

На правах рукописи

**ВИКУ КОДЖОВИ НЕЛЬСОН КРЕПИН**

**Методы измерения и перспективная оценка инфляции в  
Экономическом сообществе западноафриканских государств  
ЭКОВАС**

**Специальность 5.2.2 – Математические, статистические и  
инструментальные методы в экономике**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата экономических наук**

**Санкт-Петербург – 2024**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

**Научный руководитель -** кандидат экономических наук, доцент  
**Боченина Марина Владимировна**

**Официальные оппоненты:** **Конюховский Павел Владимирович**, доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», профессор кафедры отраслевой экономики и финансов

**Подкорытова Ольга Анатольевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет, доцент кафедры экономической кибернетики

**Ведущая организация -** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Защита состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 года в \_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.09 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, 30-32, ауд. 3033.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <https://www.unecon.ru/dis-sovety> Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

М.П. Декина

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Оценка инфляции осуществляется с применением статистических методов и математических инструментов. Один из важнейших показателей инфляции, индекс потребительских цен рассчитывается на основе статистического обследования конечных потребительских цен домашних хозяйств. Эволюция математических, статистических и эконометрических наук, в частности, эволюция тестов на стационарность и тестов на коинтеграцию данных предполагает адаптацию их использования во многих областях, в том числе моделирования и прогнозирования инфляции.

Математические, статистические и инструментальные методы в полной мере используются при расчете индекса потребительских цен. Несмещенный индекс цен и результаты эффективного моделирования позволяют экономическим агентам повысить их уверенность в получаемой информации об инфляции. Особенно актуально измерение и прогнозирование инфляции в странах ЭКОВАС, что позволит улучшить ожидания населения, а правительствам скорректировать кредитную политику банков.

ЭКОВАС включает развивающиеся страны, в которых инфляционные процессы широко распространены. По данным МВФ (Международного валютного фонда) рост индекса цен ЭКОВАС относительно предыдущего года в 2020 г. составил 10,78 процентных пункта, а в 2022 г. - 42,41 процентных пункта. Рост потребительских цен существенно влияет на уровень жизни населения и усугубляет ситуацию бедности.

Отсутствие базы данных ЭКОВАС является одной из проблем, которая возникает при анализе инфляционных процессов в странах ЭКОВАС. Страны ЭКОВАС публикуют данные об инфляции в ежемесячных отчетах, основанных на агрегированных данных по всем странам. Экономическим агентам было бы проще сравнивать эволюцию общего уровня цен в разных странах ЭКОВАС и точно отслеживать эволюцию данных в режиме реального времени, если бы данные по всем странам-членам существовали на одной платформе. Рост объема данных требует адаптации методов обработки в соответствии с требованиями автоматизации, персонализации и доступности. Развитие науки, в частности технологий информационного инструментария в области анализа больших данных, открывает новые возможности для анализа инфляционных процессов в странах ЭКОВАС.

Кроме того, страны ЭКОВАС намерены установить использование общей валюты во всех странах сообщества. Эта общая валюта называется ЭКО. Введение единой валюты было объявлено на первое июля 2020 года. Однако, оно отложено на более поздний срок из-за кризиса в области

здравоохранения и того факта, что не все страны отвечают необходимым условиям создания валютного союза. Создание ЭКО встряхнет все экономические рынки стран-членов ЭКОВАС и, следовательно, отразится на ценах потребления, что может обострить инфляционные процессы и, следовательно, ухудшить экономическую и социальную ситуацию в странах.

Введение единой валюты требует применения математических, статистических и инструментальных методов для понимания состояния различных экономик; проверки соблюдения условий для реализации единой валюты и прогнозирования последствий использования единой валюты для экономик разных стран.

По всем этим причинам проведение исследований методов измерения и перспективной оценки инфляции в Экономическом сообществе западноафриканских государств ЭКОВАС является актуальным и необходимым.

Исследования инфляции привлекает внимание учёных, которые изучают проблемы инфляции, разрабатывают методологию расчета и моделирования инфляции, которая однако до сих пор практически отсутствует, несмотря на то что в 2007 г. вышел перевод с английского «Руководства по индексу потребительских цен: Теория и практика», выполненного Международной организацией труда, Международным Валютным Фондом, Организацией экономического сотрудничества и развития, Статистическим бюро Европейских сообществ, Организацией Объединенных Наций, Международным банком реконструкции и развития, Всемирным банком. Математические, статистические методы разработаны и опробованы в работах И.И. Елисеевой, С.В. Курышевой, Л.И. Ниворожкиной, А.Л. Лукьянова, М.А. Клупта, В.С. Мхитаряна, Е.В. Заровой, Р.И. Капелюшникова, Л.Н. Овчаровой, М.В. Бочениной, С.К. Бакши, В.Е. Бакши, Н.К. Емелиной, Д.И. Зинченко, М.Ю. Малкиной, В.Н. Овчинникова, Ю.Ливински, А.А. Скроботова, *P. Sabourin, G. K.Kobou A.O. Onsa, F.G. Amoussouga C.B. Igue, D.A. Houensou, A. Chabossou, Y. Soglo, A. Alinsato, V. Quenum, C. Hurlin, V. Mignon, C. Boya, J.-L. Monino, L. Doe u S. Diarisso.*

**Цель диссертационного исследования** состоит в развитии методов измерения уровня инфляции в странах ЭКОВАС на основе применения статистических методов и математических инструментов.

**Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:**

— проанализировать существующие методы измерения и анализа индекса потребительских цен с целью развития методологии оценки инфляции в странах ЭКОВАС;

- выявить тенденции инфляционных процессов в странах ЗАЭС;
- детализировать методику проверки гипотезы теории паритета покупательной способности в странах ЭКОВАС;
- выявить влияние международной торговли на инфляцию в ЭКОВАС по панельным данным;
- проверить гипотезу о том, что индекс потребительских цен в ЭКОВАС не корректно отражает общий рост цен, применив статистические методы;
- на основе непараметрических методов дать оценку ожидаемой инфляции в ЭКОВАС при введении единой валюты;
- оценить наличие долгосрочного равновесия между странами ЭКОВАС и ЗАЭС, которые уже имеют общую валюту;
- развить методологию измерения инфляции в ЭКОВАС и представить информационный инструментарий сбора и представления данных об инфляции в ЭКОВАС.

