

2026

**Национальный банк
Кыргызской Республики**

НАУЧНАЯ РАБОТА

**Влияние изменения климата на инфляцию
в Кыргызской Республике**

УДК 330.101.541:330.43

© Национальный банк Кыргызской Республики

**Научная работа Национального банка Кыргызской Республики
Влияние изменения климата на инфляцию в Кыргызской Республике**

Подготовлено

Алчынбек Бадилбек уулу¹

Одобрено к распространению научно-экспертным советом
Национального банка Кыргызской Республики²

26 декабря 2025 года

Изложенные в данной работе взгляды полностью принадлежат авторам и необязательно отражают точку зрения Национального банка Кыргызской Республики

¹ Алчынбек Бадилбек уулу - эксперт отдела экономического моделирования управления денежно-кредитной политики Национального банка Кыргызской Республики.

² Научно-экспертный совет является коллегиальным научно-консультационным совещательным органом Национального банка Кыргызской Республики и призван способствовать совершенствованию научной и исследовательской деятельности.

JEL: E31, C32, Q54

Ключевые слова: изменение климата, макроэкономика, инфляция, временные ряды, энергетический рынок, векторная авторегрессия, структурная векторная авторегрессия.

Для информации, связанной с этой публикацией, обращайтесь по адресу:

720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Киевская 189

телефон: +996 (312) 66-90-15 (1150)

факс: +996 (312) 61-07-30

e-mail: mail@nbkr.kg

Оглавление

Список сокращений	4
Резюме	5
1. Введение	7
2. Обзор литературы	11
3. Сельскохозяйственная отрасль как трансмиссионный канал изменения климата	16
4. Методология и описание данных	21
4.1. Макроэкономические переменные	21
4.2. Климатические индикаторы	22
4.3. Тесты стационарности и диагностика модели	23
4.4. Описание модели	23
5. Результаты и обсуждение: Влияние засухи на инфляцию и связанные переменные в Кыргызстане	28
5.1. Импульсные отклики CPI и Food_CPI	28
5.2. Триангуляция каналов трансмиссии: Отклики на инновации других переменных ..	31
6. Вывод	36
Список литературы	38

Список сокращений

1. **ADF** — расширенный тест Дики-Фуллера.
2. **ADM_PRICES** — регулируемые цены (administered prices).
3. **ADW (Angular Distance Weighting)** — метод интерполяции взвешенных угловых расстояний.
4. **AIC (Akaike Information Criterion)** — информационный критерий Акаике.
5. **ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)** — модель авторегрессии — скользящего среднего.
6. **BVAR (Bayesian Vector Autoregression)** — байесовская модель векторной авторегрессии.
7. **CPI (Consumer Price Index)** — индекс потребительских цен (ИПЦ).
8. **CPI_KAZ** — общий ИПЦ Республики Казахстан.
9. **CPI_RUS** — общий ИПЦ Российской Федерации.
10. **CRU (Climate Research Unit)** — Отдел климатических исследований (Университет Восточной Англии).
11. **CRU TS (Climate Research Unit Time-Series)** — база данных временных рядов CRU.
12. **FAO (Food and Agriculture Organization)** — Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (также индекс продовольственных цен ФАО).
13. **FEVD (Forecast Error Variance Decomposition)** — разложение дисперсии ошибки прогноза.
14. **GDP_GAP** — разрыв ВВП (отклонение фактического ВВП от потенциального).
15. **GMM (Generalized Method of Moments)** — обобщенный метод моментов.
16. **IPE-CSIC (Instituto Pirenaico de Ecología)** — Пиренейский институт экологии.
17. **IRF (Impulse Response Function)** — функция импульсного отклика.
18. **KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test)** — тест Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина.
19. **LP (Local Projections)** — метод локальных проекций.
20. **LR-tests (Likelihood Ratio tests)** — тесты отношения правдоподобия (в т.ч. на сверхидентифицируемость).
21. **M2** — денежный агрегат.
22. **NER (Nominal Exchange Rate)** — номинальный обменный курс.
23. **PP (Phillips-Perron test)** — тест Филлипса-Перрона.
24. **SPEI (Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index)** — стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации.
25. **SVAR(X) (Structural Vector Autoregression with Exogenous variables)** — структурная модель векторной авторегрессии с экзогенными переменными.
26. **ИПЦ** — индекс потребительских цен
27. **ЕЦБ** — Европейского центрального банка
28. **ТЭО** - технико-экономическим обоснованиям

Резюме

В данной работе проводится эмпирический анализ влияния климатических изменений, измеряемого с помощью стандартизированного индекса осадков и эвапотранспирации (SPEI), на динамику индекса потребительских цен (ИПЦ) в Кыргызстане. Особое внимание уделяется роли сельскохозяйственной отрасли как ключевого механизма канала воздействия.

Методологическую основу исследования составляет анализ функций импульсного отклика (IRF), рассчитанный в рамках SVARX-модели – структурной векторной авторегрессии с экзогенными переменными. Эмпирическую базу сформировали ежемесячные данные с 2000 по 2022 год.

Результаты исследования подтверждают, что засухи провоцируют статистически значимый и устойчивый рост инфляции. При этом волатильность цен на продовольствие значительно превосходит общую динамику ИПЦ. Шок засухи величиной в одно стандартное отклонение приводит к кумулятивному росту общего ИПЦ на 0,8 п.п., а продовольственного — на 1,7 п.п. в горизонте девяти месяцев. Данная динамика обусловлена в основном за счет сокращения объемов сельскохозяйственного производства, корректировками в сфере торговли и обесценения валютного курса.

Полученные выводы подтверждают необходимость интеграции климатических индикаторов, таких как SPEI, в системы макроэкономического прогнозирования и аналитические модели национальных банков для повышения точности и своевременности мер денежно-кредитной политики. С точки зрения государственного регулирования выявленная уязвимость экономики к климатическим рискам диктует необходимость в укреплении стабильности продовольственного снабжения, повышении адаптивности внешней торговли к аграрным шокам и усилении мониторинга валютного курса как инструмента минимизации инфляционного давления.

Выражение признательности

Автор выражает искреннюю признательность своей семье за поддержку и терпение в ходе работы над данным исследованием.

Особая благодарность Михаилу Богатыреву, начальнику отдела экономического моделирования, за помощь и поддержку. Автор также благодарит Айнуру Мамбеткул кызы, начальника Управления денежно-кредитной политики Национального банка, за поддержку исследовательских инициатив.

Автор также признателен рецензионной комиссии за конструктивные замечания, в частности Нурбеку Женишу, советнику председателя Национального банка, за содержательные комментарии и рекомендации, которые улучшили данную работу. В заключение, автор выражает признательность Нурсултану Шакитову, начальнику отдела макроэкономического анализа, и Анвару Муратханову, экономисту МВФ, за их ценные советы.

1. Введение

Антропогенные выбросы парниковых газов в атмосферу инициируют процесс усиленного парникового эффекта, что приводит к глобальному потеплению. Это потепление, в свою очередь, вызывает значительные колебания погодных условий, проявляющиеся в вариациях средней температуры, уровня влажности и характера осадков на местном, региональном и глобальном уровнях в течение сезонов. В результате наблюдается тенденция к повышению температур и изменению влажностного режима в различных странах и регионах (Портал знаний об изменении климата Всемирного банка, 2021 г.). В ближайшие десятилетия изменение климата станет катализатором для увеличения частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений³.

Наряду с ростом частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, климатические изменения создают долгосрочные системные риски для глобальной экономики, проявляющиеся через различные каналы трансмиссии. Степень подверженности стран этим рискам варьируется: от прямого воздействия на аграрный сектор (снижение урожайности вследствие длительных засух) до структурных сдвигов в спросе на электроэнергию, состоянии туризма, деловой активности, производительности труда и стабильности финансовых рынков (Cho, 2019).

Учитывая критическую значимость проблемы изменения климата и ее разрушительные последствия для благополучия планеты, борьба с глобальным потеплением стала одной из ключевых мировых задач. Мировое сообщество объединяет усилия в борьбе с климатическим кризисом, опираясь на ключевые международные соглашения (Парижское соглашение по изменению климата, Цели устойчивого развития до 2030 года, Конференция сторон). Эти усилия подкрепляются практическими мерами на двух уровнях: государственном, (через внедрение национальных стратегий адаптации и планов действий)⁴ и институциональном (в том числе при активной финансовой и экспертной поддержке международных институтов, таких как Всемирный банк и Азиатский банк развития). Главная задача этого партнерства – ограничить глобальное потепление до 1,5 °C выше доиндустриального уровня за счет сокращения глобальных выбросов. При этом переход к низкоуглеродной экономике неизбежно порождает так называемые «переходные риски».

³ К ним относятся серьезные физические риски, такие как чрезмерные тепловые волны, лесные пожары, засухи, наводнения, селовые потоки и т.д.

⁴ Например, Парижское соглашение требует от каждой страны-участницы определить национальные вклады с конкретными внутренними мерами и целями по смягчению последствий (Издательство Европейского союза, 2021 г.).

Обзор литературы подчеркивает, что для эффективного противодействия изменению климата критически важно исследовать как физические, так и переходные риски⁵. Учет этих рисков требует выявления зон, подверженных опасностям, оценки уязвимости и последующего внедрения механизмов предотвращения, адаптации и смягчения последствий. В последние годы, по мере роста актуальности климатической повестки, внимание к оценке этих рисков значительно возросло. В частности, расширился спектр методологических подходов: от анализа физических рисков, основанного на статистике стихийных бедствий и климатических сценариях, до оценки рисков переходного периода (например, изучения последствий внедрения низкоуглеродных технологий и изменений в государственной политике).

Тем не менее, существует заметный пробел в текущих эмпирических исследованиях: недостаточно изучено, как именно изменение климата (например, повышение температуры или изменение количества осадков) влияет на ключевые макроэкономические показатели, в частности на инфляцию.

Более того, большинство существующих исследований в основном сосредоточено на опыте развитых стран. Лишь в ограниченном числе работ (Ciccarelli et al., 2023 г., Kotz et al., 2023 г., Moessner, 2022 г.) анализ проводился на уровне конкретных стран. Обзор имеющейся литературы показал, что развивающиеся экономики сталкиваются с непропорционально высокой угрозой от изменения климата в основном из-за их сильной зависимости от сельского хозяйства. Однако влияние изменений температуры и количества осадков остается неоднозначным, а результаты практических исследований зачастую расходятся. Так, Ciccarelli et al. (2023) полагают, что воздействие погодных катаклизмов на экономические показатели и инфляцию редко бывает прямым или линейным. Напротив, оно представляет собой сложную систему взаимодействий, где различные факторы могут как ослаблять, так и усугублять последствия климатических потрясений.

Расхождения в результатах обусловлены значительными различиями в социально-экономических факторах, технологическом прогрессе, характеристиках экосистем, а также уровнем рисков, уязвимости и возможностями по смягчению последствий и адаптации, характерных для каждой страны. Так, индивидуальные особенности каждой страны ставят под сомнение универсальность существующих исследований, поскольку их выводы не могут быть применимы ко всем странам. Следовательно, для получения более точных результатов требуется большее количество исследований, учитывающие страновые особенности.

⁵ Физический риск — это риск экономических и финансовых потерь в результате климатических явлений;

Переходный риск — это риск финансовых потерь, связанных с нормативными и экономическими изменениями в процессе перехода к низкоуглеродной экономике (Cullen, 2023 г.).

Согласно отчетам Всемирного банка (ВБ) и Азиатского банка развития (АБР), а также технико-экономическим обоснованиям (ТЭО), проведенным агентствами Организации Объединённых Наций (ООН), сельское хозяйство Кыргызстана уже страдает от изменений климата, и прогнозы указывают на дальнейшее ухудшение ситуации. В частности, в рамках ТЭО ООН растениеводство определено как наиболее подверженная засухе отрасль экономики Кыргызстана с потенциальным риском потери до 30% пахотных земель.

