возросло практически в два раза, превышая уровень 300–400 наблюдений в год ¹.

Согласно данным Организации Объединенных Наций, наиболее распространенными типами зарегистрированных стихийных бедствий являются наводнения и экстремальные погодные явления. Менее распространенными, но также значимыми типами бедствий являются оползни, засухи, лесные пожары и вулканическая активность. Стихийное бедствие – это событие, превышающее возможности локального реагирования и требующее внешней помощи, чаще всего это непредвиденное и внезапное событие, которое приводит к большому ущербу, разрушениям и человеческим жертвам. Однако Коронезе с коллегами предупреждают, что объяснять этот тренд только изменением климата было бы неверно. По их мнению, на него также влияют улучшение систем мониторинга, расширение доступа к данным, совершенствование отчетности, глобализация и другие факторы [1].

Во-вторых, стремительный рост числа стихийных бедствий наносит не только материальный, но и моральный ущерб. Так, в 2025 году ООН опубликовала доклад, согласно которому реальный глобальный экономический ущерб от стихийных бедствий превышает более чем в 10 раз прогнозные оценки и составляет около 2,3 триллиона долларов в год (ранее считалось, что ущерб составит примерно 200 миллиардов долларов в год) ². Кроме того, за 50-летний период (с 1970 по 2019 год) в резуль-

тате природных катастроф погибло более миллиона человек ³. В связи с этим возникает необходимость исследовать климатические факторы, оказывающие влияние на экономические показатели стран.

В-третьих, агропромышленный сектор играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, а зерновые культуры обеспечивают около 60 % мирового потребления калорий. Агропромышленный сектор является одним из главных элементов мировой экономики, оказывая влияние на социальную стабильность, торговые отношения и геополитическую ситуацию. Его значимость обусловлена тем, что сельское хозяйство обеспечивает человечество базовыми продуктами питания, без которых невозможно существование общества. В условиях растущего населения планеты, которое, по прогнозам ООН, к 2050 году достигнет 9,7 миллиарда человек ⁴, сельское хозяйство становится востребованной отраслью, обеспечивающей базовые человеческие потребности в потреблении пищевых продуктов. Более того, агросектор формирует значительную долю ВВП в экономике многих стран. В глобальном смысле сельское хозяйство тесно интегрировано в международную торговлю, а колебания производства и цен на сельхозпродукцию оказывают влияние на торговые балансы государств, валютные курсы и геополитическую стабильность [2–5].

Среди всех видов сельскохозяйственной продукции особое место занимают зерновые культуры, которые являются ключевым элементом мировой экономики. Зерновые культуры – основной продукт питания для миллиардов людей. По прогнозу Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, мировое потребление зерновых культур в сезоне 2025–2026 годов достигнет рекордного уровня в 2930 млн тонн ⁵. Кроме того, зерновые продукты активно используются в производстве биотоплива, что создает дополнительный спрос и связывает их цены с динамикой энергетических рынков. Однако производство продовольственных товаров может зависеть от разных факторов, в том числе и от климатических катастроф, произошедших внутри страны или затронувших несколько стран, что может привести к росту инфляции на зерновые продукты.

¹ CRED (2025). EM-DAT: The Emergency Events Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, UCLouvain, Brussels, Belgium. URL: <https://www.emdat.be/>

² Организация Объединенных Наций. Доклад ООН: реальный ущерб от стихийных бедствий в 10 раз выше, чем считалось ранее / UN News. 2025. 30 мая. URL: <https://news.un.org/ru/story/2025/05/1464691>

³ DW. Природные катастрофы за полвека привели к гибели более миллиона человек / Deutsche Welle. 2025. URL: <https://www.dw.com/ru/prirodnye-katastrofy-za-polveka-priveli-k-gibeli-bolee-milliona-chelovek/a-58613732>

⁴ Организация Объединенных Наций. Population / UN. URL: <https://www.un.org/ru/global-issues/population>

⁵ Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Публикуемая ФАО сводка предложения зерновых и спроса на зерновые / FAO. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru>

В данном исследовании особый акцент уделяется климатическим рискам. Климатические риски – это потенциально опасные события, процессы или тенденции, связанные с изменением климатических условий, которые могут причинить вред природным системам, экономике, инфраструктуре и здоровью населения. Климатические риски подразделяются на две большие группы: физические климатические риски и переходные.

Физические климатические риски – риски, связанные с природными явлениями, возникающие вследствие изменения климата. Они подразделяются на экстренные (внезапные события, такие как наводнения, ураганы, засухи) и систематические (долгосрочные изменения температурного режима, уровня моря и т. д.)⁶. Переходные риски, напротив, связаны с процессами адаптации к низкоуглеродной экономике: изменениями в законодательстве, технологическими сдвигами, рыночными и репутационными факторами. Классификация климатических рисков представлена на рисунке 1.

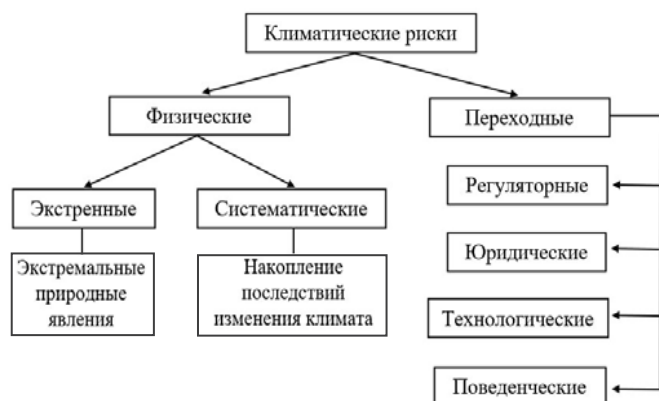


Рисунок 1
Классификация климатических рисков в разрезе физических и переходных

Figure 1
Classification of climate risks: Physical vs. Transitional

Данное исследование акцентирует внимание на физических (экстренных) климатических рисках, так как ущерб от экстремальных погодных явлений наносит прямой урон экономике, который, в свою очередь, может отразиться на производстве зерновых культур и привести к росту цен на них. Переходные риски выходят за рамки настоящей работы.

