

Об измерении коинтеграционных соотношений между показателями временных рядов текущего счета платежного баланса и ВВП (на примере Азербайджанской Республики)

Натаван Солтан Айюбова

Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

В статье решается задача построения эконометрической модели (на основе временных рядов макроэкономических показателей), отражающей взаимосвязь между изменениями текущего счета платежного баланса и динамикой ВВП (на примере Азербайджанской Республики).

С целью оценки корректности применения математико-статистических методов для анализа влияния внешнеэкономической деятельности страны на конечные результаты ее экономической деятельности произведено тестирование построенной модели. Так, для проверки гипотез о нормальном распределении рядов был использован тест Харке — Бера, о стационарности — расширенный тест Дики — Фуллера (ADF) и тест Квятковского — Филлипса — Шмидта — Шина (KPSS), а также построены гистограммы и коррелограммы.

В процессе изучения временных рядов рассматриваемых показателей была выявлена их нестационарность как по результатам дескриптивной статистики, теста Харке — Бера, гистограмм, графиков выборочной автокорреляционной функции (АКФ) и частной автокорреляционной функции (ЧАКФ), так и по тесту Дики — Фуллера. Был применен переход к абсолютным приростам первых и вторых разностей.

Кроме того, выполнен тест Йохансена на выявление коинтеграционных соотношений. По его итогам при сравнении линейного и квадратичного трендов с аналогичными характеристиками был выбран линейный, указывающий на наличие коинтеграционного соотношения. После проведения тестов Trace и Maximum Eigenvalue принята альтернативная гипотеза о наличии одного вектора коинтеграции.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что взаимосвязь между показателями счета текущих операций платежного баланса и ВВП Азербайджана имеет долговременный характер. Они также могут служить основой для построения модели коррекции ошибок.

Ключевые слова: временной ряд, стационарность, тест Харке — Бера, тест Дики — Фуллера, тест Квятковского — Филлипса — Шмидта — Шина (KPSS), тест Йохансена, автокорреляционная функция, частная автокорреляционная функция.

JEL: C1, C12, C5.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-5-35-45>.

Для цитирования: Айюбова Н.С. Об измерении коинтеграционных соотношений между показателями временных рядов текущего счета платежного баланса и ВВП (на примере Азербайджанской Республики). Вопросы статистики, 2022;29(5):35–45.

On the Measurement of Cointegration Relations Between the Indicators of the Time Series of the Current Account of the Balance of Payments and GDP (On the Example of the Republic of Azerbaijan)

Natavan S. Ayyubova

Baku State University, Baku, Azerbaijan

The article solves the problem of constructing an econometric model (based on time series of macroeconomic indicators) that reflects the relationship between changes in the current account of the balance of payments and GDP dynamics (on the example of the Republic of Azerbaijan).

In order to assess the correctness of the application of mathematical and statistical methods for analyzing the impact of foreign economic activity on the final results of the country's economic activity, the constructed model was tested. So, to test the hypotheses about the normal distribution of the series, the Jarque—Bera test, the augmented Dickey—Fuller test (ADF), the Kwiatkowski—Phillips—Schmidt—Shin (KPSS) test were used, and histograms and correlograms were constructed.

In the process of studying the time series of the indicators under consideration, their non-stationarity was revealed both according to the results of descriptive statistics, the Jarque—Bera test, histograms, plots of the sample autocorrelation function (ACF) and partial autocorrelation function (PACF), and according to the Dickey—Fuller test. The transition to absolute increments, that is, to the first differences, was applied.

In addition, the Johansen test was performed to identify cointegration relationships. Based on its results, when comparing linear and quadratic trends with similar characteristics, a linear one was chosen, indicating the presence of a cointegration relationship. After carrying out the Trace and Maximum Eigenvalue tests, an alternative hypothesis about the presence of one cointegration vector was accepted.

The results obtained allow us to conclude that the relationship between the indicators of the current account of the balance of payments and Azerbaijan's GDP is of a long-term nature. They can also serve as a basis for building an error correction model.