Учитывая значимость и актуальность макроэкономических последствий климатических изменений, а также неоднозначные результаты относительно их влияния на инфляцию, данная работа ставит целью исследовать, как колебания температуры и осадков, измеряемые с помощью стандартизированного индекса осадков и эвапотранспирации (SPEI), отражаются на ИПЦ в Кыргызстане. Следует отметить, что, несмотря на общепризнанность проблемы изменения климата и его последствий, эмпирические исследования, посвященные его влиянию на инфляцию или другие макроэкономические показатели в Кыргызстане, ранее не проводились.

Кроме того, учитывая значительную зависимость экономики Кыргызстана от аграрного сектора⁶, назрела острая необходимость в создании аналитической базы, которая позволила бы Национальному банку Кыргызской Республики (НБКР) и другим заинтересованным сторонам проводить оценку влияния колебаний температуры и осадков на инфляцию через трансмиссионный канал предложения сельскохозяйственной продукции.

Так, в настоящем исследовании анализируются ежемесячные данные с 2000 по 2022 год. Для оценки влияния климатических шоков на общий и продовольственный индекс потребительских цен (ИПЦ) используется индекс SPEI как прокси-показатель. Анализ проводится с применением функции импульсного отклика (IRF) в рамках модели структурной векторной авторегрессии с экзогенными переменными (SVARX).

Основной гипотезой исследования является то, что сельскохозяйственный сектор выступает в качестве основного трансмиссионного канала, через который климатические изменения, отраженные в индексе SPEI, воздействует на инфляцию. Предполагается, что засушливые условия в течение года приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных продуктов, что, в свою очередь, вызывает рост цен на продовольствие. Соответственно, данное исследование руководствуется следующим вопросом:

⁶ Существенная зависимость экономики Кыргызстана от сельскохозяйственной отрасли, в которой непосредственно занято около 18% экономически активного населения и которая по состоянию на 2022 год обеспечивала 11% ВВП, еще раз подчеркивает важность данного исследования (НСК).

Исследовательский вопрос:

- Имеет ли засуха, определяемая стандартизированным индексом осадков и эвапотранспирации (SPEI), статистически значимое влияние на индекс потребительских цен (ИПЦ) в Кыргызстане?

Основываясь на анализе литературы и существенной зависимости экономики страны от аграрного сектора, выдвигается следующая гипотеза:

Гипотеза:

Г₁: Засушливые условия (отрицательные значения SPEI) оказывают статистически значимое положительное влияние на ИПЦ через канал передачи сельскохозяйственной продукции.

Для эмпирического анализа использовался набор ключевых показателей. Среди них: общий и продовольственный ИПЦ, валовой урожай зерновых, денежная масса (M2), объемы импорта и экспорта, разрыв выпуска (GDP gap), регулируемые цены и номинальный обменный курс (НОК). Внутренние макроэкономические данные были взяты из официальных публикаций НБКР.

Внешние ценовые показатели, такие как глобальный индекс цен на продовольственные товары и ИПЦ Казахстана и России, были получены с сайтов официальных статистических органов.

Климатические данные (температура и осадки), необходимые для расчета индекса SPEI, были получены из базы данных Отдела климатических исследований (CRU).

Остальная часть документа построена следующим образом: в разделе 2 представлен выборочный обзор литературы по влиянию колебаний температуры и осадков на инфляцию; в разделе 3 рассматривается сельскохозяйственная отрасль и ее роль в качестве трансмиссионного канала; в разделе 4 описываются данные и методология; в разделе 5 представлены результаты и их обсуждение; в разделе 6 приводятся выводы по работе.

2. Обзор литературы

Взаимосвязь между погодными шоками и макроэкономическими показателями (инфляцией или объемом выпуска) носит комплексный характер и определяется множеством переменных, а не только динамикой изменения погодных условий. Исследование Ciccarelli et al. (2023) показывает, что влияние погодных потрясений на объем производства и инфляцию, вероятно, не является прямым или линейным. Скорее всего, оно опосредовано рядом сопутствующих факторов, которые могут усиливать или усугублять влияние погодных потрясений. В данной работе оценивается влияние погодных шоков на компоненты инфляции в четырех крупнейших экономиках еврозоны с использованием месячных данных и байесовских моделей векторной авторегрессии (BVAR) с учетом сезонной зависимости. Полученные результаты показывают, что повышение среднемесячной температуры приводит к наибольшему росту инфляции летом и частично осенью, причем сильнее всего это проявляется в более теплых странах еврозоны. Таким образом, когда потрясение происходит летом, реакция темпов инфляции на отклонение месячной температуры от исторического среднего значения на 1°C в Германии, Франции, Италии и Испании приводит к росту инфляции на 0,1–0,2 процентных пункта (п.п.) в первый год. По мнению авторов, снижение производительности сельского хозяйства было возможным основным каналом трансмиссии, через который потрясение привело к инфляционному эффекту. При этом общее воздействие климатических аномалий остается неоднородным: оно варьируется в зависимости от характера самого температурного шока (аномальное тепло или холод), сезонности, конкретных компонентов гармонизированного индекса потребительских цен (ГИПЦ) и климатических особенностей рассматриваемых стран.

Аналогичным образом, в исследовании Rodrigues et al. (2024) подчеркивается сложность и неоднородность влияния климатических изменений на потребительские цены. Эффекты оценивались с помощью IRF, построенных на основе метода локальных проекций (LP). Эмпирическая база исследования охватывала период с 2001 по 2020 год и включала среднемесячные темпы инфляции, расширенный набор климатических данных (температура, осадки, скорость ветра и солнечная радиация), а также контрольные переменные: цены производителей, мировые цены на сырьевые товары и показатели промышленного производства в 20 странах еврозоны. Анализ полученных данных выявил значительную вариативность, обусловленную региональными и подотраслевыми особенностями. Было установлено, что размер стран, климатические зоны, а также различные метеорологические параметры, характеризующиеся как положительными, так и отрицательными значениями, являются ключевыми факторами, определяющими характер этого влияния.

В рабочем документе Европейского центрального банка (ЕЦБ), подготовленном Kotz et al. (2023), снижение производительности сельского хозяйства является одним из двух ключевых каналов трансмиссии (наряду с производительностью труда), через которые климатические изменения влияют на экономику. Авторы исследования использовали исторические данные о влиянии климата и современные климатические модели, чтобы спрогнозировать будущие инфляционные риски. Они установили, что повышение средних температур оказывает нелинейное, но стабильное влияние на инфляцию в странах с различным уровнем дохода. При этом потепление в самые жаркие месяцы и в теплых регионах приводит к значительному росту цен, тогда как аналогичные изменения в холодные периоды часто не имеют статистически значимого эффекта.

Особое внимание в работе было уделено аномальным осадкам. Используя индекс SPEI, авторы выявили, что периоды избыточной влажности приводят к устойчивому (до 12 месяцев) инфляционному давлению. Экстремальные засухи также провоцируют рост инфляции, особенно в жаркие периоды или в регионах с изначально высокой базовой температурой, однако данный эффект характеризуется меньшей устойчивостью. Согласно прогнозам, к 2035 году глобальное потепление может ежегодно увеличивать мировую продовольственную инфляцию на 0,92 – 3,23 п.п., а общую инфляцию – на 0,32 – 1,18 п.п.

Исследование Sevik (2023) выявило, как климатические аномалии (экстремальные температуры, засухи и др.) влияют на инфляцию в 173 стран с 1970 по 2020 год. Результаты демонстрируют значительные различия в каналах трансмиссии в зависимости от уровня экономического развития и степени диверсификации национальных экономик⁷. Анализ с использованием метода локальных проекций (LP) для построения импульсных откликов (IRF) показал, что повышение температуры приводит к устойчивому росту инфляции в развитых странах, но к ее снижению в развивающихся экономиках. Засуха приводит к росту общей инфляции уже в первый год. Однако в развитых странах этот эффект незначителен и быстро ослабевает, в отличие от развивающихся стран, где он носит долгосрочный и более выраженный характер. По мнению автора, такие различия в воздействии погодных потрясений на базовую и продовольственную инфляцию в разных группах стран обусловлены их нелинейностью, которая, в свою очередь, зависит от состояния экономики и наличия фискального пространства (fiscal space) на момент наступления климатического события.

Автор выявил, что сельскохозяйственное производство является одним из каналов передачи, влияние которого значительно варьируется в зависимости от уровня экономического развития и диверсификации стран. В результате группы стран,

⁷ Экстремальные температуры определены автором как «общий термин для обозначения колебаний температуры выше (экстремальная жара) или ниже (экстремальный холод) нормальных условий», и засухи как «длительный период необычно низкого уровня осадков, приводящий к нехватке воды для людей, животных и растений».

демонстрирующие рост или снижение объемов сельскохозяйственного производства и цен на продовольствие, испытывают неодинаковые эффекты.

Mukherjee и Ouattara (2021) исследовали влияние изменения климата на инфляцию в ряде развитых и развивающихся стран. Анализ данных за 1961 по 2014 годы с использованием панельной VAR-модели свидетельствует о том, что изменение климата приводит к инфляционному давлению как в развитых, так и в развивающихся странах, которое сохраняется в течение нескольких лет после первоначального шока. Результаты IRF для объединенной выборки групп развитых и развивающихся стран показывают, что изменение температуры на 1% приводит к росту инфляции на 2,6%, с постепенным затуханием эффекта в течение четырех лет. Разделение выборки на развитые и развивающиеся страны выявило дифференцированные реакции: в развитых странах 1% изменение температуры вызывает инфляционный рост примерно на 2,4%, которое стабилизируется в течение года. Для развивающихся стран аналогичное изменение температуры приводит к увеличению уровня инфляции примерно на 2,7%, при чем этот эффект остается статистически значимым на протяжении шести лет после первоначального шока.

Даже в пределах одного региона развивающиеся страны демонстрируют неоднородные результаты. В исследовании Köse и Ünal (2022), посвященном влиянию температуры на продовольственную инфляцию в странах Латинской Америки, используются структурная модель VAR (SVAR) и панельный тест причинности по Грейнджеру на основе ежемесячных данных за 2003 – 2020 годы. Несмотря на то что исследуемые страны относятся к категории развивающихся и характеризуются высокой долей сельскохозяйственной продукции в экспорте, полученные результаты оказались противоречивыми. Анализ IRF на положительный структурный шок величиной в одно стандартное отклонение не выявил статистической значимости для Аргентины, Колумбии, Эквадора, Уругвая и Мексики. Исключением стала Доминиканская Республика, где наблюдалась положительная и значимая реакция в течение первых двух месяцев. Аналогичная неоднородность была зафиксирована и в анализе разложения дисперсии (FEVD). Вклад температурного шока для Аргентины достиг максимума в 2,5% к 12-му месяцу. В Доминиканской Республике значимость температурного фактора возросла с 2,3 до 6,9% к концу года. Для Эквадора и Мексики изменения температуры оказались более весомым детерминантом, объясняя 8,6 и 9,0% вариации соответственно, тогда как для Колумбии этот фактор не имел объясняющей силы. Более того, тест причинности Грейнджера не смог подтвердить, что изменения температуры являются причиной продовольственной инфляции. Результаты тестов не позволили отклонить нулевую гипотезу на уровне значимости 5% ни в одной из стран.

В исследовании Odongo et al. (2022) анализировалось, как погодные условия влияют на базовый и продовольственный ИПЦ в странах Восточной и Южной Африки. Авторы применили обобщенный метод моментов (GMM) для анализа динамических панельных данных на основе ежемесячных показателей за 2001 – 2020 годы, что позволило решить проблему эндогенности. Согласно полученным данным, изменчивость температуры имеет статистически значимое положительное влияние на базовую инфляцию, в то время как для продовольственного ИПЦ этот показатель не продемонстрировал значимости. Авторы связывают это тем, что температурные аномалии отражаются не только на аграрном секторе, но и на других компонентах потребительской корзины, в частности, на электроэнергии, тарифы на которую увеличиваются из-за роста производственных затрат в условиях экстремальной жары. Анализ фактора осадков выявил двоякий характер их воздействия. С одной стороны, прямое воздействие среднего уровня осадков на инфляцию является отрицательным, т.к. высокая урожайность при благоприятных условиях сдерживает цены. С другой стороны, нестабильность осадков, выраженная в нарушении привычных сроков и объемов их выпадения в течение сезона, демонстрирует положительную связь с инфляцией. Такой эффект обусловлен сокращением предложения сельскохозяйственной продукции из-за нарушения вегетационных циклов, что в конечном итоге ведет к росту цен на продовольствие и общий ИПЦ.