Климатические изменения в последние десятилетия становятся одной из важных глобальных проблем, оказывающих влияние на социально-экономическое развитие стран. В условиях участившихся экстремальных

погодных явлений крайне важен вопрос устойчивости продовольственных систем. Основой мирового продовольственного баланса и ключевым элементом потребительской корзины являются зерновые культуры, поэтому тема исследований о взаимосвязи климатических рисков и инфляции является актуальной для ученых из разных стран.

Так, например, на основе использования вариации погодных шоков (краткосрочные изменения внутри пространственной области) было доказано, что повышение температуры на 1 °C в долгосрочной перспективе снижает ВВП на душу населения на 1,4 % в бедных странах за счет воздействия на сельское хозяйство, промышленность и политическую стабильность [6].

Непосредственно в сельскохозяйственном секторе климатические шоки оказывают прямое воздействие на производство, что формирует инфляционное давление. В частности, было установлено, что повышение средней температуры вегетационного периода на 1 °C ведет к снижению урожайности ключевых культур: кукурузы на 7–10, пшеницы на 5–8, риса на 3–5 % [7]. Д. Б. Лобель и др. выявили, что цены на зерно реагируют на климатические аномалии с лагом в 1–2 года, при этом развивающиеся страны демонстрируют более высокую волатильность цен из-за слабой адаптации и запасов [7].

Засухи сокращают урожайность на 8–12 %, а периоды экстремально высокой температуры вызывают более быстрые ценовые шоки, чем засухи. При этом страны с развитой ирригационной системой теряют в 2–3 раза меньше урожая [8].

Долгосрочные прогнозы указывают на то, что без мер адаптации цены на кукурузу и пшеницу могут вырасти на 30–50 % к 2050 году, причем технологический прогресс может сократить этот рост, но в основном только в развитых странах [9]. Прогнозы также показывают, что при экстремальных сценариях климатических изменений цены на зерно могут вырасти на 50–100 % к 2100 году. Региональные исследования свидетельствуют, что даже при адаптации фермеров (смена сортов, орошение) компенсируется лишь около 30 % потерь [10].

Исследование различий в изменении цен на продовольственные товары в разрезе двух регионов, Азии и Европы, представляет интерес по ряду причин. С одной стороны, Азиатский регион является крупнейшим по производству и потреблению зерна. В таких странах, как Китай, Индия, Индонезия, Бангладеш и Филиппи-

⁶ Банк России. Consultation Paper 21122022: Цифровая публичная инфраструктура рынка финансовых услуг / Банк России. 2022. 21 декабря. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

ны, на зерновые культуры приходится 50–70 % суточного потребления ⁷. Кроме того, страны Азии наиболее подвержены физическим климатическим рискам, что обусловлено их географическим положением, рельефом и климатическими особенностями. В Азиатском регионе наиболее уязвимы Южная и Юго-Восточная Азия, где до 31 % производства продовольствия может выйти за пределы «безопасного климатического пространства» к концу века [11].

С другой стороны, страны Европы, несмотря на более умеренный климат и развитую аграрную инфраструктуру, также подвержены воздействию климатических рисков. В Европейском регионе уязвимость ниже благодаря более высоким инвестициям в повышение устойчивости и развитым системам поддержки, однако экстремальные погодные явления все чаще приводят к краткосрочным скачкам цен [12–13]. Более того, в последние годы Европа столкнулась с аномальной жарой, засухами в южных регионах и экстремально низкими температурами в зимние периоды, нарушающими вегетационные циклы зерновых культур ⁸. Стоит отметить, что европейские рынки зерна тесно интегрированы в глобальную торговлю, а страны ЕС входят в число ведущих экспортеров пшеницы и кукурузы, что делает динамику цен на зерно в Европе не только внутренним, но и системно значимым фактором мировой продовольственной безопасности.

Проведенный обзор литературы показал, что особенно слабо изучены региональные различия в реакции цен на климатические шоки. Настоящая работа восполняет данный пробел и сосредоточена вокруг сравнительной оценки стран Европы и Азии с использованием динамической панельной модели (GMM). Данный подход позволяет оценить влияние климатических рисков и сезонных метеорологических показателей на изменение темпов роста цен (ценовой шок) на зерновые культуры.

Целью исследования является оценка влияния физических климатических рисков на изменение темпа роста цен на зерновые культуры в странах Европы и Азии.

На основе проведенного теоретического анализа поставлены следующие гипотезы:

H1: Усиление климатического риска приводит к росту ценового шока на зерновые культуры в странах, приоритетно занимающихся сельским хозяйством.

Предполагается, что при увеличении климатического риска (природных катастроф, засух, наводнений и т. д.) в странах возрастает волатильность цен на зерновые культуры, что проявляется в ускорении их роста вследствие неурожайности.

H2: Внедрение экологических стандартов помогает снизить негативные эффекты климатических рисков на ценовой шок зерновых культур.

Ожидается, что после 2015 года (принятие Парижского соглашения) влияние климатических рисков на ценовой шок снижается, поскольку страны повышают способность адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата.

H3: Изменение среднемесячной температуры в зимний и летний периоды оказывает разнонаправленное воздействие на ценовой шок зерновых культур.

Предположительно, повышение температуры в зимний период (январь) способствует снижению ценового шока (замедлению роста цен), так как вегетативный период длится дольше и снижаются риски вымерзания озимых. Напротив, повышение температуры летом (июль) может усиливать ценовой шок (ускорять рост цен), поскольку повышенная температура характеризует засушливый сезон, негативно влияющий на урожайность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной работе проводится анализ влияния физических климатических рисков на инфляцию зерновых культур в странах Европы и Азии. Выбор стран для исследования осуществлялся на основе их значимости в мировом производстве зерновых культур, поскольку именно эти страны оказывают наибольшее влияние на конъюнктуру мировых рынков ⁹. Первая выборка включает в себя 10 стран Европы: Франция, Германия, Венгрия, Италия, Польша, Румыния, Испания, Украина, Великобритания и Россия. Российская Федерация, хоть и принадлежит в большей степени азиатской части (~77 %) по территориальному признаку, включена в европейскую выборку. Данное решение обусловлено тем, что основное производство зерна сосредоточено в европейской части: урожайность сельскохозяйственных культур (зерновые и зернобобовые культуры) европейской части страны в 3 раза больше, чем в азиатской

