

УДК 519.862.6
DOI 10.52452/18115942_2023_1_21

ТЕСТИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОСТИ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ИНФЛЯЦИИ В СТРАНАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА ЗАПАДНОАФРИКАНСКИХ ГОСУДАРСТВ

© 2023 г.

Вику Коджови Нельсон Крепин

Вику Коджови Нельсон Крепин, аспирант
Санкт-Петербургского государственного экономического университета
vikounelson@mail.ru

Статья поступила в редакцию 08.09.2022

Статья принята к публикации 16.01.2023

Рассматриваются методы проверки наличия единичных корней для панельных данных и их применение к анализу инфляции в странах Экономического сообщества западноафриканских государств (ЭКОВАС). Показано, что существует два поколения тестов на стационарность, которые противоречат друг другу в отношении гипотезы зависимости между объектами панели, вследствие чего для выбора подходящих тестов предварительно необходимо произвести проверку, используя тест на перекрестную зависимость (Tests of cross-sectional dependence). Анализ применения тестов на зависимость и тестов обоих поколений проверки наличия единичных корней в панельных данных выполнен по данным об инфляции в странах ЭКОВАС. Проведенный анализ показал, что тест на зависимость Бреуша–Пагана и тест Песарана приводят к одному и тому же результату, индекс потребительских цен и уровень инфляции в странах ЭКОВАС зависят друг от друга, и что тесты первого поколения, такие как тест Левина–Лина–Чу и тест Има–Песарана–Шина, менее мощны по сравнению с тестами второго поколения, когда между объектами панели существует зависимость. Автором обобщены методы проверки на стационарность панельных данных.

Ключевые слова: стационарность, единичные корни, панель, тест на стационарность, тест на зависимость, инфляция, индекс потребительских цен, страны ЭКОВАС.

Введение

Изучение нестационарных временных рядов сегодня приобретает актуальность, особенно в макроэкономических вопросах. Критерии стационарности рядов являются центральными, поскольку они позволяют избежать ошибочных регрессий и дают оценку наиболее подходящего типа модели [1]. Если исследуемый ряд является результатом стационарного процесса, то сначала определяется лучшая модель среди стационарных процессов, а затем оцениваются ее параметры. С другой стороны, если ряд представляет нестационарный процесс, его сначала приводят к стационарному виду, то есть находят стационарное преобразование этого процесса.

Хотя анализ стационарности широко применяется в эконометрике временных рядов, анализ панельных данных на стационарность развивается совсем недавно, после пионерской работы Левина и Лин (*Levin* и *Lin*) в 1992 г. [2]. И с тех пор в научной литературе по панельным данным было представлено несколько тестов проверки единичного корня. Эти тесты помогают ответить и на некоторые вопросы экономического роста и конвергенции экономических агрегатов [3]. Их применение на панелях пред-

ставляет собой инструмент повышения мощности тестов, которая обычно очень мала в случае применения к временным рядам. Первым вопросом для обсуждения при проверке панельных данных на стационарность является гипотеза однородности. Некоторые авторы, такие как Левин, Лин и Чу (*Levin*, *Lin* и *Chu*) (2002), предполагают авторегрессионную однородность корня, в то время как Им, Песаран и Шин (1997) в своих тестах на стационарность полагаются на предположение о неоднородности [4]. Помимо проблемы неоднородности, существует еще одна проблема, специфичная для панельных данных, которая стала центральной при тестировании на стационарность, – это рассмотрение возможных перекрестных зависимостей. Вопрос заключается в том, допускается ли наличие возможных корреляций между остатками различных объектов. В зависимости от ответа на этот вопрос второе поколение тестов, предполагающих зависимость, отличается от первого.

Основной целью статьи является анализ и представление краткого обзора методов проверки наличия единичного корня в панельных данных на примере исследования инфляции в странах ЭКОВАС.