Исследований, сфокусированных на эмпирическом анализе климатических рисков на уровне отдельных стран, на данный момент крайне мало. Так, работа Yusifzada (2022) является одной из немногих, где оценивается воздействие температурных изменений на долгосрочную динамику инфляции в Азербайджане. Используя исторические данные за 2005 – 2020 годы и инструмент байесовской VAR-модели (BVAR), автор спрогнозировал годовую инфляцию на период 2021 – 2030 годы. В работе сопоставляются два сценария развития событий: «базовый», при котором температура составит 13,8°C, а уровень осадков – 415,6 мм, и «пессимистичный», предполагающий экстремальное потепление до 15°C при дефиците осадков до 395,6 мм. Для формирования прогнозов в рамках базового сценария использована модель ARIMA, на основе которой затем оценивалась реакция инфляции в модели BVAR при неблагоприятных климатических условиях. Результаты показали, что реализация наихудшего сценария может привести к инфляции на 2,1 п.п. к концу 2030 года, что превышает базовый показатель на 1,2 п.п. Важно подчеркнуть, что данные расчеты охватывают не только прямые физические риски, но и угрозы, связанные с энергопереходом. Последние подразумевают реализацию низкоуглеродной политики, способной снизить доходы от экспорта углеводородов – ключевого сектора экономики Азербайджана. Автор приходит к выводу, что изменение климата трансформирует не только сезонные колебания,

но и оказывает долгосрочное воздействие на инфляцию. В качестве ответных мер рекомендуется внедрение комплексного плана действий, включая инструменты денежно-кредитного стимулирования для поддержки перехода к более экологичным технологиям.

Обзор вышеупомянутой литературы указывает на возможное влияние изменения климата на инфляцию, хотя масштабы и характер этого влияния зависят от целого ряда факторов. Результаты исследований по группам стран различаются в основном в зависимости от географического положения (включая экосистемы и базовые климатические условия) и состояния и структурные особенности их экономики. Эти различия также изменяют каналы трансмиссии влияния на инфляцию, предполагая, что сельскохозяйственная отрасль для развивающихся стран, по-видимому, является общим каналом трансмиссии, через который изменчивость климата влияет на инфляцию в этих странах. Взаимосвязь также объясняет, почему повышение температуры в период вегетации сельскохозяйственных культур, вероятнее всего, влияет на уровень инфляции, что в основном и обнаружено в проанализированных исследованиях, хотя для некоторых развитых стран это также имело существенное значение.

В литературе далее раскрываются различия в измерении климатических переменных: температура выражается с помощью SPEI, средних значений или аномальных показателей температуры, а осадки фиксируются с помощью абсолютных средних значений, показателей волатильности или также в виде аномальных значений. В целом, в подавляющем большинстве исследований делается вывод о том, что эти климатические изменения влияют на инфляцию, и лишь в нескольких исследованиях говорится об отсутствии статистически значимого влияния.

Вместе с тем эмпирические исследования на страновом уровне остаются малочисленными, а работ, посвященных Кыргызстану, до настоящего времени не проводилось. Данный пробел в литературе подчеркивает высокую актуальность изучения потенциального влияния температурных колебаний и режима осадков (агрегированных в индексе SPEI) на инфляцию в специфических контекстах экономики Кыргызстана.

3. Сельскохозяйственная отрасль как трансмиссионный канал изменения климата

В работе сельскохозяйственная отрасль выступает ключевым трансмиссионным каналом влияния изменения климата. Экономика Кыргызстана характеризуется высокой степенью аграрной зависимости: в отрасли занято около 18% экономически активного населения, а общая доля всего населения, занятого в сельском хозяйстве, достигает 60% от общей численности населения.

Кроме того, по состоянию на 2022 год вклад аграрной отрасли в ВВП страны составил 11% (НСК КР, 2023 г.).

Согласно данным НСК, основными сельскохозяйственными продуктами, выращиваемыми в Кыргызстане, являются зерновые культуры (пшеница, ячмень и кукуруза), картофель и овощи. В 2022 году общий урожай составил 1 867,3 тыс. т зерновых, 1 275 тыс. т картофеля и 1 163,6 тыс. т овощей (Табл. 1), что позволило в целом обеспечить внутренний спрос на базовую потребительскую корзину продовольственных продуктов. Однако в части хлебобулочных изделий страна остается зависимой от внешних поставок, поскольку около половины потребляемой пшеницы импортируется из Казахстана.

Таблица 1. Производство основных сельскохозяйственных продуктов в Кыргызской Республике (тыс. т)

Продукты	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Зерно (вес после переработки)	1781,4	1856,0	1329,1	1867,3	1623,8
Пшеница (вес после переработки)	601,2	629,1	362,7	592,5	440,4
Ячмень (вес после переработки)	465,9	510,2	274,0	539,6	382,1
Кукуруза	711,8	714,1	691,1	732,6	799,9
Рис (вес после переработки)	41,2	44,5	46,3	44,2	46,8
Бобовые (вес после переработки)	108,6	107,2	85,5	80,7	72,3
Включая бобы	102,5	103,6	82,6	78,3	69,9
Сахарная свекла (продукт производства)	741,1	448,8	365,6	468,1	621,0
Хлопок (фиксированный вес)	80,2	72,8	66,9	76,5	63,5
Картофель	1373,8	1327,2	1289,1	1275,0	1286,8
Овощи	1133,6	1131,2	1114,1	1163,6	1216,6
Дыни	245,8	261,5	224,9	226,1	235,6
Фрукты и ягоды	269,5	278,0	266,4	275,5	278,9

В соответствии с отчетами ВБ и АБР, а также ТЭО, проведенным агентствами ООН, сельскохозяйственная отрасль Кыргызстана уже испытывает на себе последствия изменения климата, и текущие прогнозы указывают на дальнейшее ухудшение.

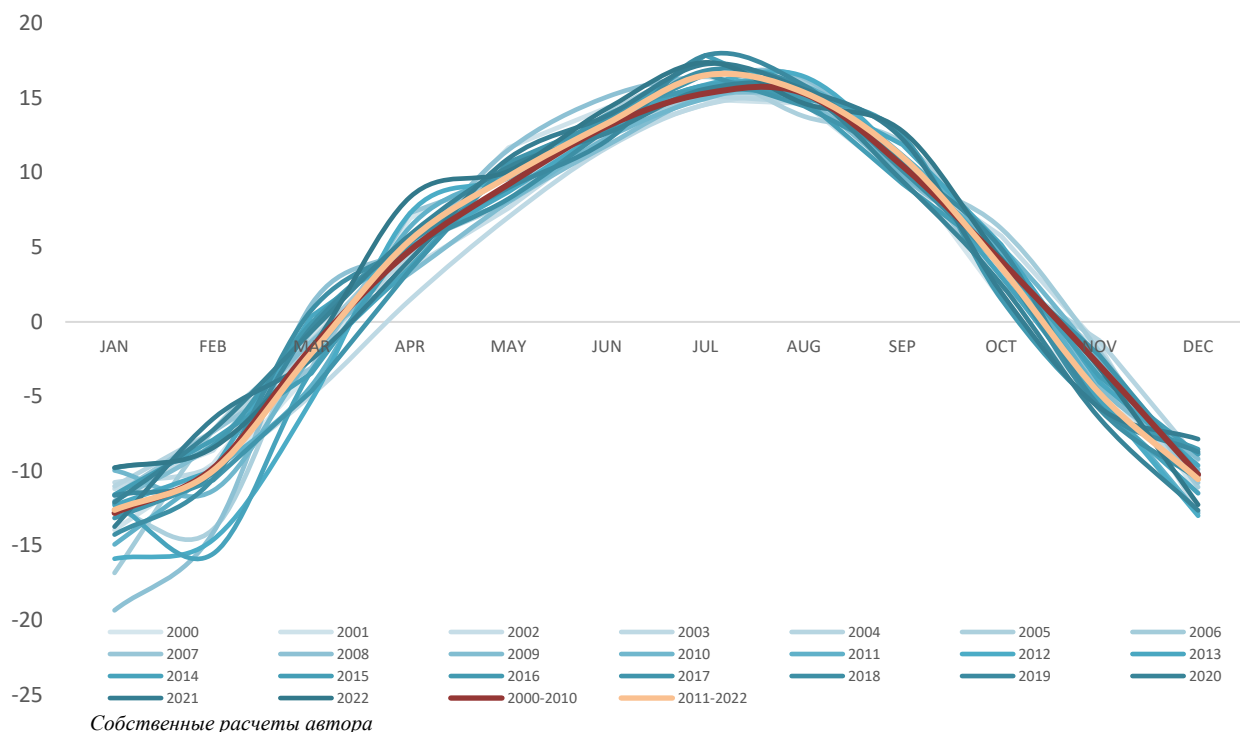
В отчете «Профиль климатических рисков: Кыргызская Республика (2021)» отмечается, что среднегодовые убытки в сельском хозяйстве в результате стихийных

бедствий с 1991 по 2011 год составили не менее 14 млн долларов США в основном из-за засухи и дефицита воды.

Исследования ООН выделяют растениеводство как сектор экономики с наивысшей степенью уязвимости к климатическим шокам в Кыргызстане. Прогнозируется, что экстремальные засухи способны негативно затронуть до трети (30%) пахотных земель страны⁸, что создает прямые риски для продовольственной безопасности и стабильности цен.

Анализ данных о температуре, осадках и основных сельскохозяйственных продуктах показал результаты, которые согласуются выводами авторов вышеупомянутых исследований. Так, на Рис. 1 показаны изменения средних сезонных температур с 2000 по 2022 год. Сравнительный анализ двух десятилетий (2000 – 2010 гг. и 2011 – 2022 гг.) выявил разнонаправленную динамику: средние осенние и зимние температуры в Кыргызстане снизились на 1,7 и 0,26°C. В тоже время весна и лето характеризуются резким ростом температур примерно на 0,84 и 1,5°C соответственно (см. Рис. 1), что указывает на усиление термического стресса в ключевые фазы вегетации.

Рисунок 1. Историческая среднемесячная суточная температура в Кыргызстане с 2000 по 2022 годы



Что касается изменений в характере осадков, то среднее сезонное количество осадков уменьшилось во всех сезонах с 2000 по 2010 гг. и с 2011 по 2022 гг. (см. Рис. 2). Наиболее

⁸ В соответствии с отчетом ВБ и АБР Кыргызская Республика подвержена двум типам засухи: 1) метеорологической, как правило, связанной с дефицитом осадков, и 2) гидрологической, как правило, связанной с дефицитом поверхностного и подземного стока, потенциально возникающего в более обширных речных бассейнах региона.

значительное снижение произошло зимой, с примерно 29 до 16 мм, в то время как в другие сезоны спад составил около 1 мм.

Кроме того, как показывают данные Рис.1, в течение последних десятилетий Кыргызстан в масштабе всей страны пережил четыре засухи: в 2008, 2012, 2014 и 2021 годах. В эти засушливые годы осадки сократились почти во все сезоны, за исключением нескольких незначительных случаев. (см. Рис. 2).