⁷ World Population Review. Wheat Consumption by Country / World Population Review. URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/wheat-consumption-by-country>

⁸ Copernicus Climate Change Service. Live-discussion: European State of Climate 2023 / Copernicus. URL: https://climate.copernicus.eu/live-discussion-european-state-climate-2023?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.58ebc921VB6cf7

⁹ Ritchie H., Rosado P. Data Page: “Cereal production – UN FAO” / Our World in Data. 2023. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/cereal-production>

(данные на 2023 год)¹⁰. Вторая выборка включает в себя 15 стран Азии: Бангладеш, Камбоджа, Китай, Индия, Индонезия, Иран, Япония, Казахстан, Мьянма, Непал, Пакистан, Филиппины, Таиланд, Турция и Вьетнам. По данным мировой статистики, за последние 30 лет выбранные страны в среднем производили более 10 миллионов тонн зерновых культур в год.

Базовые модели оценки инфляции и уровня цен обычно используют индекс цен производителей на зерновые культуры. Данный показатель отражает динамику цен на сельскохозяйственную продукцию, а именно на первичные зерновые культуры, которые включают в себя пшеницу, рожь, кукурузу, рис, ячмень, овес и прочие зерновые культуры. Индекс учитывает уровень цен (2015 год взят в качестве базисного) на единицу проданной продукции, что делает его важным индикатором доходности сельского хозяйства. Данные получены из базы FAOSTAT и позволяют оценить чувствительность аграрного сектора к внешним экономическим и климатическим шокам¹¹. Однако базовый индекс обычно монотонно растет со временем, поскольку инфляция почти всегда положительная, в связи с этим могут возникнуть ложные зависимости и автокорреляция остатков. Для решения этих проблем в работе используются значения цепного индекса цен, получаемые с использованием следующей формулы:

$$I_{\text{цепной}} = \frac{I_{\text{базисный}}(t)}{I_{\text{базисный}}(t-1)} * 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{цепной}}$ – цепной индекс цен на зерновые культуры (%); $I_{\text{базисный}}(t)$ и $I_{\text{базисный}}(t-1)$ – базисные индексы цен на зерновые культуры в текущем и предыдущем периоде соответственно (%).

На основе цепного индекса рассчитано изменение темпов роста цен, что представляет собой прокси переменную, для учета изменения цен. Это преобразование делает переменную стационарной и позволяет избежать проблемы с трендом:

$$Price_Shock_t = \frac{I_{\text{цепной}}(t) - I_{\text{цепной}}(t-1)}{I_{\text{цепной}}(t-1)} * 100 \%, \quad (2)$$

где $Price_Shock_t$ – шок инфляции цен зерновых культур (%), $I_{\text{цепной}}(t)$, $I_{\text{цепной}}(t-1)$ – цепные индексы цен на зерновые культуры в текущем и предыдущем периоде соответственно (%).

Рассчитываемый по формуле (2) показатель представляет собой относительное изменение цепного индекса

цен производителей на зерновые культуры. Содержательно он отражает ускорение или замедление роста цен (дискретный аналог второй производной). В настоящем исследовании этот показатель интерпретируется как «ценовой шок» на зерновые культуры. От классической инфляции (темпа роста цен) данный показатель отличается тем, что не измеряет обесценивание денег, а фиксирует отклонения от инерционной динамики цен.

В модель включены несколько контрольных переменных, которые позволяют получить более точные оценки влияния климатических изменений на рост или падение цен на зерновые культуры. Выбор переменных обусловлен теоретическими и эмпирическими предположениями, подтвержденными в научной литературе. Основная информация об используемых переменных представлена в таблице 1. В частности, к контрольным переменным относятся плотность населения, урожайность зерновых культур, среднегодовая цена на нефть, доля экспорта сельскохозяйственного сырья в товарном экспорте, ключевая ставка и кризисы.

Плотность населения (чел/км²) – ключевой демографический индикатор, отражающий интенсивность антропогенной нагрузки на территорию. Согласно теоретическим предположениям и эмпирическим данным, высокая плотность населения коррелирует с повышенным внутренним спросом на продовольственные товары, что при недостаточном уровне производства может оказывать восходящее давление на цены [5]. Кроме того, данный показатель косвенно влияет на доступность земельных ресурсов, что может ограничивать масштабы сельскохозяйственного производства.

Урожайность зерновых культур (кг/га) использована как показатель, отражающий уровень агротехнической эффективности, и измеряется как отношение валового сбора к посевной площади. Урожайность является функцией множества факторов, включая климатические условия, уровень технологического развития аграрного сектора и доступность ресурсов, таких как вода, удобрения и др. Снижение урожайности, обусловленное экзогенными шоками, может привести к сокращению предложения и последующему росту цен, особенно в странах с высокой долей зерна в экспортном балансе [14].

Среднегодовая цена на нефть (долл. США/баррель) – индикатор, оказывающий мультипликативное воздействие на издержки сельскохозяйственного производства через каналы удобрений и логистики. Рост нефтяных цен, как правило, транслируется в увеличение себестоимости зерна, что создает инфляционное давление на рынке [15].

¹⁰ Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчете на убранную площадь) / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533>

¹¹ Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Statistics / FAO. URL: <https://www.fao.org/statistics/en/>