**Объектом исследования** является индекс потребительских цен в странах экономического сообщества западноафриканских государств, ЭКОВАС.

**Предметом исследования** является применение статистических инструментов к индексу потребительских цен для его эффективного использования, оценки и контроля инфляции в странах Экономического сообщества западноафриканских государств ЭКОВАС.

**Теоретическую основу диссертационного исследования** составляют основные положения исследований российских и зарубежных ученых в области построения индексов цен, оценки инфляции, построения эконометрических моделей и прогнозирования индекса потребительских цен.

**Методология и методы исследования** включают количественные методы экономико-математического, эконометрического, статистического и сравнительного анализа. Диссертационное исследование проводилось с помощью *Microsoft power bi* и таких статистических программ как *R*, *Eviews* и *Stata*.

**Информационной базой исследования** явились месячные данные, охватывающие период с января 2000 г. по июль 2023 г. полученные из базы данных *The Gobal Economy*, доступной на сайте: <https://www.theglobaleconomy.com> и базы данных Всемирного банка, доступной на сайте: <https://donnees.banquemondiale.org/>.

**Обоснованность результатов исследования** обусловлена проработанностью исследуемой темы с использованием общенаучных и

статистических методов анализа и разработкой статистических методов и математических инструментов.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается предоставлением и применением математических, статистических и инструментальных методов к данным официальной статистики в статике и в динамике, апробацией основных результатов исследования на международных научных и научно-практических конференциях, а также публикациями результатов исследования в открытой печати.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационное исследование соответствует следующим пунктам паспорта специальности 5.2.2 – Математические, статистические и инструментальные методы в экономике:

п. 3. «Разработка и развитие математических и эконометрических моделей анализа экономических процессов (в т.ч. в исторической перспективе) и их прогнозирования»;

п. 14. «Эконометрические и статистические методы анализа данных, формирования и тестирования гипотез в экономических исследованиях. Эконометрическое и экономико-статистическое моделирование».

**Научная новизна диссертационного исследования** состоит в развитии и разработке статистических и математических инструментов применительно к индексу потребительских цен.

**Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем, заключаются в следующем:**

— развитие непараметрического метода анализа динамики инфляционных процессов в странах ЭКОВАС с целью оценки ИПЦ при введении единой валюты;

— разработка и апробация методики проверки гипотезы теории паритета покупательной способности в странах ЭКОВАС, включающая три уровня агрегирования: в рамках одной страны, во всех странах ЭКОВАС, а также в кластерах стран ЗАЭВС;

— построение модели *FMOLS* (полностью модифицированный метод наименьших квадратов для коинтегрированных временных рядов) с целью анализа панельных данных для оценки влияния международной торговли на инфляцию ЭКОВАС;

— уточнение и апробация методики проверки гипотезы о корректности отражения инфляции на основе индекса потребительских цен в ЭКОВАС;

— использование непараметрического метода коинтеграции для оценки наличия долгосрочного равновесия динамики ИПЦ в странах ЭКОВАС и ЗАЭС;

— развитие и апробация методологии измерения и перспективной оценки инфляции в ЭКОВАС и разработка инструментария сбора и представления данных об инфляции в ЭКОВАС.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в развитии статистических и математических инструментов анализа индекса потребительских цен, построении эконометрических моделей инфляционных процессов и предложении методологии исследования инфляции на основе гипотезы стационарности индекса потребительских цен, выявление наличия долгосрочного равновесия динамики ИПЦ в странах ЭКОВАС и ЗАЭС.

**Практическая значимость исследования** заключается в предложении методологии измерения инфляции и разработке методов исходя из статистических и эконометрических инструментов, позволяющих ЭКОВАС изучать инфляционные процессы и представлять результаты экономическим агентам. Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть полезны в будущем как для анализа динамики индекса потребительских цен в странах ЭКОВАС, так и во всех исследованиях инфляционных процессов на основе панельных данных. Результаты могут также быть полезны как в исследованиях проверки закона единой цены в рамках одной страны, так и в проведении анализа, основанного на оценке стационарности панельных данных. Результаты анализа могут быть использованы в преподавании таких дисциплин как «Экономическая статистика», «Анализ временных рядов», «Эконометрика» и «Анализ больших данных» в высших учебных заведениях.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты диссертационного исследования были представлены на:

— Международной научно-практической конференции молодых ученых, организованной СПбГЭУ (Санкт Петербург, 15 февраля 2021 г.);

— Международной научно-практической конференции «Статистические оценки устойчивого развития», организованной СПбГЭУ (Санкт Петербург, 28 февраля 2021 г.);

— Научной конференции аспирантов организованной СПбГЭУ (Санкт-Петербург, 19–24 апреля 2021 г.)

— XII Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Статистические методы анализа экономики и общества», организованной Высшей школой экономики (Москва, 11-14 Мая 2021 г.);

— III всероссийской практической конференции «Конкурентное развитие и инновационные подходы», организованной УЛГТУ (Ульяновск, 23 июня 2021 г.);

— Международной научно-практической конференции молодых учёных «Научные исследования современных проблем развития России: цифровая трансформация экономики», организованной СПбГЭУ (Санкт-Петербург, 17 февраля 2022 г.);

— Международной конференции «Статистическое образование в России: интеллектуальный анализ данных», организованной ОГУ (Оренбург, 23–28 октября 2023 г.);

— Всероссийской научно-практической конференции «Измерение и анализ благосостояния» организованной СПбГЭУ (Санкт-Петербург, 25–27 январь 2024 г.).