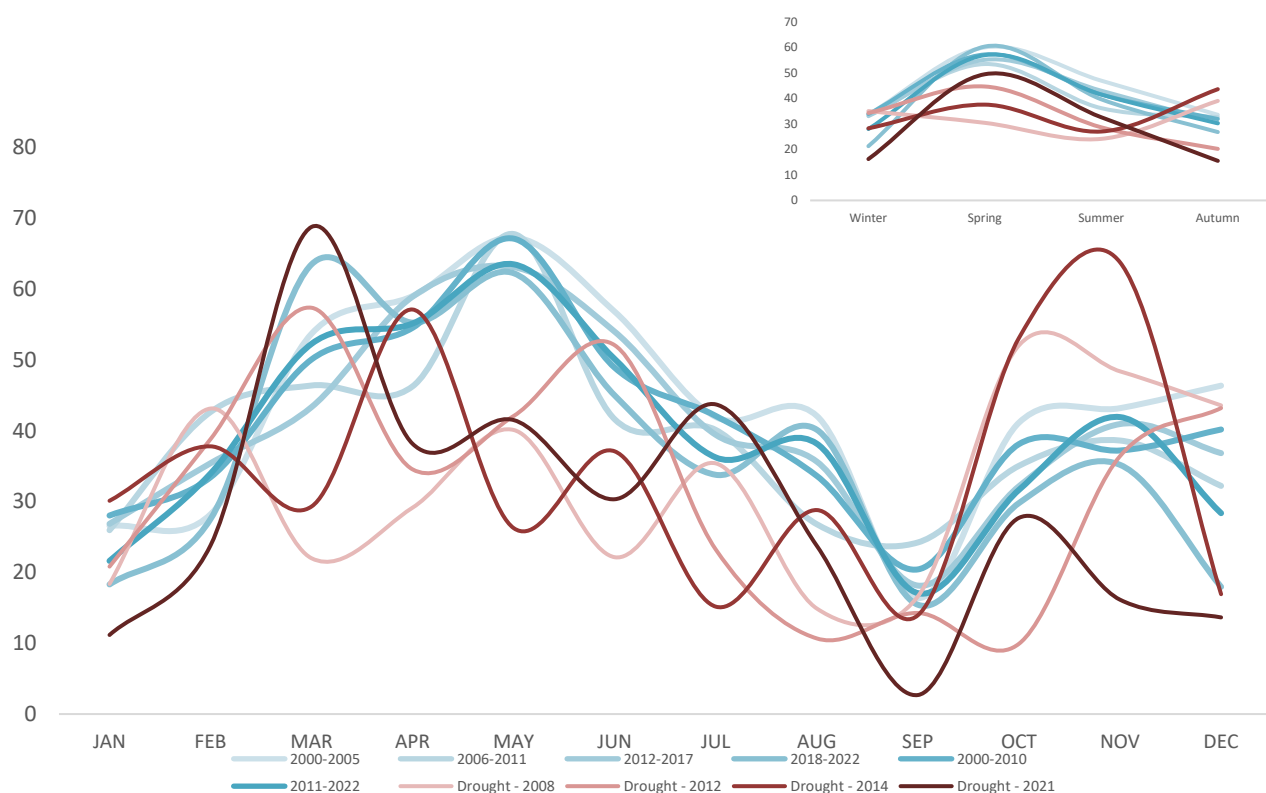
Особо следует отметить значительное сокращение осадков в летний период, причем минимальное значение составило 24 мм в 2008 году, снизившись примерно на 42% по сравнению со средними сезонными осадками в 2011 – 2022 годы (нормальные условия).

В 2021 году количество осадков летом составило 32 мм, что на 5 мм больше, чем во время предыдущих засух, но примерно на 9 мм меньше, чем среднее сезонное количество осадков в 2011-2022 годы.

Весенние осадки засухи 2021 года в среднем составили 49 мм, что также выше, чем во время предыдущих засух, но примерно на 7 мм ниже нормы.

В отличие от этого зимние и осенние осадки в 2021 году достигли рекордно низких значений – 16 и 15,5 мм соответственно, что составляет примерно половину от количества осадков во время предыдущих засух и нормы.

Рисунок 2. Историческое среднеемесячное суточное количество осадков в Кыргызстане с 2000 по 2022 год

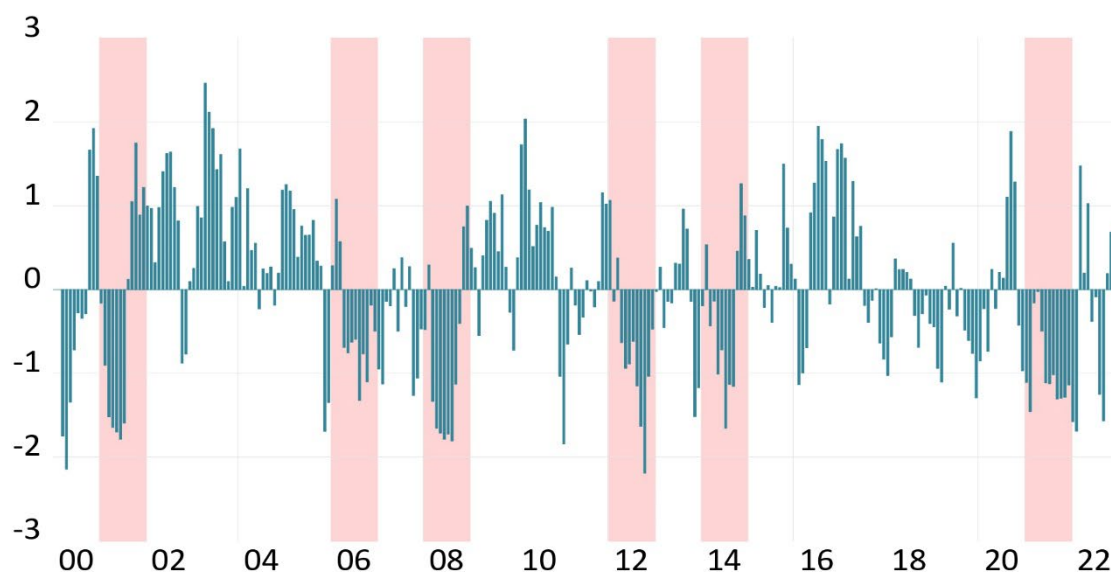


Собственные расчеты автора

В качестве альтернативы, используя агрегированные данные о температуре и осадках, а также факторы влажности почвы и эвапотранспирации, можно получить SPEI-индекс засухи, который измеряет ее уровень с учетом как интенсивности, так и продолжительности (более подробная информация о расчете и методе индекса SPEI приведена в следующем разделе).

Рис. 3 отражает динамику индекса SPEI с 2000 по 2022 годы, которая согласуется с ранее описанными общими изменениями данных об осадках и температуре. Индекс также указывает, что за этот период в Кыргызстане было зафиксировано четыре пика экстремальной засухи: 2008, 2012, 2014 и 2021 годы. Эти периоды характеризовались как высокой интенсивностью (индекс SPEI превышал -1), так и значительной продолжительностью (засушливые условия сохранялись практически весь год)⁹.

Рисунок 3. Исторический ежемесячный индекс SPEI в Кыргызстане с 2000 по 2022 годы

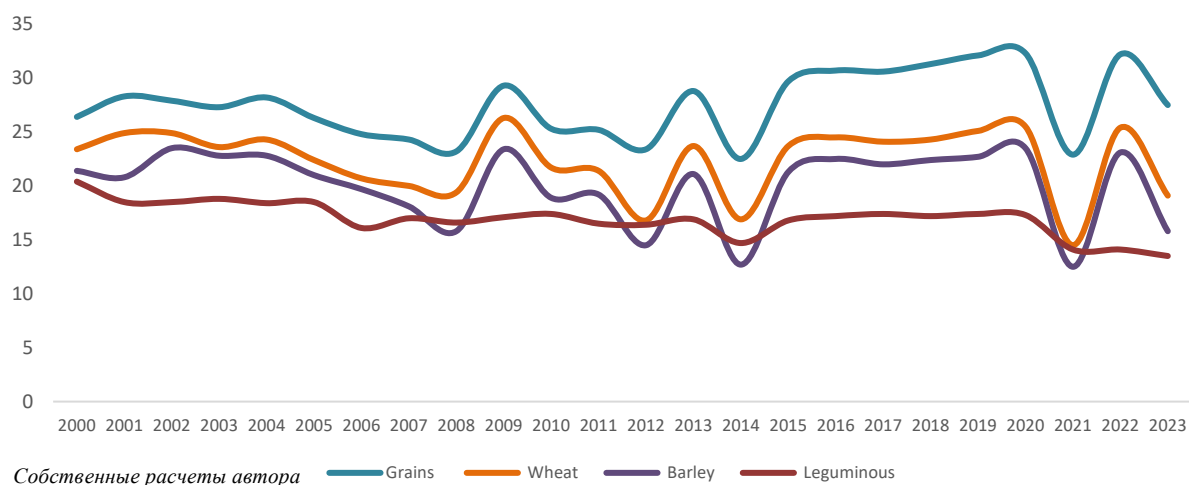


Собственные расчеты автора. SPEI рассчитывается на основе данных об осадках и климатическом водном балансе (разница между осадками и потенциальной эвапотранспирацией (ПЭ)) за 3-месячные периоды накопления, при помощи консоли Windows, разработанной CSIC (2009 г.), с трехмесячным интервалом накопления.

Табл. 1 подтверждает прямую связь между засухами и аграрным сектором: средняя урожайность зерновых культур в эти периоды падала примерно на 27% относительно двух предыдущих лет. Согласно Рис. 4, наиболее резкое сокращение урожайности с гектара для пшеницы, ячменя и зернобобовых культур зафиксировано в 2021 году (на 29,0%, или 9,4 центиля) и 2014 году (на 21,9%, или 6,6 центиля). Ранее, в 2008 и 2012 годы, спад был менее выраженным, на 0,9 (4,5%) и 2,2 центиля (7,1%) соответственно. Если эта тенденция сохранится, будущие засухи могут привести к снижению урожайности более чем на треть (30%).

⁹ Кроме того, 2001 и 2006 годы можно считать засушливыми. В 2001 году засуха характеризовалась в основном своей интенсивностью, со средним SPEI -1,5 с февраля по июль. В то же время в 2006 году эта классификация обусловлена, в первую очередь, длительностью засухи с апреля по декабрь.

Рисунок 4. Урожайность зерновых культур на гектар в Кыргызстане (2000-2023 гг.)



Влияние колебаний температуры и осадков на сельское хозяйство, помимо прямого ущерба от засухи, остается предметом дискуссий и не дает четкой картины. Предварительный описательный анализ пока не позволяет сделать однозначных выводов.

Более того, необходимо признать, что потенциал индекса SPEI для прогнозирования в аграрном секторе и экономике Кыргызстана, а также механизмы, связывающие климатические изменения с инфляцией, до сих пор не получили должного внимания со стороны исследователей.

Учитывая стратегическую роль сельского хозяйства в экономике республики, данный сектор рассматривается как основной канал трансмиссии климатических шоков в ИПЦ. Предлагаемая аналитическая структура иллюстрирует этот механизм: засушливые условия, фиксируемые индексом SPEI, ведут к снижению урожайности зерновых культур, что провоцирует рост цен на продовольствие и оказывает прямое повышательное давление на продовольственный ИПЦ. Далее этот эффект может косвенно распространяться на общий ИПЦ через макроэкономические каналы, включая денежную массу, внешнюю торговлю и номинальный обменный курс, которые способны как усиливать, так и уменьшать инфляционное воздействие.

Таким образом, данная структура учитывает как прямую роль аграрного сектора, так и опосредованное влияние ключевых макроэкономических переменных при формировании связи между климатическими изменениями и инфляцией.

4. Методология и описание данных

4.1. Макроэкономические переменные

В данной работе используются данные месячных временных рядов по Кыргызстану с 2000 по 2022 годы. В анализ включены следующие макроэкономические переменные:

- индекс цен на продовольственные товары ФАО (FAO);
- общий ИПЦ Республики Казахстан (CPI_KAZ);
- общий ИПЦ России (CPI_RUS);
- регулируемые цены (ADM_PRICES);
- общий урожай зерновых культур (GRAIN_CROPS);
- денежная масса (M2);
- номинальный обменный курс (NER);
- объем импорта (IMP) и экспорта (EXP);
- разрыв ВВП (GDP_GAP);
- общий индекс потребительских цен (CPI) и продовольственный ИПЦ (Food_CPI).

Основным источником макроэкономических данных послужили официальные бюллетени НБКР. Внешние показатели были дополнены данными из открытых статистических баз: продовольственный индекс ФАО, а также индексы ИПЦ Казахстана и России, полученные из официальных ресурсов соответствующих центральных банков. При выборе переменных мы руководствовались экономической теорией, институциональными знаниями и предыдущими исследованиями, отражающими ключевые каналы, через которые климатические потрясения могут влиять на инфляцию.