Таблица 1
Описание переменных

Table 1
Description of variables

Переменная	Краткое обозначение	Расшифровка	Методика расчета	Источник
Зависимые переменные				
Price_Shock	Ценовой шок	Изменение темпа роста цен на зерновые культуры, %	Относительное изменение цепного индекса цен производителей на зерновые культуры	Составлено авторами
Cereals	Индекс цен	Цепной индекс цен производителей зерновых культур, %	Базисный индекс, деленный на базисный индекс в предыдущем периоде	FAOSTAT ¹¹
Контрольные переменные				
Population density	Плотность населения	Человек на квадратный километр площади земли (чел/кв. км)	Население страны, деленное на площадь страны	WorldBank ¹²
Yield	Урожайность	Урожайность зерновых культур, кг/га	Количество произведенных зерновых культур, деленное на площадь посева	FAOSTAT ¹¹
Exp	Экспорт	Экспорт сельскохозяйственного сырья (% от экспорта товаров)	Процент от общего объема экспорта, который включает в себя товары, экономическая собственность которых переходит от нерезидента к резиденту	WorldBank ¹²
Crisis	Кризис	Кризисные периоды для страны	0 – в году не было кризисов; 1 – кризис (продовольственный, экономический, политический)	Составлено авторами
Oil	Цены на нефть	Среднегодовые цены на нефть, долл. за баррель	Среднее арифметическое дневных цен на нефть марки Brent Blend	Statbase ¹³
Переменные интереса				
CRI	ИКР	Индекс климатических рисков	Рассчитывается на основе перемножения шести показателей: экономический ущерб, число погибших и число пострадавших – в абсолютном и относительном выражении	Germanwatch ¹⁴
Temp01	Температура январь	Средняя температура воздуха за январь, °С	Температура каждого дня января, деленная на количество дней в месяце	ССКР ¹⁵
Temp07	Температура июль	Средняя температура воздуха за июль, °С	Температура каждого дня июля, деленная на количество дней в месяце	ССКР ¹⁵
Precipitation01	Осадки январь	Среднее количество осадков за январь, мм	Количество осадков каждого дня января, деленная на количество дней в месяце	ССКР ¹⁵
Precipitation07	Осадки июль	Среднее количество осадков за июль, мм	Количество осадков каждого дня июля, деленная на количество дней в месяце	ССКР ¹⁵
CRI&climate policy	Климатическая политика	Перекрестная переменная с CRI до изменения климатической политики 2015 года и после	0 – до 2015 года, значение индекса CRI с 2015 по 2022 год	Составлено авторами

¹² World Bank. Home / World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/ext/en/home>

¹³ Statbase. Статистика стран и регионов / Statbase. URL: <https://statbase.ru/>

¹⁴ Germanwatch. Climate Risk Index 2025 – Who suffers most from extreme weather events? Available at: <https://www.germanwatch.org/en/cri>

¹⁵ World Bank. Climate Change Knowledge Portal / World Bank. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

Доля экспорта сельскохозяйственного сырья в товарном экспорте (%) отражает степень зависимости экономики от аграрного сектора и ее вовлеченности в глобальные рынки. Увеличение экспортных потоков может сокращать внутреннее предложение, создавая предпосылки для роста цен [4].

Кризисы учитываются с использованием дамми-переменной по каждой стране, где 0 – отсутствие кризисов за прошедший период, 1 – кризисный год. При создании данной переменной были учтены основные исторические события по каждой стране, характеризующие наличие финансовых, продовольственных или политических кризисов. В периоды кризисов совокупный спрос может сокращаться, вызывая временное падение цен, а последующие нарушения цепочек поставок способны приводить к ценовым скачкам [16].

Основными переменными интереса выступают переменные, отражающие физические климатические риски (температуру и осадки), которые получены по данным климатического портала Всемирного банка ¹². В работе используется средняя температура воздуха и среднее количество осадков за январь и июль. В качестве комплексной оценки климатических рисков взят индекс климатических рисков (CRI), который измеряет последствия реализовавшихся рисков для стран с учетом человеческого и экономического ущерба ¹⁴. CRI фокусируется на внезапных экстремальных погодных явлениях и не учитывает медленно развивающиеся изменения. Методология CRI предполагает анализ последствий экстремальных погодных явлений по трем категориям рисков: гидрологическим, метеорологическим и климатологическим. Индекс визуализирует влияние этих явлений на страны за два года до публикации и за предшествующие 30 лет и учитывает абсолютные и относительные последствия, используя шесть ключевых показателей: экономический ущерб, число погибших и число пострадавших, каждое из которых представлено в абсолютном и относительном выражении. Чем выше значение индекса климатических рисков, тем страна менее подвержена стихийным бедствиям, и, наоборот, чем ниже значение CRI, тем наиболее страна подвержена климатическим катастрофам. Кроме того, важно учитывать принятие Парижского соглашения, из-за которого произошли изменения в климатических политиках всех стран, поэтому в работе используется перекрестная переменная, учитывающая климатическую политику до и после 2015 года.

Для решения проблемы эндогенности принято решение использовать метод динамических панельных данных Ареллано-Бонда (GMM) (предполагается проблема эндогенности между зависимой переменной и ключевой ставкой). Данный метод также решает проблемы гетероскедастичности и автокорреляции и эффективно работает с пропущенными значениями переменных.

Базовая спецификация модели выглядит следующим образом:

$$Price_Shock_{it} = \alpha * Price_Shock_{(i,t-1)} + \beta_1 X_{it} + \beta_2 T_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

где $Price_Shock_{it}$ – зависимая переменная, означающая ценовой шок зерновых культур (изменение темпа роста цен), %; T_{it} – показатели климатических рисков (осадки, температура, CRI); X_{it} – контрольные переменные; η_i – ненаблюдаемый индивидуальный эффект; ε_{it} – случайная ошибка.

В исследовании используется 5 различных спецификаций эконометрического моделирования. Логика последовательного расширения спецификаций обусловлена высокой корреляцией между климатическими показателями (температура, осадки, индекс CRI), что не позволяет включать их одновременно без риска возникновения проблемы мультиколлинеарности. Соответственно, каждая следующая модель вводит один новый климатический блок, сохраняя предыдущие контрольные переменные, что позволяет оценить как изолированное, так и совокупное влияние.

Модель 1 отражает базовую спецификацию без каких-либо климатических переменных. Данная модель служит точкой отсчета для сравнения и позволяет оценить вклад макроэкономических и структурных факторов в инфляцию зерновых.

В модели 2 введена переменная «климатическая политика» (перекрестный эффект CRI после 2015 года). Проверяется гипотеза $H2$ о том, что Парижское соглашение снизило уязвимость аграрного сектора к климатическим шокам.

В одной из спецификаций (модель 3) использован индекс климатических рисков (CRI). Проверяется гипотеза $H1$ о влиянии экстремальных погодных явлений на инфляцию зерновых.