**Научные публикации.** Основные результаты исследования опубликованы в 16 научных работах общим объемом 6,06 п.л. (авторский вклад 5,41 п.л.), в том числе, 7 научных статей опубликованы в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, в рецензируемых научных журналах, которым решением ВАК предоставлено право публикаций по научной специальности 5.2.2 – Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (3,81 п.л. , авторский вклад 3,25 п.л.).

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы. Общий объем диссертации составляет 181 страница основного текста, включая 49 таблиц, 54 рисунка, 81 формулу. Кроме того, имеются приложения.

**Структура диссертационного исследования.** Во введении раскрыты актуальность, цели и задачи диссертационного исследования, научная новизна, определены предмет и объект исследования, а также теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава диссертационного исследования «Методологические основы экономико-статистической оценки индекса потребительских цен» включает обоснование исследовательской задачи. В этой главе раскрыты теоретические основы оценки индекса потребительских цен и их эволюции. Рассмотрены различные методологии измерения инфляции в странах ЭКОВАС на основе теории модернизации инфляции и методов проверки наличия единичных корней. Показано, что существует два поколения тестов на стационарность, которые имеют противоположную нулевую гипотезу в отношении зависимости между объектами панели, вследствие чего для выбора



подходящих тестов предварительно необходимо произвести проверку, используя тест на перекрестную зависимость (*Tests of crosssectional dependence*). Используются методы анализа коинтеграции панельных данных, которые учитывают неоднородность оценки векторов коинтеграции методом *FMOLS* (полностью модифицированный метод наименьших квадратов для коинтегрированных временных рядов). Сформулированы гипотезы, проверка которых составляет основу последующих глав.

Во второй главе «Экономико-статистический анализ индексов потребительских цен в ЭКОВАС» проведен статистический анализ возможности введения единой валюты в ЭКОВАС методами непараметрических и математических инструментов. Применены различные методики на основе тестов единичного корня и оценки перекрестной зависимости данных для проверки закона паритета покупательной способности в рамках государственных границ Бенина, между странами ЭКОВАС. Предложена методика, основанная на кластеризации, для проверки закона паритета покупательной способности в ЗАЭС, основанная на кластеризации в сочетании с методом *FMOLS*. В результате был выявлен импортный характер инфляции в странах сообщества ЭКОВАС.

В третьей главе «Методы инструменты анализа индексов потребительских цен в ЭКОВАС» проведен анализ основных показателей инфляции методом сравнительного исследования ИПЦ и дефлятора ВВП и методом анализа ранговой корреляции между ВВП в фактических ценах и ВВП в ценах предыдущего года. Обоснован и применен непараметрический метод коинтеграционного анализа индексов цен. Дана прогнозная оценка инфляции в странах ЭКОВАС. Разработана методология измерения инфляции в ЭКОВАС и разработан инструментарий сбора и представления данных об инфляции в ЭКОВАС на основе языков *M* и *DATA*.

Изложение каждой главы завершается основными выводами, в которых обобщаются результаты, полученные статистико-эконометрическими методами. В заключении представлены результаты и выводы диссертационного исследования.

## **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

### **1. Развитие непараметрического метода анализа динамики инфляционных процессов в странах ЭКОВАС с целью оценки ИПЦ при введении единой валюты**

В качестве инструмента оценки изменения уровня инфляции в результате введения единой валюты в западноафриканских странах были использованы непараметрические тесты, а именно U-критерий Манна —

Уитни (*Mann — Whitney U test*) и знаковый тест (*Sign Test*). *U*-критерий Манна-Уитни позволяет сравнивать две независимые выборки. Гипотезы теста следующие:

$$\begin{cases} H_0: u_1 = u_2 \\ H_1: u_1 \neq u_2, \end{cases}$$

где  $u_1$  и  $u_2$  - показатели двух независимых выборок.

Знаковый тест применяется для сравнения показателей двух пар наблюдений, то есть до или после процесса, или явления. Гипотезы теста, следующие:

$$\begin{cases} H_0: u_1 = u_2 \\ H_1: u_1 > u_2. \end{cases}$$

Эти тесты используются для сравнения конкретных показателей в разных распределениях.

Результат теста *U*-критерия Манна-Уитни, проведенного для средней инфляции в период 1960–2019 гг. показывает, что распределение инфляции одинаково как в странах западноафриканского экономического и валютного союза (ЗАЭВС), так и в странах, не входящих в него (НЗАЭВС).

ЗАЭВС был основан в 1994 г. из восьми стран ЭКОВАС, которые решили ввести единую валюту, называемую *FCFA(XOF)*, каждая страна НЗАЭВС имеет свою валюту. Несмотря на различия валют, распределение инфляции можно считать одинаковым для обеих групп стран. Любой экономический шок, например такой как нефтяной кризис, будет статически одинаково влиять на инфляцию двух, рассматриваемых групп стран ЭКОВАС. Изменения среднего уровня инфляции, произошедшие в странах после создания ЗАЭВС, отражены в таблице 1, где представлено два периода до и после 1994 г.

Таблица 1 – Средний уровень инфляции за период в странах ЗАЭВС до и после создания союза, 1960–2020 гг. %

Период	Бенин	Буркина-Фасо	Кот-д'Ивуар	Гвинея-Бисау	Мали	Нигер	Сенегал	Того
1960 - 1994 гг.	19,48	5,67	7,31	52,07	3,16	5,96	7,45	6,80
1994 - 2020 гг.	2,95	2,30	2,75	7,88	2,34	2,35	11,83	3,00

Оценка влияния политики единой валюты на инфляцию в странах ЗАЭВС, была проведена для среднего уровня инфляции с помощью знакового теста по двум периодам 1960–1994 гг. и 1994–2020 гг. Результаты показали, что инфляция в странах ЗАЭВС в период после создания Союза ниже, чем за годы до его создания.

Создание ЗАЭВС и использование единой валюты оказалось статистически значимым и способствующим снижению инфляции в странах ЗАЭВС. Поскольку страны ЗАЭВС и страны, не входящие в ЗАЭВС, имеют одинаковое распределение инфляции, использование единой валюты в ЭКОВАС может существенно снизить уровень инфляции в сообществе. Совместное применение непараметрического теста U-критерия Манна — Уитни и знакового теста позволило дать оценку в условиях не большого числа наблюдений (количество стран ЭКОВАС невелико), когда применение параметрических тестов затруднительно.