Общий и продовольственный ИПЦ Кыргызстана, разрыв ВВП, ИПЦ Казахстана и России и административно регулируемые цены измеряются как месячные показатели на национальном уровне. Торговые данные, включающие импорт и экспорт, измеряются в миллионах долларов США, а денежная масса – в миллионах кыргызских сомов. Эти переменные затем преобразуются в темпы роста. Номинальный обменный курс также выражается в виде темпов роста.

Перед оценкой все переменные (за исключением урожайности зерновых культур) преобразуются в кумулятивные ряды и корректируются с учетом сезона с помощью процедуры сезонной корректировки X-13, реализованной в EViews. Затем ряды, скорректированные с учетом сезона, выражаются в натуральных логарифмах и масштабируются по шкале 100. Затем переменные вновь преобразуются в виде темпов роста.

Для анализа урожайности зерновых культур в Кыргызстане использовались данные о годовом производстве, выраженном в тоннах, предоставленные НСК. Для создания месячного ряда годовая урожайность была разделена и равномерно распределена с июня по октябрь (месяцы сбора урожая) в соответствии с календарем зерновых культур (USDA FAS, IPAD), а месяцы, не относящиеся к сбору урожая, приравнены к нулю, чтобы отразить

истинные нулевые значения. Хотя этот подход предполагает равное ежемесячное распределение в течение сезона сбора урожая, он подходит для анализа, поскольку основная экономическая и политическая значимость заключается в общем годовом объеме производства, а не в межсезонных колебаниях. Для стабилизации дисперсии и уменьшения асимметрии ряд логарифмически был преобразован с помощью $\ln(1 + y_{t,m})$, что позволяет включать нулевые значения.

Таким образом, эта процедура сохраняет первичную информацию, представляющую интерес. Дальнейшие корректировки не производились, и эта версия ряда была использована в модели¹⁰.

Кроме того, было введено несколько бинарных переменных для учета исключительных всплесков в периоды экономических или политических потрясений, а также месячные бинарные для контроля сезонности. Эти переменные включены в экзогенную часть модели.

4.2. Климатические индикаторы

Климатические переменные получены из базы данных Отдела климатических исследований (CRU) Университета Восточной Англии через портал знаний Всемирного банка. Набор данных CRU TS (Time-Series) представляет собой широко используемую сеточную выборку с разрешением $0,5 \times 0,5$ по широте и долготе. Он включает высокодетализированные ежемесячные наземные наблюдения (за исключением Антарктиды), охватывающие период с 1901 года и обновляемые ежегодно. Данные формируются на основе месячных полей наблюдений, рассчитанных из ежедневных или внутрисуточных (sub-daily) показателей национальных метеорологических служб и обширных сетей метеостанций с применением метода интерполяции взвешенных угловых расстояний (ADW). Набор данных содержит десять переменных, классифицированных как первичные, вторичные и производные. В настоящем исследовании использовались первичные переменные из версии CRU TS v. 4.07: фактическая среднемесячная температура и совокупные накопленные месячные значения осадков за 1901–2022 гг.

Данные переменные были преобразованы в стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI) для оценки IRF модели SVARX¹¹. SPEI, новый индекс засухи, разработанный Пиренейским институтом экологии (IPE-CSIC) в Сарагосе, Испания, измеряет

¹⁰ Важно отметить, что общий урожай зерновых культур используется только в качестве показателя производительности сельскохозяйственной отрасли и не предназначен для представления сельскохозяйственной отрасли в целом.

¹¹ Индекс SPEI схож с такими используемыми индексами, как стандартизированный индекс осадков (СИО) и индекс интенсивности засухи Палмера (ИИЗП). Однако SPEI использует более простой статистический подход по сравнению с ИИЗП, который учитывает такие факторы, как осадки, температура, влажность почвы и эвапотранспирация.

Кроме того, SPEI включает потенциальную эвапотранспирацию (ПЭ) в дополнение к осадкам, тогда как СИО опирается исключительно на данные об осадках.

уровень засухи с учетом как ее интенсивности, так и продолжительности. SPEI рассчитывается на основе осадков и климатического водного баланса (разницы между осадками и потенциальной эвапотранспирацией (ПЭ)) за i -месячные периоды накопления¹². Для данного исследования индекс получен с помощью программы, запущенной из консоли Windows, разработанной CSIC (2009 г.), с трехмесячным накопительным интервалом, с использованием месячных временных рядов осадков и средней температуры, а также географических координат наблюдательной станции. Из полученной переменной SPEI использованы только засушливые условия для отслеживания их влияния на общий и продовольственный ИПЦ.

4.3. Тесты стационарности и диагностика модели

Для оценки стационарности временных рядов были проведены расширенный тест Дики-Фуллера (ADF), тест Филиппса-Перрона (PP) и тест Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS). Результаты всех тестов подтвердили стационарность рядов. Оптимальная длина лага, определенная на основе информационного критерия Акаике (AIC), составила 12 периодов для обеих моделей, что удовлетворило диагностические тесты.

Для обеспечения устойчивости и достоверности полученных результатов был проведен ряд диагностических тестов. Однако из-за наложения блока экзогенности некоторые многомерные остаточные диагностические тесты приводят к вычислительной нестабильности при непосредственном применении к ограниченной VARX-модели. В связи с этим проверка на автокорреляцию и гетероскедастичность остатков проводилась на базе соответствующей неограниченной модели VAR. При этом условия стабильности и LR-tests на сверхидентифицируемость оценивались непосредственно для ограниченной спецификации. Результаты подтвердили динамическую стабильность моделей, а наложенные структурные ограничения оказались статистически состоятельными и согласующимися с эмпирическими данными.

4.4. Описание модели

В настоящей работе для анализа влияния шоков засухи на динамику внутренней инфляции используется структурная модель векторной авторегрессии с экзогенными переменными (SVARX). Засушливые условия оцениваются с помощью индекса SPEI, который рассматривается как строго экзогенный климатический процесс.

Эмпирическая база исследования включает ежемесячные данные и охватывает

¹² ПЭ представляет собой количество воды, которое может быть поглощено атмосферой в результате испарения с поверхностей, таких как почва, и транспирации из растений, если для осуществления данных процессов имеется достаточное количество воды.

12 переменных¹³.

Представление VARX-модели приведенной формы задается формулой:

$$z_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i z_{t-i} + \phi d_t + e_t \quad (1)$$

где:

- z_t – вектор переменных $N \times 1$ в момент времени t ;
- d_t ¹⁴ – детерминированные составляющие (сезонные и событийные бинарные переменные);
- e_t – вектор остатков приведенной формы.

Для отражения теоретической независимости глобальных и климатических факторов и наложения ограничений блока экзогенности на матрицы коэффициентов Φ_i вектор системы разбивается на блоки следующим образом:

$$z_t = [s_t, x_t, w_t, y_t]$$

В частности, блок засухи (s_t) и экзогенный блок (x_t) ограничены и зависят только от своих собственных прошлых значений, аналогично частично экзогенный блок (w_t) ограничен и зависит от своих собственных прошлых значений, а также на него влияет s_t , в то время как на эндогенный блок (y_t) влияют лаги всех переменных в системе.

- s_t – вектор SPEI_drought

$$s_t = \sum_{i=1}^p \Gamma_i s_{t-i} + e_{s,t}$$

- x_t – вектор экзогенного блока, где каждая переменная x зависит только от своих собственных прошлых значений с лагом один (ограничение только собственными лагами):

$$x_t = \sum_{i=1}^p \gamma_i x_{t-i} + \phi_x d_t + e_{x,t}$$

включая:

- мировые цены на продовольственные товары (FAO);
- ИПЦ Казахстана;
- ИПЦ России;

¹³ С этой целью в работе используются две похожие друг на друга модели: одна для общего ИПЦ, а вторая для продовольственного ИПЦ, чтобы сравнить полученные результаты.

¹⁴ Включены три бинарные переменные для геополитических событий и переменная для интервенций НБКР, которые появляются только в уравнении для номинального обменного курса (НОК).

- регулируемые цены (adm_prices).
- w_t – вектор частично экзогенного блока:

$$w_t = \sum_{i=1}^p \delta_i w_{t-i} + \sum_{i=1}^p \theta_i s_{t-i} + \phi_w d_t + e_{w,t}$$

включая:

- общий урожай зерновых культур;
- импорт;
- экспорт.
- y_t – вектор эндогенных переменных, включая:

$$y_t = \sum_{i=1}^p A_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \Gamma_i s_{t-i} + \sum_{i=1}^p \gamma_i x_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i w_{t-i} + \phi_y d_t + e_{y,t}$$

где:

- общий/продовольственный ИПЦ;
- номинальный обменный курс (NER);
- денежная масса (M2);
- разрыв ВВП.

Для оценки параметров модель выражается компактно следующим образом:

$$z_t = B_1 x_{t-1} + e_t \quad (2)$$

где x_{t-1} включает все лаги z_t и детерминированные составляющие, а B_1 – матрица ограниченных коэффициентов $N \times K$ (K – общее количество переменных в x_t). e_t – вектор остатков приведенной формы $N \times 1$ с ковариационной матрицей $\Sigma_e = E(ee')$.

Для идентификации одновременных эффектов и выделения структурных шоков модель (2) преобразуется в структурную форму (SVARX):

$$A_0 z_t = A_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

где A_0 – матрица $N \times N$, отражающая мгновенные (одновременные) взаимодействия между переменными, $A_1(A_0 B_1)$ – матрица коэффициентов $N \times K$, связывающая лагированные значения эндогенных переменных и экзогенные репрессоры (x_{t-1}) со структурными уравнениями системы, ε_t – вектор $N \times 1$ структурных шоков/инноваций, которые считаются «ортогональными» (взаимно некоррелированными), что выражается следующим условием:

$$E[\varepsilon_t \varepsilon_t'] = \Sigma_\varepsilon = \text{diag}(\sigma_1^2, \dots, \sigma_N^2).$$

Остатки приведенной формы e_t связаны со структурными шоками:

$$e_t = A_0^{-1} \varepsilon_t, \quad \Sigma_e = A_0^{-1} \Sigma_\varepsilon (A_0^{-1})'.$$

Если оставить A_0 свободным (ненормализованной формой), модели SVARX можно записать в виде:

$$Az_t = A_1 x_{t-1} + B \eta_t \quad (4)$$

где $A = A_0$, $A_1 = B_1 A_0$, η_t обозначает нормализованные структурные шоки с единичной дисперсией, а B является диагональным и содержит стандартные ошибки структурных шоков. Соотношение между нормализованными и ненормализованными шоками задается $\varepsilon_t = B \eta_t$.

Подставляя VARX-модель приведенной формы в уравнение (4), получаем:

$$A(B_1 x_{t-1} + e_t) = A_1 x_{t-1} + B \eta_t \quad (5.0)$$

которая после отмены условий демонстрирует связь между остатками приведенной формы и структурными шоками:

$$A e_t = B \eta_t \quad (5.1)$$

Для анализа IRF целесообразно получить структурные шоки, нормализованные к единичной дисперсии η_t (единичная дисперсия), которые можно получить из:

$$\eta_t = D^{-1} \varepsilon_t, \text{ or } \eta_t = B^{-1} A e_t, \quad D = \text{diag}(\sigma_t) \quad (5.2)$$

где D содержит стандартные ошибки шоков.

Далее для восстановления структурных шоков и последующего анализа импульсных откликов необходимо идентифицировать матрицы A и B . Система включает $n = 12$ переменных, упорядоченных рекурсивно в соответствии с их степенью экзогенности. Оценка модели приведенной формы позволяет получить $n(n+1)/2 = 78$ уникальных элементов ковариационной матрицы остатков Σ_e .

В структурной модели SVARX матрица A потенциально содержит $n^2 - n = 132$ свободных элемента (за вычетом единичной диагонали). Для идентификации системы накладываются 66 нулевых ограничений на элементы выше главной диагонали и 10 дополнительных ограничений на элементы ниже диагонали матрицы A , используя рекурсивное разложение (Холецкого).