Модель 4 отражает эффект от среднемесячных температур января и июля. Проверяется гипотеза $H3$ о разнонаправленном влиянии зимних и летних температур. Последняя спецификация (модель 5) содержит среднемесячные осадки января и июля.

Таким образом, данное исследование нацелено на выявление связи между климатическими условиями и экономическим положением групп стран. Для достижения поставленной задачи в работе используются данные по 15 странам Азии и 10 странам Европы в виде двух отдельных панелей и применяется метод system GMM (Ареллано-Бонда). Для каждого региона (Европа и Азия) оценивается серия из 5 моделей, в которые последовательно добавляются блоки переменных для проверки устойчивости коэффициентов и тестирования конкретных гипотез.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Европейские страны

Прежде чем перейти к оценке влияния климатических и макроэкономических факторов на ценовой шок (изменение темпа роста цен) зерновых, стоит ознакомиться с описательными статистиками исследуемых переменных для Европейской выборки. Анализ описательной статистики, представленный в таблице 2, позволяет оценить репрезентативность данных, выявить потенциальные аномалии и получить первичное представление о масштабах и волатильности ключевых показателей, что является важной предпосылкой для корректной интерпретации последующих эконометрических результатов.

Полученные данные (таблица 2) демонстрируют вариацию ключевых показателей по Европейским странам за рассматриваемый период. Высокое стандартное отклонение индекса цен, и в особенности ценового шока, указывает на существенную волатильность на рынке зерновых, что может быть связано как с макроэкономическими шоками, так и с влиянием внешних факторов, включая и климатические риски. Разброс значений урожайности подчеркивает различия в агротехническом развитии и природно-климатических условиях между

странами. При этом среднее значение индекса климатических рисков (CRI) находится на относительно высоком уровне, что в соответствии с его методологией свидетельствует о средней и ниже средней подверженности Европейских стран экстремальным погодным явлениям. На основе высоких значений стандартного отклонения переменных урожайности и плотности населения используются их логарифмированные значения, что позволяет скорректировать разброс в данных.

По результатам, представленным в таблице 3 для стран Европы, можно сказать, что знаки при коэффициентах являются устойчивыми. В каждой из представленных спецификаций моделей инструменты являются валидными согласно тесту Саргана ($Pvalue > 0.05$).

Лag ценового шока зерновых культур способствует снижению темпа роста цен в текущем периоде, что соответствует теории адаптивных ожиданий, согласно которой экономические агенты формируют свои инфляционные ожидания на основе прошлых значений, что может приводить к снижению текущей инфляции из-за своевременного реагирования денежно-кредитной политики. Подобные результаты подтверждаются исследованием Бланчард и др. [18], где показано, что центральные банки активно реагируют на инфляционные тенденции, обеспечивая своими действиями стабилизацию цен.

Таблица 2
Описательная статистика для Европейских стран

Table 2
Descriptive statistics for European countries

Переменная	Количество наблюдений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Единица измерения
Индекс цен (цепной)	190	108,91	22,46	60,10	190,37	%
Ценовой шок	190	4,15	28,53	-54,32	120,04	%
Урожайность	190	23438,04	9378,12	7957,80	49201,70	кг/га
Плотность населения	190	132,2	74,68	8,72	280,21	чел/кв. км
Кризисы	190	0,19	0,40	0,00	1,00	0/1
Экспорт	190	1,15	0,57	0,45	3,03	%
Нефть	190	73,64	23,86	38,27	111,67	долл. за баррель
Температура в январе	190	-0,96	8,39	-28,37	8,07	°C
Температура в июле	190	20,23	2,81	14,20	24,69	°C
Осадки в январе	190	55,56	33,61	8,29	198,95	мм.
Осадки в июле	190	66,46	30,87	7,11	161,84	мм.
CRI	190	58,66	20,66	9,75	117,67	балл
Климатическая политика	190	20,97	33,60	0,00	109,50	0 – до 2015 года, значение индекса CRI с 2015 по 2022 год

Таблица 3
Результаты эконометрического моделирования для стран Европы

Table 3
Econometric modeling results: European countries

Переменная	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
Лаг Ценового шока	-0,13***	-0,09***	-0,09***	-0,07***	-0,13***
Логарифм плотности населения	55,73	-60,55	-41,07	55,57	54,20
Логарифм урожайности	-42,02***	-35,10**	-38,82**	-39,40**	-37,93**
Экспорт	4,91	7,33	8,44	8,35	6,37
Лаг Нефти	0,32***	0,36***	0,28***	0,30***	0,32***
Кризисы	-22,04***	-34,17***	-33,53***	-17,69***	-22,40***
Климатическая политика	—	-0,16**	—	—	—
CRI	—	—	-0,09	—	—
Температура в январе	—	—	—	-1,97*	—
Температура в июле	—	—	—	4,48*	—
Осадки январь	—	—	—	—	-0,08
Осадки июль	—	—	—	—	-0,06
Константа	189,90	662,25	603,481	65,28	162,42
Тест Саргана	135,56	110,02	114,31	130,90	134,91
Prob > chi2	0,21	0,11	0,13	0,30	0,28

Примечания: *, **, *** соответствуют значимости коэффициентов на 1, 5 и 10 % уровнях значимости; Prob > chi2 – вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы теста Саргана.

Notes: *, **, *** correspond to the significance of the coefficients at the 1, 5, and 10 % significance levels; Prob > chi2 is the probability for rejection the null hypothesis of the Sargan test.

Среди контрольных переменных наиболее значимое влияние оказывают урожайность, цены на нефть и кризисные периоды. Увеличение урожайности приводит к снижению ценового шока, что объясняется увеличением предложения зерновых при высоких урожаях и, как следствие, снижением цен. Такой эффект хорошо описан в работе Гилберта [14], где подчеркивается ключевая роль урожайности в формировании цен на сельскохозяйственную продукцию.

Рост цен на нефть увеличивает ценовой шок зерновых культур, что согласуется с теорией издержек: рост цен на нефть увеличивает затраты на производство, транспортировку и хранение зерна, что в итоге приводит к инфляции. Данный механизм подробно описан в исследовании Абботт и др. [15].