## **2. Разработка и апробация методики проверки гипотезы теории паритета покупательной способности в странах ЭКОВАС, включающая три уровня агрегирования: в рамках одной страны, во всех странах ЭКОВАС, а также в кластерах стран ЗАЭВС**

Закон единой цены является экономической концепцией, которая гласит, что цена идентичного товара будет иметь одинаковую цену, независимо от того, где товар находится, при учете определенных факторов. Гипотеза закона единой цены была проверена для Бенина, ЗАЭВС и ЭКОВАС тремя разными методами.

Проверка закона единой цены может проводиться между регионами одной страны или между несколькими странами. Методику проверки закона единой цены на товар или услугу между двумя регионами одной страны, можно обобщить и представить следующим образом:

- вычисляются относительные цены одних и тех же товаров или услуг  $k$  в разных регионах страны  $i$  на момент времени  $t$ ,  $y_{it}^k$ ;
- рассчитываются средние арифметические цены товаров или услуг в стране,  $y_t^k$ ;
- вычисляют цену товара или услуги  $k$  в регионе  $i$  на момент времени  $t$  по формуле следующего вида:

$$P_{it}^k = \ln \left( \frac{y_{it}^k}{y_t^k} \right); \quad (1)$$

- проводят проверку теста на стационарность временного ряда  $P_{it}^k$ . Если временной ряд  $P_{it}^k$  является стационарным, то закон единой цены выполняется.

Проверка закона единой цены в регионах Бенина проведена на основе применения тестов на наличия единичного корня, таких как, тест на единичный корень в неоднородных панелях (*Hadri test*) и тест на стационарность, подходящий для данных панелей, имеющих зависимость между субъектами (*Bai and Ng test*). Оптимальный выбор того, какой тест

использовать для каждой переменной, осуществлен с помощью теста Песарана на перекрестную зависимость (*Tests of cross-sectional dependence*). Проанализировано 28 непродовольственных товаров первой необходимости и наиболее потребляемых продуктов по категориям. Результаты показывают, что закон паритета покупательной способности в рамках государственных границ одной страны Бенина и стран ЭКОВАС не соблюдается.

Теория паритета покупательной способности для группы стран предполагает, что любое изменение номинального обменного курса в долгосрочной перспективе приведет к пропорциональному изменению уровня цен, то есть реальный обменный курс, останется постоянным. Это предположение может быть проверено эмпирически с помощью уравнения реального обменного курса:

$$r = e \frac{P}{P^*}, \quad (2)$$

где  $r$  - реальный обменный курс;  $e$  - номинальный обменный курс;  $P$  - уровень внутренних цен;  $P^*$  - уровень зарубежных цен.

При этом могут возникнуть три основные ситуации:

- если  $r > 1$ , отечественные товары относительно дороже зарубежных, и следовательно, существует стимул для импорта;
- если  $r < 1$ , то иностранные товары относительно дороже отечественных, и следовательно, существует стимул экспортировать;
- если  $r = 1$  в абсолютном выражении, то между валютами двух стран существует паритет покупательной способности.

Методика предполагает логарифмическую линеаризацию уравнения (2), где каждая переменная рассматривается во времени  $t$ :

$$\ln r_t = \ln e_t + \ln P_t - \ln P^*_t \quad (3)$$

В ситуации, когда паритет покупательной способности равен единице,  $r=1$  и, следовательно,  $\ln r_t = 0$  можно переписать уравнение (3) следующим образом:

$$\ln e_t = \ln P^*_t - \ln P_t \quad (4)$$

Если временные ряды реального обменного курса являются стационарными, или если существует коинтеграция между временными рядами номинального обменного курса и индексов цен, то предположение о паритете покупательной способности подтверждается.

В качестве информационной базы для проведения проверки гипотезы теории паритета покупательной способности в странах ЭКОВАС использованы панельные данные номинального обменного курса между франком *XOF* и остальными валютами за период 01.2017 - 01.2023 гг.

Проведенный анализ показал, что временные ряды нормативных обменных курсов других валют ЭКОВАС и франка *XOF* не являются стационарным процессом, а значит нет основания предполагать коинтеграцию между панелями обменных курсов. Таким образом, закон паритета покупательной способности не выполняется между странами ЭКОВАС, то есть при изменении номинального обменного курса в долгосрочной перспективе изменение уровня цен в странах ЭКОВАС будет не пропорциональным.

Методика проверки закона паритета покупательной способности для стран ЗАЭС предполагает: а) проведение кластерного анализа исходя из индекса потребительских цен с учетом различных целей потребления; б) сравнение средних значений, исследуемых показателей в полученных кластерах. Если среднее значение индексов статистически равны для всех кластеров, можно сделать вывод, что закон паритета покупательной способности выполняется между странами. Кластерный анализ, проведенный методом *k-means* показал, что страны ЗАЭС могут быть сгруппированы в 3 кластера. Средние значения, сформированных кластеров, существенно различаются. Таким образом, закон паритета покупательной способности не выполняется между странами ЗАЭС.

### **3. Построение модели *FMOLS* (полностью модифицированный метод наименьших квадратов для коинтегрированных временных рядов) с целью анализа панельных данных для оценки влияния международной торговли на инфляцию ЭКОВАС**

Оценка взаимосвязи между инфляцией и внешней торговлей построена на анализе панельных данных стран ЭКОВАС исходя из следующей эконометрической модели:

$$\ln INF_{(i,t)} = \alpha_i + \beta_1(\ln MM)_{(i,t)} + \beta_2(\ln OCE)_{(i,t)} + \beta_3(\ln OCI)_{(i,t)} + E_{(i,t)} \quad (5)$$

где *INF* - инфляция в стране ЭКОВАС *i* в год *t*, которая измеряется индексом потребительских цен; *MM* - денежная масса; *OCE* - экономическая открытость, измеряемая экспортом; *OCI* - экономическая открытость, измеряемая импортом;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  - векторы коэффициентов регрессии;  $\alpha$  - индивидуальный коэффициент; *E* - случайная ошибка.