Поскольку матрица авторегрессионных коэффициентов B ограничена на этапе приведенной формы (путем наложения блока экзогенности), общее число ограничений превышает необходимый минимум для идентификации. Это делает систему сверхидентифицируемой (over-identified). Валидность данных ограничений проверяется с

помощью теста отношения правдоподобия (LR), который подтверждает согласованность структурной модели с эмпирическими данными. Наложённые на матрицы A и B ограничения учитывают два аспекта: поведенческие взаимосвязи (матрица A) и структуру динамического отклика (матрица B). В соответствии с рекурсивным порядком шоки индекса SPEI рассматриваются как строго экзогенные по отношению ко всем остальным одновременным и лагированным переменным в системе, что позволяет изолировать чистый эффект климатического воздействия.

В соответствии с принятой схемой идентификации индекс SPEI (засуха) упорядочен первым. Это основано на допущении, что климатический шок влияет на все остальные переменные системы как одновременно, так и с лагом, в то время как сам индекс не реагирует на шоки других переменных внутри того же периода.

Далее в структуре рекурсивного разложения следуют внешние факторы: индекс продовольственных цен ФАО, показатели инфляции в странах – основных торговых партнерах (ИПЦ Казахстана и России) и административно регулируемые цены (Adm_prices). Предполагается, что эти переменные оказывают мгновенное влияние на последующие компоненты системы (за исключением SPEI и урожайности), но сами не подвержены одновременному воздействию со стороны внутренних макроэкономических показателей.

Далее GRAIN_CROP, IMP, EXP, NER, M2 и GDP упорядочены таким образом, чтобы отразить прямые и косвенные эффекты потрясений SPEI на сельскохозяйственную, торговую и макроэкономическую деятельность. В конце разложения находятся CPI/Food_CPI, что отражает предположение о том, что эти индексы цен реагируют в одном и том же периоде и с задержкой на все другие переменные в системе, тем самым отражая как немедленные, так и отложенные ценовые эффекты.

Таким образом, такое разложение соответствует представлению о том, что шоки распространяются в экономике последовательно, причем некоторые переменные реагируют на определенные шоки с нулевым лагом, а другие реагируют косвенно через последующие трансмиссионные каналы.

Впоследствии A и B рекурсивной SVARX-модели сверхидентифицируются и задаются

как:

$$Ae_t = \begin{bmatrix} NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & NA & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & NA & NA & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ NA & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 & 0 & 0 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 & 0 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 & 0 \\ NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & NA & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SPEI_DROUGHT \\ FAO \\ CPI_KAZ \\ CPI_RUS \\ ADM_PRICES \\ GRAIN_CROPS \\ IMP \\ EXP \\ NER \\ M2 \\ GDP_gap \\ CPI/Food_CPI \end{bmatrix}$$

$$B\eta_t = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & NA \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SPEI_DROUGHT \\ FAO \\ CPI_KAZ \\ CPI_RUS \\ ADM_prices \\ GRAIN_CROPS \\ IMP \\ EXP \\ NER \\ M2 \\ GDP_gap \\ CPI/Food_CPI \end{bmatrix}^{15}$$

5. Результаты и обсуждение: Влияние засухи на инфляцию и связанные переменные в Кыргызстане

5.1. Импульсные отклики CPI и Food_CPI

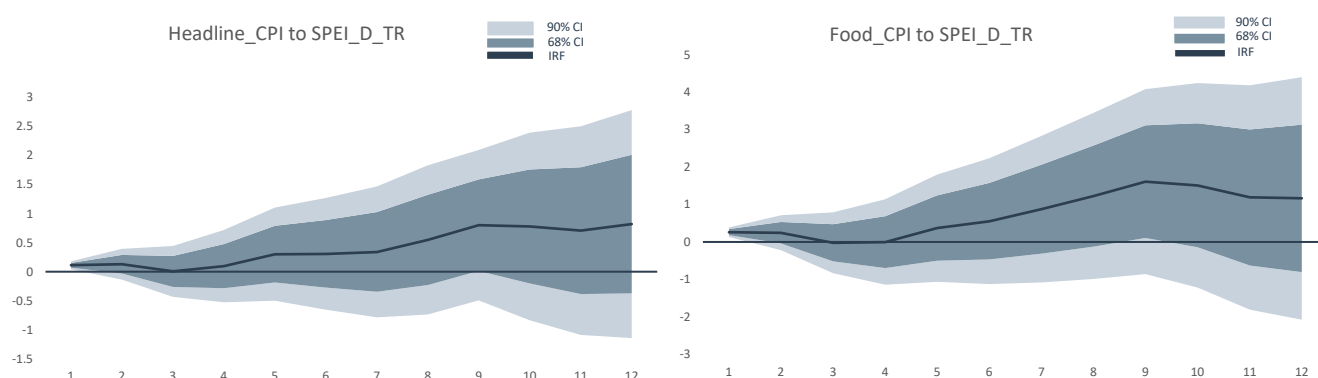
Результаты модели SVARX, базирующиеся на сверхидентифицируемой рекурсивной спецификации, подтверждают, что негативные шоки засухи оказывают значимое влияние на инфляционную динамику в Кыргызстане. При этом для общего и продовольственного ИПЦ характерны существенные различия в лагах и амплитудах реакций. Кумулятивные функции IRF рассчитаны на основе структурного шока величиной в одно стандартное отклонение, что эквивалентно 0,59 единицы индекса SPEI. Анализ полученных результатов проводится при 90%-ных доверительных интервалах (ДИ), если не указано иное. Дополнительно, для более детальной оценки чувствительности модели, представлены 68%-ные доверительные интервалы.

¹⁵ -1 означает отрицательное воздействие на переменные SPEI, приводящее к засухе.
NA являются свободными параметрами.
Диагональ = 1 (нормализованная) в матрице A

Динамика кумулятивных IRF (Рис. 5) показывают, что отрицательный импульс SPEI с одной стандартной ошибкой увеличивает общий ИПЦ на 0,07–0,13 п.п. в течение первых двух месяцев. Затем следует отложенный эффект в девятом месяце, когда общий ИПЦ повышается на 0,8 п.п. (результат статистически значим при 68% ДИ). Для сравнения, кумулятивный отклик продовольственного ИПЦ выражен более интенсивнее: рост на 0,3 п.п. наблюдается уже в первые два месяца, достигая 1,3 п.п. к восьмому месяцу с последующим пиковым значением в 1,7 п.п. на девятом месяце. Однако следует отметить, что для обоих индексов инфляционное воздействие в 8-9 месяцах является статистически значимым только при 68% ДИ.

В целом импульсные отклики показывают, что шоки засухи оказывают значительно более сильное влияние на Food_CPI, чем на общий CPI, причем их величина примерно в два раза выше. Данная закономерность подтверждает высокую чувствительность продовольственных цен к засухе и согласуется со структурой потребительской корзины Кыргызстана. Поскольку продовольственные товары занимают в ней около 46%, они выступают основным каналом трансмиссии, через который климатические шоки транслируются в общую инфляцию.

Рисунок 5. Аккумулятивный отклик на инновации структурной VAR-модели 68–90% ДИ с использованием аналитических асимптотических стандартных отклонений



Кроме того, IRF показывают, что негативные инновации индекса SPEI транслируются на общий и продовольственный ИПЦ через каскадное влияние на ряд макроэкономических показателей (см. Рис. 6). Производство зерна подвергается наиболее непосредственному воздействию, демонстрируя резкое и статистически значимое снижение в течение первых пяти месяцев, с пиковым совокупным снижением на 10 п.п. в 5-6 месяцах. Это может подтверждать, что засушливые условия напрямую снижают урожайность сельскохозяйственных культур, указывая на зависимость страны от неорошаемого земледелия.

Связанное с засухой сокращение производства зерна вызывает последовательные изменения в торговых потоках. Объем импорта увеличивается на 2,8–5,9 п.п. в первые четыре месяца, что отражает попытки компенсировать внутренний дефицит. Однако экспорт, по-

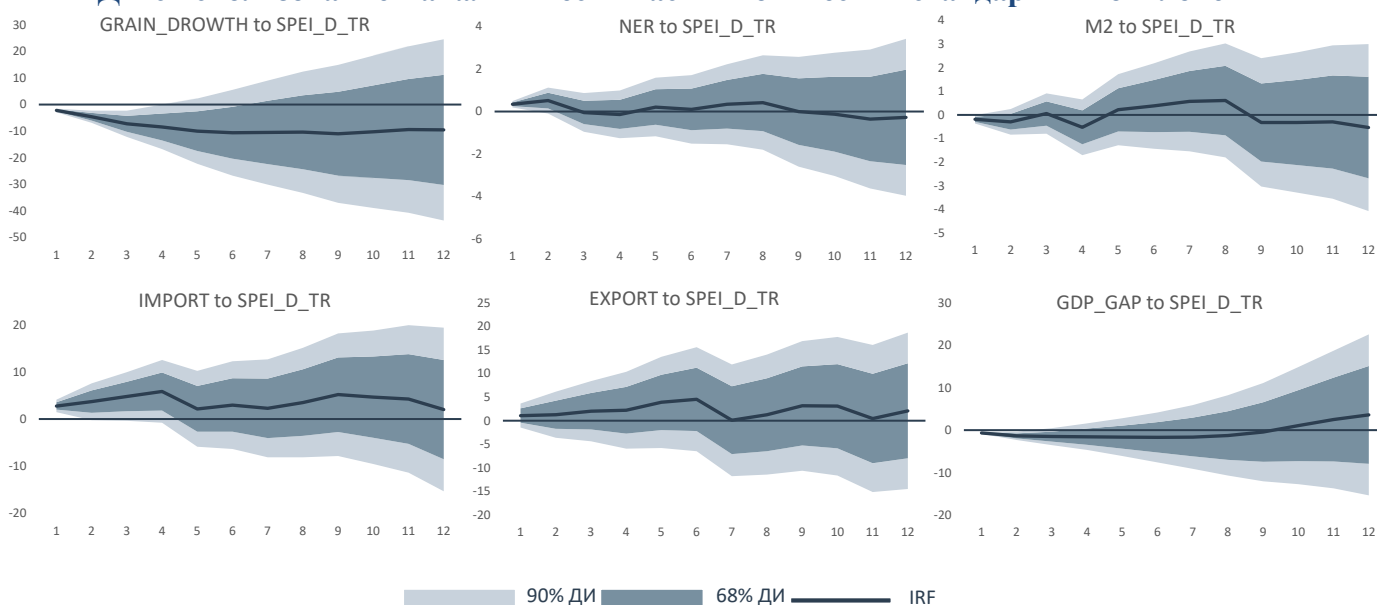
видимому, меньше напрямую связан с шоком, вызванным засухой. В результате вызванные засухой сбои в поставках сельхозпродукции, в первую очередь, влияют на экономику через сокращение внутреннего предложения и повышение зависимости от импорта, а не через сокращение экспорта. Это свидетельствует о высокой адаптивности торговой системы Кыргызстана к аграрным шокам при сохранении уязвимости перед внешними ценами.

Номинальный обменный курс также демонстрирует статистически значимую реакцию на шоки засухи: наблюдается обесценение валюты на 0,3–0,5 п.п. в первые два месяца. Эти изменения, вероятно, отражают трансляцию торговых дисбалансов, вызванных засухой: снижение объемов урожайности приводит к росту импорта, оказывая дополнительное давление на национальную валюту. Синхронное изменение роста объемов импорта и ослабление курса сома свидетельствует о том, что увеличение импорта способствует давлению на обменный курс, что, в свою очередь, усиливает перенос на CPI и Food_CPI.

Кроме того, в первые два месяца M2 падает на 0,2–0,3 п.п., что является реакцией на шок, вызванный засухой. Вероятной интерпретацией является эндогенная реакция монетарной политики: валютное давление побуждает НБКР ограничивать ликвидность, сокращая денежную массу, для стабилизации обменного курса и сдерживания инфляции. Однако это сопровождается реальными издержками. Разрыв выпуска (GDP gap) ухудшается на 0,6–1,3 п.п. в течение первых трех месяцев, причем эффекты статистически значимы как при 68, так и при 90% ДИ.