Переменная кризиса оказывает отрицательное воздействие на ценовой шок зерновых (на 1 % уровне значимости), что согласуется с теорией сокращения совокупного спроса в периоды экономических потрясений. Результат находит подтверждение в работах Классенс и др. [16], где показано, что во время кризисов снижение покупательной способности населения и бизнеса

приводит к падению цен на товары, включая сельскохозяйственную продукцию.

Особый интерес представляют климатические переменные: рост средней температуры в январе ослабляет инфляцию и может быть следствием того, что аномально теплая зима снижает риски для урожая (уменьшается вероятность вымерзания озимых культур). Такой эффект подтверждается исследованиями Лобелл и др. [7], где рассматривается влияние температурных аномалий на сельскохозяйственную продуктивность. Обращает на себя внимание асимметричное влияние температурного режима. Если повышение температуры в январе (Модель 4) статистически значимо снижает темпы роста цен (-1,97), то рост температуры в июле провоцирует ценовой шок (4,48). Данный феномен можно объяснить тем, что высокие летние температуры в период вегетации и созревания зерновых культур вызывают тепловой стресс растений, снижают урожайность и создают дополнительное давление на цены. Это согласуется с выводами исследований о влиянии экстремальных летних температур на продовольственную безопасность [7; 8]. Полученные выводы подтверждают гипотезу H3.

Коэффициенты при переменных, отражающих количество осадков, оказались статистически незначимы. Вероятно, это связано с нелинейным характером влияния влагообеспеченности на урожайность в странах Европы, где критическое значение имеет не столько абсолютное количество осадков, сколько их распределение в течение вегетационного периода.

Интересно, что индекс климатических рисков (CRI) не оказывает значимого влияния, что может указывать на его недостаточную чувствительность к локальным условиям, влияющим на производство зерновых, однако перекрестная переменная климатической политики (Модель 2) значимо отрицательна ($-0,16^{**}$). Полученный результат свидетельствует о том, что после ужесточения климатического регулирования в 2015 году чувствительность продовольственных цен к климатическим рискам изменилась. Институциональные изменения, направленные на адаптацию и смягчение последствий изменения климата, способствовали демпфированию ценовых шоков, возникающих вследствие природных аномалий. Результат частично опровергает гипотезу $H1$ и подтверждает гипотезу $H2$ для стран Европы.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что повышение темпов роста цен на зерновые в Европе определяется комплексом факторов, включая макроэкономические показатели, рыночные условия и климатические изменения. Полученные результаты согласуются с существующими теоретическими и эмпирическими исследованиями.

Таблица 4
Описательная статистика переменных для Азиатских стран

Table 4
Descriptive statistics for Asian countries

Переменная	Количество наблюдений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Единица измерения
Индекс цен (цепной)	285	110,32	21,68	61,69	261,24	%
Ценовой шок	285	2,71	21,08	-54,21	93,98	%
Урожайность	285	15250,68	8400,23	5297,5	39872,4	кг/га
Плотность населения	285	254,12	281,58	5,87	1301,26	чел/кв. км
Кризисы	285	0,23	0,42	0	1	0/1
Экспорт	265	2,08	2,3	0,11	23,83	%
Нефть	285	73,64	23,84	38,27	111,67	долл. за баррель
Температура в январе	285	11,99	12,09	-17,93	27,22	°C
Температура в июле	285	25,87	3,08	19,6	31,53	°C
Осадки в январе	285	55,25	77,41	0,32	317,82	мм
Осадки в июле	285	213,04	150,35	0,98	756,4	мм
CRI	285	44,29	27,78	1,83	122,33	балл
Климатическая политика	285	14,64	26,25	0,00	118,00	0 – до 2015 года, значение индекса CRI с 2015 по 2022 год

Азиатские страны

В работе также проводится анализ по группе Азиатских стран, для которых также необходим предварительный анализ данных для оценки вариации данных, понимания особенностей распределения показателей, обоснования дальнейших преобразований переменных и надежности эконометрических оценок. Описательная статистика выборки представлена в таблице 4.

На основе описательной статистики для стран Азии можно заметить, что у переменных Урожайность и Плотность населения высокие стандартные отклонения. Поэтому так же, как и в случае Европейских стран, для корректировки разброса в данных в дальнейшем анализе используются логарифмы этих переменных. Среднее значение индекса климатических рисков (CRI) для данных стран составляет 44,29, что существенно ниже, чем в Европейской выборке (58,66). Согласно методологии CRI, где более низкие значения указывают на большую подверженность климатическим катастрофам, это подтверждает тезис о более высокой уязвимости Азиатского региона к экстремальным погодным явлениям. Данное наблюдение создает содержательные предпосылки для проверки гипотезы $H1$, позволяя ожидать более сильного влияния климатических шоков на инфляцию зерновых в странах Азии.

Результаты, представленные в таблице 5, позволяют сделать несколько важных выводов. В частности, температура и количество осадков по выборке стран Азии не значимы, следовательно, страны Азиатского региона наиболее устойчивы к изменению температурного режима и осадков, чем Европейского. Полученный результат можно объяснить тем, что в Азии выращивается огромное разнообразие сельскохозяйственных культур, большинство из которых засухоустойчивы или терпимы к переувлажнению (рис, бобовые), в то время как в Европе сельское хозяйство завязано на монокультурах (пшеница, кукуруза, ячмень), которые сильно зависят от стабильных погодных условий и обильного полива.

Увеличение значения индекса климатических рисков, то есть уменьшение подверженности климатическим шокам, приводит к снижению уровня цен на зерновые культуры, что позволяет нам подтвердить гипотезу *H1* для стран Азии. Следовательно, повышение индекса CRI на один пункт (то есть в стране происходит меньше пагубных экстремальных явлений) снижает уровень цен на зерновые культуры в Азиатской стране в среднем на 0,25 %. Таким образом, можно сказать, что страны Азии менее уязвимы перед изменением метеорологических условий (температура, осадки), но более подвержены экстремальным погодным явлениям (природным катастрофам) в сравнении со странами Европы. Такая подверженность климатическим рискам указывает на нестабильность сельскохо-

зяйственного производства и, как следствие, увеличение продовольственной инфляции в Азиатских странах.

Перекрестная переменная климатической политики значимо отрицательна, так же, как и для Европейских стран, следовательно, можно сказать, что гипотеза *H2* подтверждается для обеих групп стран.