Перекрестная зависимость является одной из проблем панельных данных и может привести к смещению эконометрических результатов. Тесты на определение такой зависимости проверяют, коррелируют ли остатки эконометрических моделей для различных стран ЭКОВАС. С этой целью был применен тест Песарана (*Cross section dependence test of Pesaran*), который используют для панельных данных при проверке на стационарность рядов, имеющих зависимость между объектами, и тест Им-Песаран-Шина тест (*Im*,

*Pesaran, Shin*) в качестве проверки на стационарность переменных, характеризующих независимость между объектами.

Результаты тестирования показали, что исследуемые переменные представляют интегрированные ряды первого порядка,  $I(1)$ , что позволяет выполнить проверку на их коинтеграцию, чтобы проверить существование долгосрочного отношения между переменными. С этой целью использован тест Педрони на коинтеграцию, который состоит из семи статистических тестов, четыре из которых основаны на внутригрупповых измерениях, *within-dimension*, а остальные три - на межгрупповых, *between-dimension* и учитывают неоднородность по параметрам, которая может различаться у разных объектов. В таблице 2 представлены результаты теста Педрони на коинтеграцию.

Таблица 2 - Тест Педрони (*Pedoni cointegration test*) на коинтеграцию переменных модели **оценки влияния международной торговли на инфляцию ЭКОВАС (5), 2000 – 2021гг.**

Переменные	<i>P</i> -значение (5%)
Панельная $\nu$ – статистика	0,120
Панельная $\rho$ – статистика	0,823
Панельная $pp$ – статистика	0,000
Панельная <i>ADF</i> – статистика	0,015
Групповая $\rho$ – статистика	0,992
Групповая $pp$ – статистика	0,000
Групповая <i>ADF</i> – статистика	0,015

Результаты теста на коинтеграцию показывают, что 4 из 7 статистик теста Педрони имеют вероятность менее 5%. Выявлено, что между денежной массой (*MM*), открытостью экономики (*OCI*) и инфляцией (*INF*) существует долгосрочное отношение, которое можно оценить полностью модифицированным методом наименьших квадратов *FMOLS* (*Fully Modified Ordinary Least Squares*). Результаты приведены в следующей таблице.

Таблица 3 – Результаты оценки модели методом *FMOLS*

Переменные	Коэффициенты	<i>P</i> -значение (5%)
$\ln MM$	1,417	0,000
$\ln OCI$	0,626	0,000

Все коэффициенты значимы на 5% уровне. Коэффициенты  $R^2 = 0,931$ . Мы можем сделать вывод, модель в целом оценена хорошо. Денежная масса и открытость экономики, измеряемые импортом, оказывают значительное влияние на темпы инфляции в странах ЭКОВАС.

**4. Уточнение и апробация методики проверки гипотезы о корректности отражения инфляции на основе индекса потребительских цен в ЭКОВАС**

Была выдвинута гипотеза о том, что индекс потребительских цен ЭКОВАС не полностью отражает общий рост цен исходя из двух методов:

- первый метод основан на сравнении динамики ИПЦ и дефлятора ВВП,
- второй метод предполагает оценку на основе анализа ранговой корреляции между ВВП в ценах текущего и предыдущего года.

Исследование ИПЦ и дефлятора ВВП исходит из того факта, что ИПЦ и дефлятор являются двумя основными показателями инфляции. Разница между ИПЦ и дефлятором ВВП будет отражать изменение цен в ЭКОВАС которое не учтено при расчете индекса потребительских цен. Среднее отклонение дефлятора ВВП от ИПЦ, рассчитанное за период 2000–2022 гг. для стран ЭКОВАС, представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Среднее отклонение дефлятора ВВП от ИПЦ в странах ЭКОВАС в период 2000 – 2022 гг., процентный пункт

Страна	Среднее отклонение	Страна	Среднее отклонение
Бенин	0,02	Сьерра-Леоне	-1,02
Буркина Фасо	-0,03	Нигерия	-0,35
Кот-д’Ивуар	-2,67	Либерия	4,96
Гвинея-Бисау	-4,69	Гана	6,01
Мали	-1,01	Гамбия	-15,54
Нигер	-1,18	Кабо-Верде	0,69
Сенегал	-0,21	Гвинея	0,08
Того	-0,28		

Различия между индексом потребительских цен и дефлятором ВВП наиболее заметны для таких стран, как Гамбия, Гана, Гвинея-Бисау и Либерия.

Ранжирование стран ЭКОВАС по величине ВВП в ценах текущего и предыдущего года проведено для оценки смещения, отражающегося в инфляции Экономического сообщества западноафриканских государств и определяемое на основе ИПЦ. Коэффициент корреляции между рангами показателей текущего ВВП и ВВП в ценах предыдущего года, рассчитанного с использованием индекса потребительских цен по странам ЭКОВАС покажет наличие смещения ИПЦ в странах ЭКОВАС. Результаты ранжирования стран ЭКОВАС представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение стран ЭКОВАС по величине ВВП в текущих ценах 2023 г. и ВВП в ценах предыдущего года

Страна	Ранжирование ВВП, 2023 г.	Ранжирование ВВП/ИПЦ
Сьерра-Леоне	1	4
Гамбия	2	3
Гвинея-Бисау	3	1
Бенин	4	5

Кабо-Верде	5	2
Либерия	6	9
Того	7	6
Нигер	8	7
Гвинея	9	8
Буркина Фасо	10	10
Мали	11	11
Сенегал	12	12
Гана	13	14
Кот-д'Ивуар	14	13
Нигерия	15	15

Ранги стран не претерпели существенных изменений несмотря на то, что ВВП был пересчитан с учетом ИПЦ. В результате коэффициент корреляции рангов составил 0,93 с уровнем значимости,  $p\text{-value} = 0,00$ . Нулевая гипотеза на 5% - уровне значимости была отвергнута, то есть ранговый коэффициент корреляции является значимым, а его отличие от единицы показывает, что ИПЦ в некоторых странах ЭКОВАС не в полной мере отражает инфляцию.