Методы

Специальные тесты на стационарность и коинтеграцию для панелей временных данных оказываются более эффективными, чем их аналоги обычных временных рядов [5]. Использование панельных данных позволяет работать с меньшими выборками во временном измерении за счет увеличения объема доступных данных в индивидуальном измерении, что снижает вероятность возникновения структурных разрывов и решает проблему низкой мощности тестов. Как сказали *Baltagi and Kao* (2000), эконометрика нестационарных панельных данных направлена на объединение «лучшего из двух процессов: обработки нестационарных рядов с использованием методов временных рядов и увеличение числа данных, используя индивидуальную меру, и улучшая мощность статистических тестов» [6].

Первоначально тесты на стационарность панельных данных были основаны на предположении независимости субъектов. *Andrew Levin* и *Chien-Fu Lin* предложили первый тест единичного корня в панельных данных на основе простой модели автокорреляции первого порядка в виде:

$$Y_{(i,t)} = \rho_i Y_{(i,t-1)} + u_{(i,t)}, \text{ где } E(u_{(i,t)}) = 0; \\ E(u_{(i,t)}^2) = \sigma^2 < \infty \text{ и } E(u_{(i,t)}^4) < \infty.$$

Их подход напрямую вдохновлен подходом, использованным Дики–Фуллером в тестах стационарности временных рядов (1979) [7]

$$(Y_{(i,t)} - Y_{(i,t-1)}) = (\rho_i - 1)Y_{(i,t-1)}.$$

Предполагая, что $\phi_i = (\rho_i - 1)$, необходимо проверить следующие гипотезы:

$$\begin{cases} H_0: \phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_N = 0 \\ H_1: \phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_N = \phi < 0. \end{cases}$$

Andrew Levin и *Chien-Fu Lin* сформулировали нулевую гипотезу H_0 как наличие единичного корня временного ряда.

В 2002 году Левин, Лин и Чу углубили работу *Andrew Levin* и *Chien-Fu Lin* и предположили, что альтернативная гипотеза H_1 является не только гипотезой наличия стационарности, но и гипотезой однородности авторегрессионного корня. Другими словами, гипотеза теста Левина–Лина–Чу (*LLC*) основана на однородности вывода о наличии единичного корня в динамике переменной: либо отвергается гипотеза о стационарности для всех объектов, либо нет. *LLC*-статистика теста *LLC* аналогична статистике Дики–Фуллера, которая определяется следующей формулой [8]:

$$t_{\hat{\phi}} = \frac{\hat{\phi}}{\sigma(\hat{\phi})}.$$

При $T \rightarrow \infty, N \rightarrow \infty, (T, N) \rightarrow \infty$ *LLC*-статистика имеет тенденцию к распределению по стан-

дартному нормальному закону. Основным ограничением теста является тот факт, что он основан на предположении об однородности авторегрессионного корня, особенно в рамках макроэкономических панелей ($\phi_i = \phi_j = \phi, \forall i, j$).

Им, Песаран и Шин в 2003 г. ослабили гипотезу теста Левина–Лина–Чу (*Levin–Lin–Chu*) об однородности (2002), допустив изменение однородности от объекта к объекту в соответствии с альтернативной гипотезой, и, следовательно, учитывали неоднородность авторегрессионных коэффициентов между различными объектами, составляющими панель.

Гипотезы теста Има–Песарана–Шина (*IPS t*) таковы [9]:

$$\begin{cases} H_0: \phi_i = 0, \forall i \in N \\ H_1: \phi_i < 0 \forall i \in [1, N_1] \text{ и } \phi_i = 0, \forall i \in [N_1, N]. \end{cases}$$

Им, Песаран и Шин (2003) были первыми, кто разработал тест, подтверждающий альтернативную гипотезу не только в случае авторегрессионной корневой неоднородности ($\phi_i \neq \phi_j, \forall i, j \in N$), но и для неоднородности в отношении наличия единичного корня. Альтернативная гипотеза просто подразумевает, что некоторые или все отдельные ряды являются стационарными. При альтернативной гипотезе могут существовать два типа индивидов: индивиды, указанные $i = 1, \dots, N_1$, для которых $Y_{(i,t)}$ стационарный, и индивиды, указанные $i = N_1 + 1, \dots, N$, для которых динамика переменной $Y_{(i,t)}$ имеет единичный корень.