Контрольные переменные показали схожие направления коэффициентов, как и на примере Европейских стран, инструменты моделей являются валидными, знаки при коэффициентах устойчивы. Однако стоит отметить, что в спецификациях для азиатских стран не используется лаг цен на нефть, поскольку значимость текущих цен на нефть для Азии отражает канал мгновенного увеличения издержек на импорт и более быструю реакцию внутренних цен на глобальные энергетические шоки из-за низкой степени хеджирования топливных рисков. Значимость лага в Европе, напротив, указывает на запаздывающий характер переноса нефтяных издержек, что соответствует более развитому рынку деривативов на энергоносители и преобладанию собственного производства зерна, где эффект проявляется через сезонный цикл обновления топливных запасов. Различие в значимости текущих и лаговых цен на нефть для Европы и Азии объясняется асимметрией трансмиссионного механизма нефтяных шоков в эмпирической литературе Бланчард и др. [19] и Хои и др. [20].

Таблица 5
Результаты эконометрического моделирования для стран Азии

Table 5
Econometric modeling results: Asian countries

Переменная	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
Лаг Ценового шока	-0,33***	-0,32***	-0,33***	-0,33***	-0,34***
Логарифм плотности населения	152,26***	80,78	105,03	132,66**	154,17***
Логарифм урожайности	-66,80**	-58,64*	-50,11*	-60,25**	-66,62**
Экспорт	-0,42	-0,17	-0,70	-0,47	-0,33
Нефть	0,13**	0,20**	0,18**	0,15**	0,13**
Кризисы	-6,42*	-6,90*	-7,68*	-5,80*	-6,22*
Климатическая политика	—	-0,17*	—	—	—
CRI	—	—	-0,25***	—	—
Температура в январе	—	—	—	1,04	—
Температура в июле	—	—	—	3,48	—
Осадки январь	—	—	—	—	0,02
Осадки июль	—	—	—	—	-0,04
Константа	-131,41	137,26	-65,59	-199,44	-134,82
Тест Саргана	146,57	102,70	103,49	145,83	144,28
Prob > chi2	0,47	0,57	0,50	0,49	0,52

Примечание: *, **, *** соответствуют значимости коэффициентов на 1, 5 и 10 % уровнях значимости.

Note: *, **, *** indicate statistical significance at the 1, 5, and 10 % levels, respectively.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенного анализа позволяют сформулировать ряд ключевых выводов о влиянии климатических факторов на ценовой шок (изменение темпа роста цен) зерновых культур в странах Европы и Азии.

Во-первых, основная гипотеза о влиянии физических климатических рисков подтвердилась: рост цен зерновых культур зависит от физических климатических рисков в странах Азии, поэтому такие явления, как аномальная жара, засухи, наводнения и другие экстремальные погодные события, напрямую оказывают влияние на усиление темпов роста цен, нарушая стабильность сельскохозяйственного производства и продовольственных рынков.

Во-вторых, выявлены существенные межрегиональные различия в чувствительности ценового шока к конкретным климатическим параметрам: в Европейских странах темпы роста цен демонстрируют более сильную реакцию на стандартные метеорологические показатели (отклонения от средних температур и количество осадков), чем в Азиатских. Тогда как страны Азии в большей степени испытывают рост цен на зерновые культуры в результате воздействия экстремальных погодных явлений.

В-третьих, экологические стандарты усилили способность стран с низкой климатической уязвимостью сдерживать продовольственную инфляцию. Для европейских стран прямая связь CRI с ценовым шоком до 2015 года статистически не прослеживалась, однако перекрестная переменная оказалась значимой и отрицательной. Такой результат свидетельствует о том, что после ужесточения экологической политики повышение индекса климатической устойчивости начало приводить к снижению цен на зерновые культуры в Европе. Следовательно, выдвинутая гипотеза о том, что внедрение экологических стандартов (в рамках Парижского соглашения) помогает снизить негативные эффекты климатических рисков на ценовой шок зерновых культур, эмпирически подтверждается в обеих группах стран, хотя и с различной структурой эффекта: в Азии политика усилила уже действовавший стабилизирующий канал, а в Европе же инициировала его возникновение.

Эконометрический анализ выявил существенную неоднородность в воздействии климатических факторов на ценовой шок зерновых культур в Европейских и Азиатских странах. Различия носят системный характер и могут быть объяснены комплексом взаимосвязанных причин.

Во-первых, полученные результаты объясняются различием в структуре сельского хозяйства и адапционном

потенциале. Для европейского сельского хозяйства характерны высокая технологичность и развитая инфраструктура (вследствие чего европейские фермеры менее уязвимы к единичным случаям засухи или наводнения), а также развитая система страхования и государственная поддержка. Сельскохозяйственное страхование и субсидии ЕС позволяют компенсировать часть финансовых потерь от климатических шоков, ограничивая их трансформацию в ценовые шоки. Аграрный сектор Азиатских стран, в свою очередь, характеризуется высокой зависимостью от климатических шоков (единичных экстремальных событий), которые учитываются агрегированным индексом CRI. Однако среднемесячные показатели осадков и температуры не показали значимости, что может указывать на то, что для Азии не так важны отклонения от средних значений температур, как для стран Европы. Стоит отметить, что для регионов Азии характерно преобладание малых фермерских хозяйств¹⁶. Так, мелкие фермеры имеют ограниченный доступ к кредитам, технологиям и страхованию, что делает их уязвимыми к любым климатическим потрясениям: потеря урожая одной культурой может иметь для них катастрофические последствия. Более низкий уровень доходов и технологического развития (чем в регионах Европы) ограничивает возможности для быстрой адаптации.

Во-вторых, обуславливаются различиями в институциональной среде. В Азии такой фактор, как плотность населения, оказывал положительное и значимое влияние на повышение ценового шока, что логично для региона с высокой демографической нагрузкой и ограниченными земельными ресурсами. В Европе же связь была неоднозначной, что может быть связано с насыщенным рынком и эффективной логистикой, распределяющей продовольствие даже в густонаселенных районах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ позволил сделать важные выводы относительно влияния физических климатических рисков на изменение темпов роста цен (ценовой шок) на основные зерновые культуры. В рамках исследования были использованы современные эконометрические методы, позволяющие учитывать динамику, пространственные различия и эндогенность объясняющих переменных. Анализ сосредоточен вокруг стран Азии и Европы, различающихся по уровню развития аграрного сектора и климатическим условиям, что позволило выявить как общие, так и специфические закономерности.