### 5. Использование непараметрического метода коинтеграции для оценки наличия долгосрочного равновесия динамики ИПЦ в странах ЭКОВАС и ЗАЭС

Согласно определению коинтеграции двух переменных  $x_t$ ,  $y_t$ , что если они являются интегрированными временными рядами первого порядка,  $x_t \sim I(1)$  и  $y_t \sim I(1)$ , а их первые разности  $u_t$ ,  $v_t$  представляют стационарные ряды,  $u_t \sim I(0)$  и  $v_t \sim I(0)$  тогда возможно, что между переменными существует долгосрочное равновесие.

Дихотомическая переменная  $W_t$  описывается, следующим образом:

$$W_t = \begin{cases} 1, & \text{когда } u_t = v_t \text{ по знаку} \\ -1, & \text{когда } u_t \neq v_t \text{ по знаку} \end{cases} \quad (6)$$

Вероятность  $p$  того, что  $W_t=1$ , используется для непараметрического анализа возможности существования коинтеграции между  $x_t$  и  $y_t$ .

Непараметрический коэффициент,  $k$  вычисляется по следующей формуле:

$$k = \{\text{Вероятность } (p) - \text{Вероятность}(1 - p)\} \quad (7)$$

и служит для принятия решения о существовании отношения коинтеграции между временными рядами. Случай, когда  $k = 0$ , характеризуется отказом от гипотезы долгосрочной взаимосвязи между переменными. В противном случае существует вероятность того, что между переменными существует взаимосвязь в долгосрочной перспективе – они являются коинтегрированными.



Непараметрический метод коинтеграционного анализа был применен к индексам потребительских цен в ЭКОВАС. В результате выявлено, что коэффициент  $k$  отличен от нуля и между индексами потребительских цен стран ЗАЭС и стран, не входящих в ЗАЭС, существует взаимосвязь в долгосрочной перспективе.

## 6. Развитие и апробация методологии измерения и перспективной оценки инфляции в ЭКОВАС и разработка инструментария сбора и представления данных об инфляции в ЭКОВАС

Предложен методика измерения инфляции в ЭКОВАС. Формулы для расчета ИПЦ различными методами следующие:

$$\begin{aligned} \text{ИПЦ}_{\text{ЭКОВАС}} &= \frac{\sum_i^N w_i \text{ИПЦ}_i}{\sum w_i} = 1 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{ИПЦ}_{\text{ЭКОВАС}} &= \left( 1 - \frac{1}{N} (\sum_i^N \text{MAX}(w_{fi})) \right) \frac{\sum_i^N \text{ИПЦ}_i}{\sum w_{fi}} = 1 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{ИПЦ}_{\text{ЭКОВАС}} &= \left( 1 - \frac{1}{N} (\sum_i^N \text{MAX}(w_{fi})) \right) \frac{\sum_i^N w_i \text{ИПЦ}_i}{\sum w_{fi}} = 1 \end{aligned} \quad (10)$$

где  $\text{ИПЦ}_i$  - индекс потребительских цен страны  $i$ ;  $w_i$  - вес страны  $i$ ;  $N$  - число стран;  $w_f$  - вес вида потребления;  $\text{ИПЦ}_{\text{ЭКОВАС}}$  - индекс потребительских цен ЭКОВАС.

Уравнение (8) - средневзвешенное значение индекса цен; уравнение (9) - стержневой индекс цен и уравнение (10) - комбинация двух первых методов. На рисунке 1, представлены индексы цен, рассчитанных различными методами.

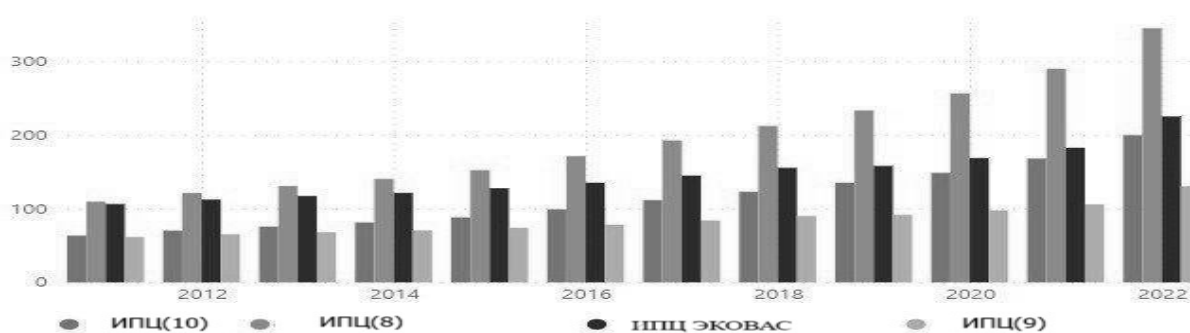


Рисунок 1 - ИПЦ ЭКОВАС, определенный разными методами, 2010-2022гг.

Рисунок 1 показывает, что лучше всего объясняет инфляцию в сообществе ИПЦ, рассчитанный по формуле (10). Его значения близки к

среднему значению ИПЦ для ЭКОВАС и можно его рассматривать как индекс, который корректирует смещение, связанные с весом каждой страны и виды потребления в экономике ЭКОВАС. Результаты анализа показывают, что ИПЦ рассчитанный методом комбинации двух первых методов лучше всего объясняет инфляцию в сообществе ЭКОВАС.