Таким образом, формируется следующая цепочка трансмиссии: снижение объема сельскохозяйственного производства, рост импорта, обесценение валюты и ужесточение ликвидности, что приводит к краткосрочному сокращению экономической активности на фоне инфляционного давления.

Рисунок 6. Аккумулятивный отклик на инновации структурной VAR-модели 68-90% ДИ с использованием аналитических асимптотических стандартных отклонений



5.2. Триангуляция каналов трансмиссии: Отклики на инновации других переменных

Учитывая тесную взаимосвязь ряда показателей с индексом SPEI, в данном разделе анализируются импульсные отклики общего и продовольственного ИПЦ на структурные инновации других переменных системы (в размере одного стандартного отклонения). Эти результаты служат важным дополнением (триангуляцией) к пониманию механизмов трансмиссии, описанных ранее. Ключевой вывод заключается в том, что в ответ на эти структурные шоки динамика общего и продовольственного ИПЦ демонстрирует синхронность в направлении своих изменений, при этом наблюдаются существенные различия в их амплитуде.

Анализ шоков урожайности (GRAIN_CROP) не выявил прямого статистически значимого влияния на оба ИПЦ. Это несмотря на предыдущие наблюдения о чувствительности урожая к засухам. Вероятно, компенсация дефицита происходит за счет внешнеторговых потоков, что сглаживает дефицит сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, структурные шоки импорта и экспорта напрямую определяют условия внутреннего предложения и, следовательно, уровень цен. Положительный шок импорта (рост объема ввозимых товаров) приводит к увеличению общего ИПЦ на 0,2–0,3 п.п. и продовольственного на 0,3–0,4 п.п. в течение первого квартала (см. Рис. 7 и 8 соответственно). В то время как экспортные шоки не оказывают значимого влияния на инфляционные показатели. Эти выводы подтверждают работу канала торговой корректировки: импортные потоки оперативно реагируют на производственные сбои. Рост импорта, с одной стороны, восполняет нехватку внутреннего предложения, но с другой – транслирует инфляционное давление через механизмы импортируемой инфляции и логистические издержки.

Шоки номинального обменного курса демонстрируют положительное влияние на оба показателя инфляции. В частности, обесценение национальной валюты вызывает рост общего ИПЦ примерно на 0,3 п.п. с достижением пика в четвертом месяце. Этот эффект еще более выражен для продовольственного сегмента: цены на продукты питания повышаются на 0,4 п.п. к четвертому месяцу и достигают 0,63 п.п. к девятому месяцу. Несмотря на то что влияние на продовольственные товары выглядит более устойчивым по сравнению с общей инфляцией, данная продолжительность сохраняет статистическую значимость только в рамках 68% ДИ. Полученные результаты подтверждают значимость эффекта переноса валютного курса, где обесценение сома усиливает давление импортных цен, что критично для продовольственного рынка с высокой долей импортной продукции.

Отклик общего ИПЦ на положительный шок разрыва выпуска (GDP gap) является положительным и статистически значимым (при 90% ДИ). В то время как для продовольственного ИПЦ значимой реакции при данном доверительном интервале не

зафиксировано. Такой отклик Food_CPI свидетельствует о том, что циклические колебания GDP gap играют ограниченную роль в формировании цен на продовольствие. В отличие от них общая инфляция более чувствительна к факторам GDP gap, что объясняется наличием в ее структуре услуг и неторгуемых товаров, стоимость которых в большей степени зависит от динамики внутренних доходов и экономической активности.

Кроме того, структурные инновации строго экзогенных переменных оказывают статистически значимое воздействие на оба показателя инфляции. Положительные шоки мировых цен на продовольствие (индекс ФАО) провоцируют рост обоих индексов ИПЦ, при этом наблюдается более интенсивный и оперативный перенос на Food_CPI (от 0,1 до 1,4 п.п. с первого по четвертый месяц) и увеличение общего ИПЦ примерно на 0,4 п.п. к третьему месяцу (при 90% ДИ).

Динамика цен в странах – ключевых торговых партнерах также значимо транслируется на внутренний рынок. Увеличение ИПЦ Казахстана на одно стандартное отклонение вызывает рост общего и продовольственного ИПЦ в Кыргызстане на 1,0 и 1,6 п.п. соответственно. Данный эффект сохраняется в течение шести месяцев для общего ИПЦ и четырех месяцев для продовольственного. Влияние ИПЦ России проявляется преимущественно в первый месяц после шока, составляя около 0,2 п.п. для общего и 0,3 п.п. для продовольственного ИПЦ (при 90% ДИ). Положительный шок административно регулируемых цен (Adm_prices) приводит к росту общего ИПЦ (около 0,2 п.п. в первый месяц), после чего импульс затухает, не оказывая при этом значимого влияния на Food_CPI. Представленная на Рис. 8 динамика подтверждает, что, наряду с внутренними климатическими шоками (засухой), конъюнктура глобальных рынков и региональная ценовая динамика выступают критическими детерминантами внутренней инфляции.

В совокупности представленные функции изменений подтверждают механизмы трансмиссии, описанные в предыдущих разделах. Условия внутреннего производства, внешнеторговые корректировки, конъюнктура мировых продовольственных рынков и волатильность обменного курса формируют сложную систему взаимодействий, определяющую инфляционные процессы в Кыргызстане. Хотя динамика общего и продовольственного ИПЦ зачастую демонстрирует сонаправленность, существенные различия в амплитуде их изменений подтверждают доминирующую роль продовольственного сегмента как основного канала трансляции внешних и внутренних шоков на общий уровень инфляции. Выявленные случаи роста общего ИПЦ при расширении разрыва выпуска, а также асимметрия в длительности реакций показателей дополнительно подтверждают, что цены на продовольствие реагируют на отраслевые и экзогенные факторы сильнее, чем агрегированный показатель инфляции.

Рисунок 7. Аккумулятивный отклик на инновации структурной VAR-модели 68–90% ДИ с использованием аналитических асимптотических стандартных отклонений

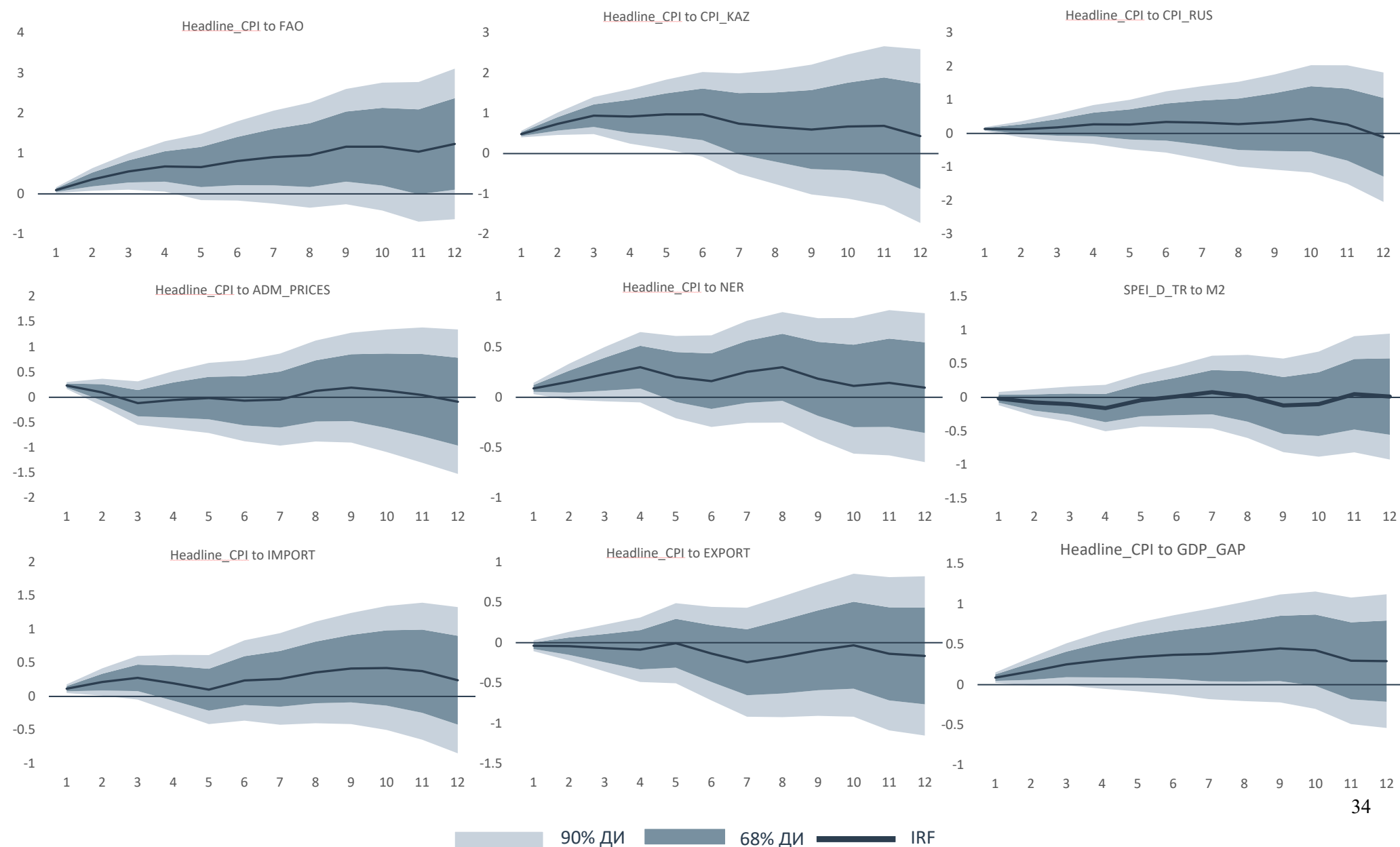
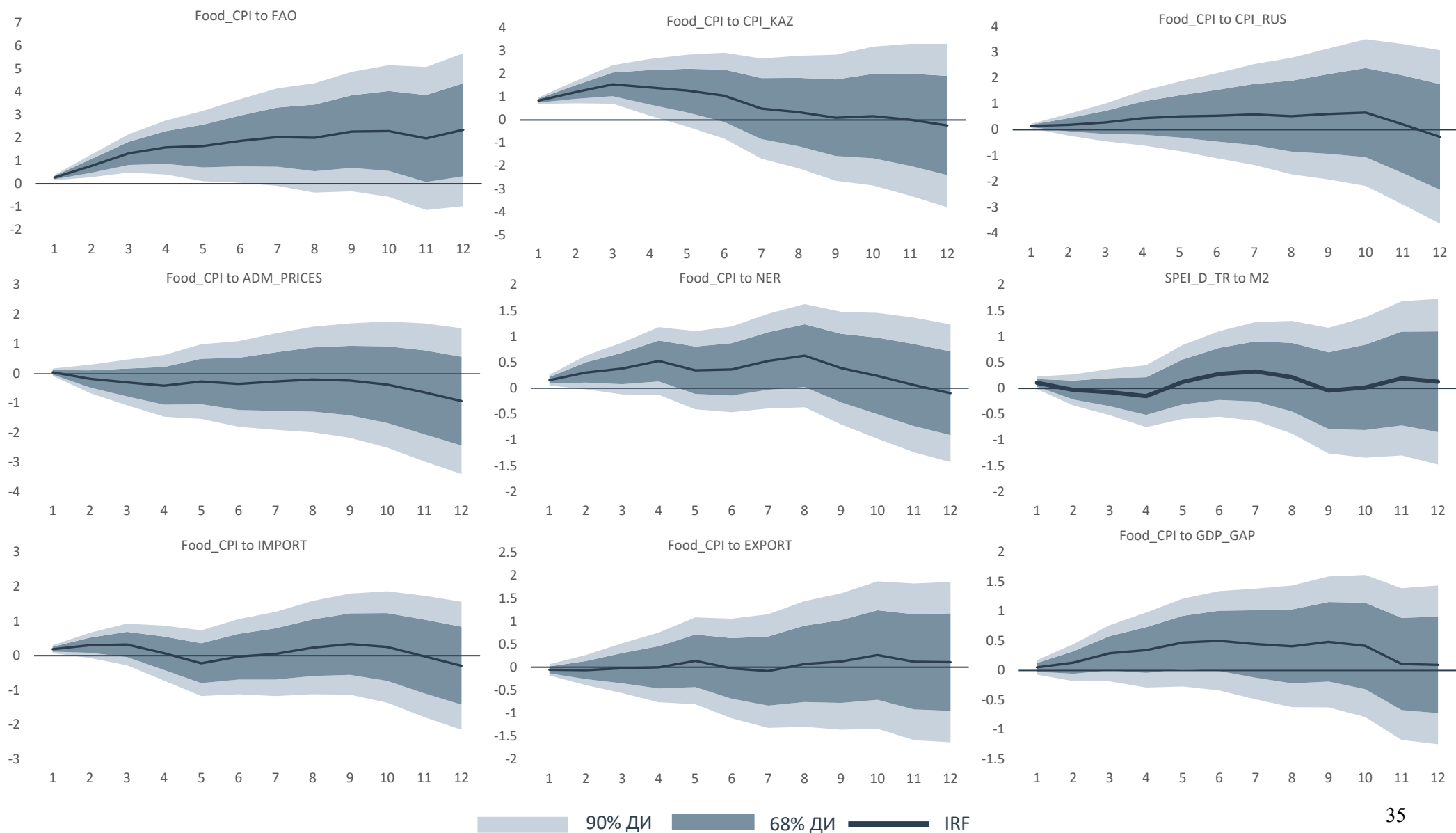