¹⁶ Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Семейные фермерские хозяйства Азиатско-Тихоокеанского региона: платформа знаний / Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <https://www.fao.org/family-farming/regions/asia/ru>

В соответствии с поставленной целью в работе оценено влияние физических климатических рисков на ценовой шок зерновых культур. Результаты подтвердили наличие статистически значимых связей, однако их характер оказался неоднозначным, а влияние климатических факторов зависело от региональных особенностей, уровня развития сельского хозяйства и адаптационного потенциала.

В частности, гипотеза *H1* о том, что усиление климатического риска ведет к росту ценового шока, подтвердилась для стран Азии: увеличение значения индекса CRI (снижение уязвимости) ведет к уменьшению ценового шока. Это объясняется тем, что CRI агрегирует преимущественно экстремальные погодные шоки (наводнения, ураганы, засухи), которые оказывают прямое и разрушительное воздействие на сельское хозяйство в Азии. Для стран Европы данная гипотеза не подтвердилась – агрегированный индекс CRI оказался незначим.

Гипотеза *H2* о влиянии Парижского соглашения 2015 года подтвердилась для обеих групп стран. Следовательно, после 2015 года снижение климатической уязвимости стало сопровождаться уменьшением цено-

вого шока на зерновые, что свидетельствует об эффективности ужесточения экологической политики.

В то же время полученные результаты подтвердили гипотезу о разнонаправленном воздействии температурных аномалий только на выборке Европейских стран: повышение температуры в январе (аномально теплая зима) снижает ценовой шок, тогда как летние температуры значимого эффекта не показали.

Таким образом, влияние климатических факторов неоднозначно и зависит от региональных особенностей. В Европе ценовой шок более чувствителен к метеорологическим отклонениям (температура и осадки), тогда как в Азии значимым оказался именно агрегированный индекс экстремальных событий CRI, поскольку он лучше отражает последствия внезапных природных катастроф, характерных для этого региона. Также выявлено, что макроэкономические факторы, такие как плотность населения и цены на нефть, оказывают существенное влияние на динамику цен. Данные результаты согласуются с теоретическими представлениями о функционировании продовольственных рынков и подтверждают необходимость комплексного подхода к анализу климатических рисков с учетом региональной специфики.

Вклад авторов

Гребенщикова А. В.: курирование данных, формальный анализ, проведение исследования, написание черновика рукописи.

Рудоманенко И. Е.: разработка концепции, проведение исследования, разработка методологии, написание рукописи.

Contributions

Grebenshchikova A. V.: data curation, formal analysis, investigation, writing-original draft.

Rudomanenko I. E.: conceptualization, investigation, methodology, writing-review & editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Coronese M., Lamperti F., Keller K. et al. Evidence for sharp increase in the economic damages of extreme natural disasters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2019;116(43):21450-21455.
2. Cashin P., Liang H., McDermott C.J. How persistent are shocks to world commodity prices? *IMF Staff Papers*. 2000;47(2):177–217.
3. Deaton A., Miller R. *International Commodity Prices, Macroeconomic Performance, and Politics in Sub-Saharan Africa*. Princeton : Princeton University Press; 1995.96.
4. Martin W., Anderson K. Export restrictions and price insulation during commodity price booms. *American Journal of Agricultural Economics*. 2012;94(2):422-427. <https://doi.org/10.1093/ajae/aar105>
5. Bellemare M.F. Rising food prices, food price volatility, and social unrest. *American Journal of Agricultural Economics*. 2015;97(1):1-21. <https://doi.org/10.1093/ajae/aau038>
6. Dell M., Jones B.F., Olken B.A. Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2012;4(3):66-95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
7. Lobell D.B., Schlenker W., Costa-Roberts J. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*. 2011;333(6042):616-620. <https://doi.org/10.1126/science.1204531>

8. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016;529(7584):84-87. <https://doi.org/10.1038/nature16467>
9. Baldos U.L.C., Hertel T.W. Global food security in 2050: The role of agricultural productivity and climate change. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2014;58(4):554-570. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12048>
10. Burke M., Emerick K. Adaptation to climate change: Evidence from US agriculture. *American Economic Journal: Economic Policy*. 2016;8(3):106-140. <https://doi.org/10.1257/pol.20130025>
11. Kumu M., Heino M., Taka M. et al. Climate change risks pushing one-third of global food production outside the safe climatic space. *One Earth*. 2021;4(5):720-729. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.017>
12. Kotz M., Kuik F., Lis E. et al. Global warming and heat extremes to enhance inflationary pressures. *Communications Earth & Environment*. 2024;5(1):116. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01173-x>
13. Guo C. et al. Clean energy transition and climate vulnerabilities: A comparative analysis of European and non-European developed countries. *PLoS One*. 2024;19(4):e0297529. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297529>
14. Gilbert C.L. How to understand high food prices. *Journal of Agricultural Economics*. 2010;61(2):398-425. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00248.x>
15. Abbott P.C., Hurt C., Tyner W.E. What's Driving Food Prices? *Farm Foundation Issue Report*. 2008.
16. Claessens S., Kose M.A., Terrones M.E. The global financial crisis: How similar? How different? How costly? *Journal of Asian Economics*. 2010;21(3):247-264. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2010.02.002>
17. Bosona T., Gebresenbet G. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*. 2013;33(1):32-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>
18. Blanchard O., Dell'Ariccia G., Mauro P. Rethinking macroeconomic policy. *Journal of Money, Credit and Banking*. 2010;42(s1):199-215. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2010.00334.x>
19. Blanchard O.J., Gali J. *The Macroeconomic effects of oil shocks: why are the 2000s so different from the 1970s?* 2007.78 <https://doi.org/10.3386/w13368>
20. Choi S. et al. Oil prices and inflation dynamics: Evidence from advanced and developing economies. *Journal of International Money and Finance*. 2018;82:71-96. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.12.004>