Статистика *IPS* основана на среднем значении индивидуальной расширенной статистики Дики–Фуллера (*Augmented Dickey–Fuller – ADF*):

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{\phi_i},$$

где t_{ϕ_i} – *t*-статистика *ADF*-теста, относящаяся к субъекту i . Тест *IPS* основан на статистике [10]:

$$\bar{Z} = \frac{\sqrt{N}(\bar{t} - E(\bar{t}))}{\sigma(\bar{t})},$$

где $E(\bar{t})$ и $\sigma(\bar{t})$ – соответственно среднее значение и дисперсия каждой статистики t_{ϕ_i} . Эта статистика сходится к нормальному асимптотическому распределению.

Первое преимущество подхода *IPS* перед *LLC* заключается в том, что он учитывает неоднородность авторегрессионного корня в альтернативе. Во-вторых, авторы предлагают очень простую тестовую статистику, основанную на среднем значении отдельных статистических данных Дики–Фуллера, что упрощает приближение к нормальному закону [11].

Основное ограничение этих двух тестов на стационарность, называемых тестом первого поколения, заключается в гипотезе независимости между объектами. Нарушение гипотезы независимости приводит к ошибке асимптотического закона этих статистических тестов. Гипотеза независимости позволяет очень просто установить статистические распределения и оценить, является ли оно нормальным асимптотическим или полуасимптотическим распределением.

Однако гипотезу независимости не следует упускать из виду при изучении стационарности панелей, особенно в макроэкономике.

Тест на перекрестную зависимость (*Tests of cross-sectional dependence*) позволяет проверить, существует ли корреляция между объектами панели. Рассматриваем стандартную модель данных панели в виде [12]:

$$Y_{(i,t)} = \alpha_i + \beta X_{(i,t)} + u_{(i,t)},$$

где $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$; $X_{(i,t)}$ – вектор объясняющих переменных; $Y_{(i,t)}$ – объясняющая переменная; β – коэффициенты; α – коэффициент индивидуальных эффектов; u – случайная ошибка.

Тест на перекрестную зависимость (*Tests of cross-sectional dependence*) предназначен для проверки корреляции между остатками, а гипотезы теста таковы [13]:

$$\begin{cases} H_0: r_{ij} = r_{ji} = \text{cor}(u_{it}, u_{jt}) = 0; & i \neq j \\ H_1: r_{ij} = r_{ji} = \text{cor}(u_{it}, u_{jt}) \neq 0; & i \neq j \end{cases}$$

где r_{ij} – коэффициент, рассчитанный по формуле:

$$r_{ij} = r_{ji} = \text{cor}(u_{ij}, u_{ji}) = \frac{\sum_{t=1}^T u_{it} u_{jt}}{(\sum_{t=1}^T u_{it})^{1/2} (\sum_{t=1}^T u_{jt})^{1/2}}.$$

Параметрические тесты предполагают, что между объектами существует линейная зависимость, которую можно определить с помощью коэффициента линейной корреляции, такого как коэффициент Пирсона (*Pearson*). Среди параметрических тестов мы можем упомянуть: тест Бреуша – Пагана (*Breusch and Pagan*) и тест Песарана. К непараметрическим тестам относятся такие, как тест Фридмана на зависимость между объектами панели, они основаны на коэффициенте ранжирования Спирмена и предполагают, что взаимосвязь между субъектами является нелинейной. В этой статье мы ограничимся параметрическим тестированием.

Используя метод множителя Лагранжа (*Lagrange Multiplier*), Бреуш и Паган для проверки нулевой гипотезы отсутствия корреляции предлагают статистику CD_{LM} . Когда N и $T \rightarrow \infty$ [14]:

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \widehat{r}_{ij}$$

при нулевой гипотезе отсутствия зависимости CD_{LM} -статистика $\rightarrow \chi^2$ с $N(N-1)/2$ степенями свободы. Для тех ситуаций, когда $T < N$, статистика CD_{LM} смещена и теряет свои асимптотические статистические свойства. Впоследствии Песаран предложил альтернативный тест. Песаран предлагает определять CD -статистику следующим образом:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \widehat{r}_{ij}$$

при нулевой гипотезе отсутствия зависимости CD -статистика $\rightarrow N(0, 1)$, когда $N \rightarrow \infty$ и $T \rightarrow \infty$. Когда вероятность p -значения меньше 5%, нулевая гипотеза отклоняется.