Сценарную оценку инфляции в ЭКОВАС предлагается проводить в соответствии с анализом нелинейной взаимосвязи инфляции и относительного изменения цен (ИОЦ), применив модель панельной регрессии с плавным переходом (*panel smooth transition regression, PSTR*), которая представляет собой нелинейную модель с фиксированными эффектами в контексте моделей авторегрессии с одномерным плавным переходом. Понимание взаимосвязи между инфляцией и относительными ценами позволило бы лицам, принимающим решения, лучше понять инфляционные процессы и механизм их передачи. Изучение этой взаимосвязи также важно для эффективной реализации денежно-кредитной политики, поскольку это дает возможность центральным банкам оценить порог инфляции, чтобы убедиться во взаимосвязи инфляционных ожиданий.

Экономические модели, объясняющие взаимосвязь между инфляцией и ИОЦ, представляют различные точки зрения на влияние компонентов инфляции на ИОЦ. Инфляцию можно представить в трех различных видах: ожидаемая, неожиданная инфляция и неопределенность инфляционных ожиданий. В качестве ожидаемой инфляции предлагаем уникальным образом прогнозировать инфляцию в каждой стране ЭКОВАС, используя метод Бокса-Дженкинса (*Box-Jenkins*), на основе интегрированного авторегрессионного процесса, скользящего среднего (*ARIMA*). Метод Бокса-Дженкинса был применен к индексам цен стран ЭКОВАС. Оптимальные модели прогнозирования индекса потребительских цен, определенные по информационным критериям Акаике (*AIC*) и Шварца (*BIC*), представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оптимальные модели инфляции в странах ЭКОВАС, 1962 - 2022 гг.

Страна	Оптимальная модель прогнозирования	Страна	Оптимальная модель прогнозирования
Бенин	<i>ARIMA</i> (1,0,0)	Сьерра-Леоне	<i>ARIMA</i> (1,0,0)
Буркина Фасо	<i>ARIMA</i> (2,0,0)	Нигерия	<i>ARIMA</i> (1,0,0)
Кот-д'Ивуар	<i>ARIMA</i> (3,0,0)	Либерия	<i>ARIMA</i> (6,1,0)
Гвинея-Бисау	<i>ARIMA</i> (1,0,0)	Гана	<i>ARIMA</i> (2,1,1)
Мали	<i>ARIMA</i> (1,0,0)	Гамбия	<i>ARIMA</i> (1,1,0)
Нигер	<i>ARIMA</i> (2,1,0)	Кабо-Верде	<i>ARIMA</i> (3,0,0)
Сенегал	<i>ARIMA</i> (1,1,0)	Гвинея	<i>ARIMA</i> (1,1,0)
Того	<i>ARIMA</i> (2,0,1)		

Модель, использованная в этой работе для оценки взаимосвязи между инфляцией и ИОЦ, представляет следующий вид:

$$\text{ИОЦ}_{(i,t)} = \alpha_i + \beta_1 \text{ИПЦ}_{\text{ож}}_{(i,t)} + \beta_2 \text{ИПЦ}_{\text{нож}}_{(i,t)} + E_{(i,t)}, \quad (11)$$

где ИОЦ<sub>(i,t)</sub> - относительное изменение цен в стране *i* в год *t*; ИПЦ<sub>ож</sub> - индекс потребительских цен прогнозируемый (ожидаемая инфляция); ИПЦ<sub>нож</sub> - остатки ИПЦ, измеряемые разницей между значением ИПЦ и прогнозируемым ИПЦ (неожиданная инфляция).

Результаты оценки, проведенной с помощью программного продукта *Stata*, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты оценки влияния инфляции на ИОЦ, рассчитанный к базисному 2010 г. %

Сценарий	D1	D2
Порог	149,70 (0,00)	
Ожидаемая инфляция	-129,17 (0,01)	108,02 (0,22)
Неожидаемая инфляция	22,12 (0,67)	83,77 (0,04)

Результаты показывают, что для инфляции в ЭКОВАС характерны два сценария: D1 - сценарий с низкой инфляцией, когда индекс потребительских цен ниже 149,70%; D2 - сценарий высокой инфляции, когда индекс потребительских цен превышает 149,70% или 1,49. Порог 1,49 означает, что покупатели платят 149 денежных единиц за те же товары, которые стоили 100 ден. ед. в базовом году (2010).

Предложен разработанный инструментарий, который может быть использован при сборе и представлении данных по предложенным методам оценки и анализа инфляции в странах ЭКОВАС. Данные могут собираться с сайтов или серверов в каждой стране. Для определения уровня инфляции в ЭКОВАС можно использовать фильтры, позволяющие выбирать даты или страны. Публикация отчета, показывающего динамику цен в ЭКОВАС, может быть осуществлена с помощью программного продукта *Power bi Service*, который позволяет интегрировать отчеты на веб-сайтах.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе основное внимание уделено математическим, статистическим и инструментальными методам, которые рекомендуется использовать при оценке инфляции в ЭКОВАС. Индекс потребительских цен по некоторым странам в полной мере не отражает инфляцию, что установлено предлагаемым методом согласованного индекса потребительских цен для сообщества ЭКОВАС, который учитывает не только вес каждой страны в экономике союза, но также включает вид потребления и лучше всего объясняет инфляцию в сообществе. Статистические методы на основе кластерного анализа дают возможность проверять соблюдение закона

паритета покупательной способности в странах ЭКОВАС. Апробация современного инструментария: метода непараметрической коинтеграции, коинтеграции панельных данных, модели панельной регрессии с плавным переходом позволила провести комплексную оценку инфляции в странах ЭКОВАС.

Применение статистических и математических методов и инструментов в анализе индекса потребительских цен показало, что:

- между индексами потребительских цен стран ЗАЭС и стран, не входящих в ЗАЭС, существует взаимосвязь в долгосрочной перспективе;

- индексы потребительских цен в странах ЭКОВАС содержат общий фактор (*Cross section dependence*), который, может быть объяснен шоками, оказывающими влияние на экономику сообщества в целом, или последствиями межстрановой торговли ЭКОВАС;

- существуют коинтеграционные отношения индексов потребительских цен между странами ЭКОВАС (межиндивидуальная коинтеграция);

- закон паритета покупательной способности не выполняется между странами ЭКОВАС;

- страны ЗАЭС и страны, не входящие в ЗАЭС, имеют одинаковое распределение инфляции;

- использование единой валюты в ЭКОВАС может существенно снизить уровень инфляции в сообществе;

- исследуемый период, характеризуется отсутствием условий для реализации однородной валютной зоны. Не все страны-члены соблюдают критерии конвергенции необходимые при создании единой валюты. Поэтому важно, чтобы страны ЭКОВАС приняли экономическую политику, направленную на значительное снижение инфляции, сокращение внешнего долга и принятие политики открытости и экономической интеграции.