Рисунок 8. Аккумулятивный отклик на инновации структурной VAR-модели 68–90% ДИ с использованием аналитических асимптотических стандартных отклонений



6. Вывод

В данной работе проведено эмпирическое исследование, как засушливые условия, измеряемые индексом SPEI, влияют на общий и продовольственный ИПЦ. Мы предположили, что сельскохозяйственный сектор является ключевым каналом, через который климатические изменения влияют на цены. Анализ проводился на ежемесячных данных с 2000 по 2022 годы, используя SPEI как индикатор климатической изменчивости. Набор макроэкономических показателей был отобран с учетом положений экономической теории, специфики институциональной среды и анализа эмпирических данных. Основным инструментом анализа стали функции импульсного отклика (IRF), полученные с помощью структурной векторной авторегрессии с экзогенными переменными (SVARX).

Результаты данного исследования подтверждают гипотезу, что засухи вызывают статистически значимое и инфляционное воздействие как на общий, так и на продовольственный ИПЦ. Особенно заметно это проявляется в продовольственном секторе, где рост цен оказывается более значительным. Это связано с тем, что продукты питания составляют почти половину (46 %) потребительской корзины в Кыргызстане. Так, последствия засухи, эквивалентной одному стандартному отклонению, выражаются в кумулятивном увеличении общего ИПЦ на 0,07–0,13 п.п. в течение первых двух месяцев, достигая 0,8 п.п. к девятому месяцу. Продовольственный ИПЦ демонстрирует более резкий скачок: от 0,3 п.п. в краткосрочной перспективе до 1,7 п.п. к девятому месяцу. Такая разница в динамике подчеркивает, насколько сильно климатические экзогенные факторы влияют на цены на продовольствие.

Анализ показывает, что инфляционное воздействие засухи проявляется через косвенные, но экономически значимые каналы. Из-за зависимости Кыргызстана от неорошаемого земледелия засуха сокращает производство зерна примерно на 10 п.п. Эти потери не влияют на потребительские цены напрямую, а отражаются на торговых потоках и макроэкономических условиях: импорт увеличивается примерно на 2,8–5,9 п.п., что провоцирует снижение обменного курса примерно на 0,3–0,5 п.п. в первые два месяца. В конечном итоге падение курса усиливает инфляционное давление за счет удорожания импорта.

При этом наблюдается сдерживающий характер монетарной реакции. Сокращение денежной массы на 0,2–0,3 п.п., возможно, обусловлено мерами Национального банка по ограничению ликвидности для стабилизации обменного курса и сдерживания инфляции. Несмотря на эффективность в борьбе с инфляцией, это влечет реальные экономические

издержки: отрицательный разрыв выпуска увеличивается на 0,6–1,3 п.п. в первом квартале после климатического шока. В целом данная динамика подтверждает механизм передачи климатических потрясений в инфляцию через производственные потери, торговые корректировки, колебания обменного курса и изменение монетарных условий.

Помимо внутренних факторов трансмиссии, значимую роль играют и внешние: мировые цены на продовольственные товары (индекс ФАО) и инфляционные процессы в Казахстане и России. Это указывает на двойную уязвимость экономики Кыргызстана влиянию внутренних погодных условий и внешних ценовых шоков, передающихся через торговлю и региональную интеграцию.

С точки зрения экономической политики, выводы работы указывает на необходимость укрепления продовольственной безопасности, развития гибких механизмов торговли для смягчения аграрных шоков и постоянного мониторинга обменных курсов в условиях климатических изменений. Включение климатических индикаторов (например, индекса SPEI) в систему прогнозирования инфляции позволит Национальному банку принимать более точные и оперативные решения в рамках денежно-кредитной политики.

В заключении исследования намечены перспективы дальнейших исследований с применением региональных данных SPEI, что позволит глубже изучить механизмы трансмиссии шоков с мировых продовольственных рынков, а также усовершенствовать инструменты анализа и прогнозирования инфляционной динамики.

Список литературы

1. Beguería, S., & Serrano, V. (2024). SPEI Calculator. Csic.es. <http://hdl.handle.net/10261/10002>
2. Bolton, P., M. Despres, L. A. Pereira da Silva, F. Samama, and R. Svartzman. 2020. “The Green Swan: Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change.” Working Paper 5, Bank for International Settlements and Bank of France, Basel, Switzerland. <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>.
3. *Building the Central Asia drought information system in Kyrgyzstan: progress and the way forward: feasibility study*. (n.d.). ESCAP. Retrieved May 29, 2024, from <https://www.unescap.org/kp/2023/building-central-asia-drought-information-system-kyrgyzstan-progress-and-way-forward#>
4. Cevik, Serhan and Jalles, João Tovar, Eye of the Storm: The Impact of Climate Shocks on Inflation and Growth. IMF Working Paper No. 2023/087, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4453212> or <http://dx.doi.org/10.5089/9798400243325.001>
5. Cho, R. (2019a, June 20). How Climate Change Impacts the Economy. Retrieved from State of the Planet website: <https://news.climate.columbia.edu/2019/06/20/climate-change-economy-impacts/>
6. Ciccarelli, M., Kuik, F., & Hernández, C. M. (2023). The asymmetric effects of weather shocks on euro area inflation. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4397490>
7. Climate Change Knowledge Portal. (2021). What is Climate Change? [Climateknowledgeportal.worldbank.org](https://climateknowledgeportal.worldbank.org/). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview#:~:text=Climate%20change%20is%20the%20significant>
8. *Climate risk Country profile: Kyrgyz Republic*. (2021, September 20). Asian Development Bank. <https://www.adb.org/publications/climate-risk-country-profile-kyrgyz-republic>
9. Cullen, J. (2023). Central Banks and Climate Change: Mission Impossible? *Journal of Financial Regulation*, 9(2). <https://doi.org/10.1093/jfr/fjad003>
10. Dafermos, Y., Nikolaidi, M., & Galanis, G. (2018). Climate Change, Financial Stability and Monetary Policy. *Ecological Economics*, 152(1), 219–234. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.011>
11. Damania, R., Desbureaux, S., & Zaveri, E. (2020). Does rainfall matter for economic growth? Evidence from global sub-national data (1990–2014). *Journal of Environmental Economics and Management*, 102, 102335. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102335>
12. Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740–798. <https://doi.org/10.1257/jel.52.3.740>

13. European Investment Bank, Ferrazzi, M., Kalantzis, F., & Zwart, S. (2021a). Assessing climate change risks at the country level: the EIB scoring model. In *Publications Office of the European Union*. LU: Publications Office of the European Union. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1a42783a-c283-11eb-a925-01aa75ed71a1/language-en>
14. European Investment Bank, Ferrazzi, M., Kalantzis, F., & Zwart, S. (2021b). Assessing climate change risks at the country level: the EIB scoring model. In *Publications Office of the European Union*. LU: Publications Office of the European Union. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1a42783a-c283-11eb-a925-01aa75ed71a1/language-en>
15. Global action in the fight against climate change. (2019a, January 15). Retrieved March 8, 2024, from [www.enelgreenpower.com](https://www.enelgreenpower.com/stories/articles/2019/01/global-action-in-the-fight-against-climate-change-low-carbon-policy-brief) website: <https://www.enelgreenpower.com/stories/articles/2019/01/global-action-in-the-fight-against-climate-change-low-carbon-policy-brief>
16. Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P., & Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>
17. *High-resolution gridded datasets*. (n.d.). Crudata.uea.ac.uk. <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>
18. Imperial College London. (2022a). What are the world's countries doing about climate change? Retrieved from Imperial College London website: <https://www.imperial.ac.uk/grantham/publications/climate-change-faqs/what-are-the-worlds-countries-doing-about-climate-change/>
19. Köse, N., & Ünal, E. (2022). The effects of the oil price and temperature on food inflation in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02817-2>
20. Kotz, M., Kuik, F., Lis, E., & Nickel, C. (2023). The impact of global warming on inflation: Averages, seasonality and extremes. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4457821>
21. Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529(7584), 84–87. <https://doi.org/10.1038/nature16467>
22. Maureen Teresa Odongo & Roseline Nyakerario Misati & Anne Wangari Kamau & Kethi Ngoka Kisingu, 2022. "Climate Change and Inflation in Eastern and Southern Africa," Sustainability, MDPI, vol. 14(22), pages 1-17, November.
23. Mawejje, J. (2016). Food prices, energy and climate shocks in Uganda. *Agricultural and Food Economics*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40100-016-0049-6>
24. Mawejje, J. (2016b). Food prices, energy and climate shocks in Uganda. *Agricultural and Food Economics*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40100-016-0049-6>

25. Moessner, R. (2022). Effects of precipitation on food consumer price inflation. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4235476>
26. Mukherjee, K., & Ouattara, B. (2021). Climate and monetary policy: do temperature shocks lead to inflationary pressures? *Climatic Change*, 167(3–4). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03149-2>
27. *National Bank of the Kyrgyz Republic*. (n.d.). *Nbkr.kg*. Retrieved May 29, 2024, from <https://nbkr.kg/index1.jsp?item=128&lang=ENG>
28. *National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic - Statistics of the Kyrgyz Republic*. (n.d.). Stat.kg. <https://stat.kg/en/>
29. *Prices*. (n.d.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/prices/en/>
30. Reig, S. B., Sergio Vicente, Borja Latorre, Fergus. (n.d.). *Index: SPEI, The Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index*. Spei.csic.es. <https://spei.csic.es/>
31. Roman Palacios, Cristian; Sarria-Rodriguez, Valentina (2024). Sarria-Rodriguez et al. (2024). figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25292758.v1>
32. *The Impact of Natural Hazards on Hazardous Installations*. (n.d.-b). Retrieved from <https://www.oecd.org/chemicalsafety/chemical-accidents/impact-of-natural-hazards-on-hazardous-installations.pdf>
33. United Nations. (2023a). Goal 13: Take Urgent Action to Combat Climate Change and Its Impacts. Retrieved from Sustainable Development Goals website: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>
34. *What we know about climate change and inflation*. (2021, November 12). CEPR. <https://cepr.org/voxeu/columns/what-we-know-about-climate-change-and-inflation>
35. *World Bank Climate Change Knowledge Portal*. (n.d.). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview#:~:text=Climate%20change%20is%20the%20significant,change%20from%20natural%20weather%20variability>.
36. Yusifzada, Tural, 2022. "Response of Inflation to the Climate Stress: Evidence from Azerbaijan," MPRA Paper 116522, University Library of Munich, Germany, revised 20 Sep 2022.