Идея о том, что следует учитывать зависимость между объектами панели, приводит ко второму поколению тестов стационарности панели. Тесты второго поколения полностью изменяют основы тестов первого поколения. Вместо того, чтобы рассматривать корреляции между объектами как параметры, не имеющие никакого эффекта (*nuisance parameter*), они предлагают использовать эти взаимосвязи для определения новой тестовой статистики. Тесты второго поколения не обязательно учитывают тот факт, что перекрестные корреляции переменной $Y_{(i,t)}$ обусловлены исключительно перекрестной корреляцией остатков. Они рассматривают случай, когда корреляции являются результатом наличия одного или нескольких общих компонентов или факторов. Таким образом, речь идет о предложении теста, который позволил бы максимально широко учитывать все различные возможные формы зависимости между объектами. С этой точки зрения было разработано множество тестов например: тест *Bai and Ng* (2001, 2004), тест *Moon and Perron* (2004), тест *Choi* (2002) и тест Песарана (2003). В этой статье мы сконцентрируемся на тесте Песарана.

Песаран добавляет к исходной переменной $Y_{(i,t)}$ модель Дики–Фуллера (*Dickey Fuller*) или расширенного Дики–Фуллера (*Dickey Fuller Augmented*) (*ADF*) путем введения индивидуальных средних значений $Y_{(i,t-1)}$ и первых разностей $\Delta Y_{i,t-1}$. Как и в тесте *IPC*, модель имеет вид [15]:

$$Y_{(i,t)} = Y_{(i,t-1)} + u_{(i,t)}.$$

Песаран предполагает следующее:

$$\Delta Y_{(i,t)} = \alpha_i + \phi_i Y_{(i,t-1)} + u_{(i,t)},$$

где $\phi_i = \rho_i - 1$; $u_{(i,t)} = \gamma_i \theta_t + \varepsilon_{(i,t)}$, индивидуальный эффект $\alpha_i = -\gamma_i \theta_i$, $\gamma_i \in R$; θ_t – общий незаметный фактор χ^2 и $\varepsilon_{(i,t)}$ – автокорреляция.

Таблица 1

Результаты теста Левина–Лина–Чу (*Levin–Lin–Chu test*)

Переменные	<i>P</i> -значение <i>None</i>	<i>P</i> -значение <i>Individual intercept</i>	<i>P</i> -значение <i>Individual intercept and trend</i>
Уровень инфляции (<i>INF</i>)	0.000	0.000	0.000
Индекс потребительских цен (<i>IPC</i>)	1.000	1.000	1.000

Источник: рассчитано автором.

Таблица 2

Результаты теста Има–Песарана–Шина (*Im–Pesaran–Shin test*)

Переменные	<i>p</i> -значение <i>Individual intercept</i>	<i>p</i> -значение <i>Individual intercept and trend</i>
Уровень инфляции (<i>INF</i>)	0.000	0.000
Индекс потребительских цен (<i>IPC</i>)	1.000	1.000

Источник: рассчитано автором.

Таблица 3

Результаты теста Песарана (*Pesaran CIPS Unit Root tests*)

Переменные	Уровень инфляции (<i>INF</i>)		Индекс потребительских цен (<i>IPC</i>)	
	<i>T-stat (CIPS)</i>	Критические значения (5%)	<i>T-stat (CIPS)</i>	Критические значения (5%)
<i>None</i>	-3.607	-1.650	-1.004	-1.650
<i>Constant</i>	-4.022	-2.260	-1.056	-2.250
<i>Constant and trend</i>	-3.910	-3.000	-1.376	-2.760

Источник: рассчитано автором.

Песаран показывает, что в отсутствие автокорреляции введения в модель среднего значения $\bar{Y}_t = \sum_{i=1}^N Y_{(i,t)}$ и его запаздывающего значения \bar{Y}_{t-1} достаточно, чтобы асимптотически учесть эффект общего незаметного фактора θ_t , когда $N \rightarrow \infty$. В результате получается модель расширенного поперечного сечения Дики–Фуллера *CADF* (*Cross Sectional Augmented Dickey–Fuller*) в следующей форме [16]:

$$\Delta Y_{(i,t)} = \alpha_i + \phi_i Y_{(i,t-1)} + c_i \bar{Y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{Y}_t + v_{(i,t)},$$

где $v_{(i,t)}$ – случайная ошибка, c_i и d_i – коэффициенты.