Методы, предложенные в этой работе, показали свою эффективность и могут быть полезны при исследовании индексов потребительских цен в странах ЭКОВАС.

#### **IV. ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. Вику, К. Н. К. Закон единой цены в пределах одной страны: на примере Бенина / К. Н. К. Вику // Вестник университета. – 2023. – № 3. – С. 80-89. – DOI 10.26425/1816-4277-2023-3-80-89. - 0,62 п.л.

2. Вику К.Н.К. Тестирование стационарности панельных данных на примере анализа инфляции в странах экономического сообщества

западноафриканских государств (ЭКОВАС) / К.Н.К. Вику // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2023. № 1 (69). С. 21–27. - DOI 10.52452/18115942\_2023\_1\_21. - 0,43 п.л.

3. Вику К.Н.К. Оценка коинтеграции инфляции и производительности: на примере России и стран Западноафриканского экономического и валютного союза (ЗАЭВС) / К.Н.К. Вику, А.В. Портнов // Наука Красноярья. – 2023. – Т. 12, № 1-1. – С. 60-77. – DOI 10.12731/2070-7568-2023-12-1-60-77. – EDN KSPKGU. - 1,12 п.л / авторский вклад 0,56 п.л.

4. Вику, К. Н. К. Паритет покупательной способности: Россия и Западноафриканский экономический и валютный союз (ЗАЭВС) / К. Н. К. Вику // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 66. – С. 121-125. – EDN SJBWNC. - 0,31 п.л.

5. Вику, К. Н. К. Статистический анализ инфляции и условий внедрения единой валюты в ЭКОВАС / К. Н. К. Вику // Развитие территорий. – 2022. – № 4(30). – С. 71-77. – DOI 10.32324/2412-8945-2022-4-71-77. – EDN TYNFAW. - 0,43 п.л.

6. Вику, К. Н. К. Теоретические основы измерения инфляции в странах ЭКОВАС / К. Н. К. Вику // Вестник Российского университета кооперации. – 2022. – № 1(47). – С. 22-27. – EDN FOQVXR. - 0,37 п.л.

7. Вику, К. Н. К. Экономическая открытость и инфляция в странах экономического сообщества западноафриканских государств (ЭКОВАС) / К. Н. К. Вику // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 7-14. – DOI 10.14529/em220401. – EDN CFHWEQ. - 0,5 п.л.

8. Вику К.Н.К. Инфляция в ЭКОВАС: *Microsoft Power BI* // Статистическое образование в России: интеллектуальный анализ данных. Материалы III всероссийской практической конференции (Оренбург 23–28 октября 2023 г.) / К.Н.К. Вику. Оренбург 2023. С. 398–403. - 0,37 п.л.

9. Вику К.Н.К. Прогнозирование индекса потребительских цен в Нигерии // Статистические методы анализа экономики и общества. Материалы международной научно-практической конференции студентов и аспирантов (Москва 11-14 Мая 2021.) / К.Н.К. Вику. Издательский дом Высшей школы экономики Москва. 2021. С. 42-48. - 0,43 п.л.

10. Вику, К. Н. К. Индекс потребительских цен (ИПЦ) как индикатор социального неравенства в странах ЭКОВАС / К. Н. К. Вику // Измерение и анализ благосостояния: тезисы докладов Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25–27 января

2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2024. – С. 88-92. – EDN IJXGOL. - 0,31 п.л.

11. Вику, К. Н. К. Анализ индекса цен стран ЭКОВАС: эконометрический подход / К. Н. К. Вику // Актуальные вопросы развития современной науки: теория и практика : Сборник материалов научной сессии профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по итогам НИР за 2022 г, Санкт-Петербург, 01 апреля – 01 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 2024. – С. 21-24. – EDN SAGUOR. - 0,25 п.л.

12. Вику, К.Н.К. Кластерный анализ стран ЗАЭВС по индексу потребительских цен индивидуального потребления по целям / К.Н.К. Вику // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Материалы научной конференции аспирантов, Санкт-Петербург, 19–27 апреля 2022 года / Под научной редакцией Е.А. Горбашко, редколлегия: А.Г. Бездудная [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 155-156. – EDN ACAZIU. - 0,12 п.л.

13. Вику К.Н.К. Смещение индекса потребительских цен / К.Н.К.Вику, М. В. Боченина // Экономика, управление и финансы: конкурентное развитие и инновационные подходы: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Ульяновск, 23 июня 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2021. – С. 133-136. – EDN HAWDNB.- 0,25 п.л.

14. Вику К.Н.К. Охват индекса потребительских цен валютно-экономического союза западноафриканских государств (ЗАЭВС) / К.Н.К. Вику // Научные исследования современных проблем развития России: Цифровая трансформация экономики: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 17 февраля 2022 года / Под научной редакцией Е.А. Горбашко, редколлегия: А.Г. Бездудная [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 486-489. - 0,25 п.л.

15. Вику К. Н. К. Детерминанты инфляции в Бенине/ К.Н.К. Вику // Научные исследования современных проблем развития России: Цифровая трансформация экономики: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 18 февраля 2021 года / Под научной редакцией Е.А. Горбашко, редколлегия: А.Г. Бездудная [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021.- 0,61 п.л.

16. Вику К. Н. К. Инфляция и демография в экономическом и валютном союзе западноафриканских государств (ЗАЭС) / К. Н. К. Вику // Измерение и анализ благосостояния: тезисы докладов Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27–28 января 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 124-128. - 0,31 п.л.