Песаран предложил среднюю статистику теста Има–Песарана–Шина (*IPS*), известную как *CIPS*, для расширенных *IPS* в поперечном сечении, которая имеет следующий вид:

$$CIPS(N, T) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{\phi_i}(N, T),$$

где $t_{\phi_i}(N, T)$ – статистика Дики–Фуллера, расширенная в поперечном сечении (*cross-sectionally augmented Dickey–Fuller statistic*) для единицы поперечного сечения i (*cross-section*), заданной t коэффициентом $Y_{(i,t-1)}$ в модели *CADF*. При нулевой гипотезе, когда статистика *CIPS* меньше критического значения, гипотеза единичного корня отвергается.

Чтобы провести сравнительное исследование и оценить методологию исследования стационарности панелей, эти тесты были примене-

ны к индексу потребительских цен и уровню инфляции в странах ЭКОВАС с использованием программного обеспечения *Eviews*. Ежемесячные данные охватывают период с января 2019 г. по июль 2022 г. и получены из базы данных *The Global Economy*, доступной на сайте: <https://www.theglobaleconomy.com>.

Результаты и обсуждение

Результат теста *LLC* на стационарность представлен в таблице 1.

Вероятности единичного корневого теста *LLC* по уровню инфляции, независимо от спецификации модели, составляют менее 5%. Нулевая гипотеза единичного корня отвергается. Что касается индекса потребительских цен, согласно тесту коэффициент доверительной вероятности равен единице, что превышает 5% для всех спецификаций. Мы не можем отвергнуть нулевую гипотезу, что *IPC* содержит единичные корни с однородностью авторегрессионного корня.

Анализ таблицы 2 показывает, что *p*-значение теста *IPS*, связанного с инфляцией, составляет менее 5%, тогда как вероятность, связанная с *IPC*, превышает 5%. Таким образом, уровень инфляции является стационарным процессом, в то время как индекс потребительских цен содержит единичные корни с неоднородностью авторегрессионного корня.

Таблица 4

Результаты теста на зависимость между объектами панели

Переменные	<i>p</i> -значение теста Бреуша–Пагана	<i>p</i> -значение теста Песарана	Зависимость/ независимость
Уровень инфляции (<i>INF</i>)	0.000	0.001	зависимость
Индекс потребительских цен (<i>IPC</i>)	0.000	0.000	зависимость

Источник: рассчитано автором.

Таблица 5

Тесты на стационарность панельных данных

Зависимость/ независимость	Поколение тестов	Тест	
Независимость между объек- тами	Первое	Однородная специфика- ция авторегрессионного корня под H_1	— Тест Левина–Лина (1992) — Тест Левина–Лина–Чу (2002) — Тест <i>Harris and Tzavalis</i> (1999)
		Спецификация авторе- грессионной корневой неоднородности	— Тест Има–Песарана – Шина (1997, 2002 и 2003) — Тест <i>Maddala and Wu</i> (1999) — Тест <i>Hadri</i> (2000)
Зависимость между объек- тами	Второе	— Тест <i>Bai and Ng</i> (2001) — Тест Песарана (2003) — Тест <i>Moon and Perron</i> (2004)	

Источник: рассчитано автором.

В таблице 3 представлены результаты панельного теста Песарана на стационарность.

Независимо от спецификации модели (*None*, *Constant*, *Constant and trend*) мы отвергаем нулевую гипотезу для уровня инфляции, поскольку статистики *T-stat* (*CIPS*) меньше критических значений при 5% уровне значимости. Таким образом, согласно тесту, уровень инфляции является стационарным процессом. С другой стороны, статистики *T-stat* (*CIPS*) индекса потребительских цен превышают критические значения. Мы не можем отвергнуть гипотезу единичного корня.

Вероятности обоих тестов для исследуемых переменных составляют менее 5%, что показано в таблице 4. В обоих случаях мы отвергаем нулевую гипотезу. Существует зависимость между индексами потребительских цен стран ЭКОВАС. Следует отметить, что оба теста приводят почти к одному и тому же результату: отклонение нулевой гипотезы.

Применение различных тестов к индексу потребительских цен ЭКОВАС и его изменения дает одинаковые результаты в отношении стационарности. Прикладные тесты обладают сильной способностью определять, существует ли единичный корень во временных рядах. Разница между тестами заключается в характере исследуемой переменной. Тесты первого поколения отвергают альтернативную гипотезу о стационарности, когда исследуемая переменная нестационарна и представляет зависимость. Отклонение от альтернативной гипотезы может быть объяснено невозможностью точного определения истинной вероятности, поскольку их

асимптотические характеристики искажены из-за нарушения гипотезы независимости между объектами. Этот результат согласуется с выводом *Christophe Hurlin and Valerie Mignon*, что тесты первого поколения теряют свою асимптотическую силу, когда существует зависимость остатков объектов [17]. Поэтому изучение стационарности панелей надо начинать с теста на зависимость. Для наших данных тесты на зависимость, примененные в этом исследовании, дали те же результаты. *R. De Hoyos and V. Sarafidis* в своей статье представили различные тесты зависимостей для панели и пришли к выводу, что они дают один и тот же результат [18]. В таблице 5 приведено обобщение имеющихся тестов, которые можно использовать для проверки наличия единичного корня в панельных данных.

Индексы потребительских цен в странах ЭКОВАС содержат общий фактор или компонент в период исследования. Этот общий фактор может быть объяснен шоком, влияющим на экономику сообщества в целом, или последствиями межстрановой торговли ЭКОВАС. Среди шоков можно упомянуть: кризис в области здравоохранения, связанный с распространением вируса Эбола в Западной Африке, засуху в результате изменения климата, кризис в области здравоохранения из-за распространения вируса COVID по всему миру и в Западной Африке, политические кризисы, характеризующиеся государственными переворотами в некоторых странах ЭКОВАС. Помимо потрясений, международная торговля и внутренняя торговля в странах ЭКОВАС могут быть фактором, определяющим зависимость индекса потреби-

тельских цен. Соглашения о таможене и свободном перемещении товаров и услуг в страны ЭКОВАС способствуют развитию торговли между странами. Таким образом, кризисы, влияющие на экономику и цены одной страны, могут передаваться другим странам сообщества, что может привести к зависимости индекса потребительских цен между странами ЭКОВАС.

Заключение

Преимущество анализа панельных данных заключается не только в том, что они позволяют изучать динамику переменной во времени и между несколькими объектами, но также позволяют увеличивать количество наблюдений без увеличения количества лет в базе данных. Из-за этого панельные тесты более эффективны, чем тесты по временным рядам. Большая разница между двумя поколениями тестов заключается в том, что некоторые из них основаны на гипотезе зависимости между объектами, а другие – на гипотезе независимости. Чтобы выбрать подходящий тест, необходимо применить тест на зависимость, известный как *Tests of cross-sectional dependence*.

Применение этих тестов к данным об инфляции в ЭКОВАС показывает, что существует зависимость между индексом потребительских цен и его изменениями в разных странах сообщества. Эти зависимости могут быть объяснены общими факторами, такими как COVID, политический кризис, которые в целом влияют на экономику всех стран. Аналогичным образом, ценовые зависимости также могут быть объяснены последствиями межстрановой торговли в сообществе. Адаптированный тест на стационарность для индекса цен и инфляции в ЭКОВАС является тестом второго поколения, в результате которого выявлена стационарность для уровней инфляции и нестационарность для уровней индекса потребительских цен. Однако тесты первого поколения также приводят к тому же результату, но с меньшей мощностью. Результаты этой работы могут быть очень полезны в будущем как в исследованиях динамики индекса потребительских цен в странах ЭКОВАС, так и во всех исследованиях инфляционных процессов на основе панельных данных.

Список литературы

1. Kwiatkowski D., Phillips P.C.B., Schmidt P., Shin Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root // *Journal of Econometrics*. 1992. № 54. P. 91–115.

2. Levin A., Lin C.F. Unit root test in panel data: Asymptotic and finite sample properties // *University of California at San Diego*. 1992. Discussion. P. 92–93.

3. Choi I. Unit root tests for panel data // *Journal of International Money and Finance*. 2001. № 20. P. 249–272.

4. Скроботов А.А. Тестирование единичных корней в панельных данных против неоднородной альтернативы с приложением к региональному индексу потребительских цен РФ: Национальная экономика // *Российское предпринимательство*. Январь 2017. Т. 18. № 2.

5. Ратникова Т.А. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний: Учебное пособие. М.: Государственный университет – Высшая школа экономики (ГУ ВШЭ), 2014. 298 с.

6. Baltagi B.H., Kao C. Nonstationary panels, cointegration in panels and dynamic panels: A survey // *Advances in econometrics*. Vol. 15. Elsevier Science, 2000. P. 7–51.

7. Stock J.H., Watson M.W. Unit root tests for panel data // *Testing for Common Trends*. 1988. № 83. P. 1097–1107.

8. Levin A., Lin C.F. et Chu C.S.J. Unit root test in panel data: Asymptotic and finite sample properties // *Journal of Econometrics*. 2002. № 108. P. 1–24.

9. Im K.S., Pesaran M.H., Shin Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels // *Journal of Econometrics*. 2003. № 115. P. 53–74.

10. Im K.S., Pesaran M.H., Shin Y. Testing for unit roots in heterogenous panels: *Econometrica* / University of Cambridge. Working Paper 9526. 2002.

11. Westerlund J., Blomquist J. A modified LLC panel unit root test of the PPP hypothesis // *Empirical economics*. 2013. № 44. P. 833–860.

12. Phillips P., Sul D. Dynamic panel estimation and homogeneity testing under cross section dependence // *Econometrics Journal*. 2003. № 6. P. 217–259.

13. Pesaran M.H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels / University of Cambridge. Faculty of Economics, Cambridge. Working Papers in Economics. 2004. № 0435.

14. Breusch T., Pagan A. The Lagrange multiplier test and its application to model specification in econometrics // *Review of Economic Studies*. 1980. № 47. P. 239–253.

15. Pesaran H.M., Smith R. Estimating long-run relationships from dynamic heterogenous panels // *Journal of Econometrics*. 1995. № 68. P. 79–113.

16. Pesaran M.H. A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence / University of Cambridge. Faculty of Economics. Cambridge Working Papers in Economics № 0346. 2003.

17. Hurlin C., Mignon V. Une synthèse des tests de racine unitaire sur données de panel // *Economie & Prevision*. Paris, 2005. № 169-170-171. P. 253–294.

18. De Hoyos R., Sarafidis V. Testing for cross-sectional dependence in panel-data models // *The Stata Journal*. 2006. № 4. P. 482–496.

**TESTING THE STATIONARITY OF PANEL DATA ON THE EXAMPLE OF INFLATION ANALYSIS
IN THE COUNTRIES OF THE ECONOMIC COMMUNITY OF WEST AFRICAN STATES (ECOWAS)***C.N.C. Vikou*

Saint Petersburg State University of Economics

The article discusses methods for checking the presence of single roots in panels and the application of these methods to inflation data in the countries of the economic Community of West African States. The importance of checking the stationarity on the panels is determined. A brief overview of methods for checking the presence of a single root in panel data was presented. It is established that there are two generations of stationarity tests that contradict each other with respect to the hypothesis of dependence between the subjects of the panel, and that dependence tests, such as cross-sectional dependence tests, are used to select suitable tests. The application of dependency tests and tests to verify the presence of single roots in panels of both generations was carried out on the basis of ECOWAS data on inflation. The analysis showed that the Breusch and Pagan dependency test and the Pesaran test lead to the same result, the consumer price index and the inflation rate in the ECOWAS countries depend on each other, and that the first-generation tests, such as the Levin, Lin, and Chu test and Im, Pesaran, Shin test, are less they are powerful compared to second-generation tests, such as Pesaran CIPS Unit Root tests, when there is a dependency between subjects.

Keywords: stationarity, unit roots, panel, stationarity test, dependency test, inflation, Consumer Price Index, ECOWAS.