Keywords: time series, stationarity, Jarque – Bera test, Dickey – Fuller test, Kwiatkowski – Phillips – Schmidt – Shin (KPSS) test, Johansen test, autocorrelation function, private autocorrelation function.

JEL: C1, C12, C5.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-5-35-45>.

For citation: Ayyubova N.S. On the Measurement of Cointegration Relations Between the Indicators of the Time Series of the Current Account of the Balance of Payments and GDP (On the Example of the Republic of Azerbaijan). *Voprosy Statistiki*. 2022;29(5):35–45. (In Russ.)

Платежный баланс дает представление об уровне интеграции экономики страны в мировую экономическую систему, объясняет прямую и обратную связь с воспроизводством, влияет на курсовые соотношения валют, внешнюю задолженность, валютные резервы, на экономическую, валютную политику страны и на состояние мировой валютной системы [1 и 2]. С одной стороны, процессы, происходящие в воспроизводстве, создают «картину» платежного баланса; с другой стороны, платежный баланс воздействует на воспроизводство. Мировая практика показывает, что падение цен на нефть и другие энергоносители оказывает сильнейшее влияние на страны – экспортеры нефти и газа. Немалая часть доходов бюджета в Азербайджане формируется за счет средств, вырученных от продажи нефти. После девальвации маната в феврале и в декабре 2015 г. и падения цен на энергоносители на мировом рынке вынужденно был сформирован новый государственный бюджет Азербайджана на 2016 г. и принят ряд мер в финансово-банковской системе.

Актуальность

Регулирование экономики и управление ее основными составляющими в сложных современных экономических условиях требуют в обязательном порядке применения различных экономико-математических методов, в том числе эконометрического моделирования. Использование информационных технологий, вычислительной техники и программного обеспечения также является непременным условием эффективного управления. Эти инструменты в сочетании с экономико-математическими методами создают большие возможности.

Несмотря на немалое количество работ, посвященных рассматриваемой теме, в которых, в частности, исследуются вопросы платежных балансов стран с развитой рыночной экономикой, многие проблемы платежных балансов стран с развивающейся экономикой остаются далеки от полного решения. Важно отметить, что проблемы выравнивания, выявления неустойчивости и другие проблемы платежных балансов стран с транзитивной экономикой носят специфический характер и требуют более глубокого и расширенного анализа.

Для их решения широко применяются регрессионные модели, модели на основе корреляционного анализа, модели ARIMA, системы эконометрических уравнений. При моделировании функционирования основных макроэкономических показателей анализируется множество взаимозависимых факторов, влияние которых формирует основной тренд.

Анализ публикаций

В работе [3] с использованием экономико-статистических методов анализируются тенденции развития платежного баланса и инвестиционной позиции России, которые определяют формирование устойчивых внешнеэкономических связей страны. Автор, изучая сущность проблемы, раскрывает особенности трех периодов внешнеэкономической деятельности, отражающих влияние кризисных явлений в мировой экономике, и применяет метод сравнительного статистического анализа.

В статье [4] исследуются механизмы и факторы формирования кризисов во внешних экономических связях и пути адаптации к сложившимся ситуациям для дальнейшего развития. Вывод ав-

тора состоит в том, что при определенном среднем уровне роста валового внутреннего продукта (ВВП) России (2,2% в год) сохраняется устойчивость платежного баланса, а попытки достижения более высоких темпов роста, которые не обосновываются структурными и институциональными мерами, приводят к регулярным кризисам с возвратом на траекторию двухпроцентного роста экономики.

Автор в работе [5], изучая экономические процессы в Республике Беларусь, определяет факторы, влияющие на платежный баланс, и анализирует с помощью эконометрических методов исследуемые ряды.

Далее, были разработаны эконометрические модели коррекции ошибок на базе коинтеграционных векторов. Так, в результате исследования [6] было получено коинтеграционное уравнение, показывающее степень взаимного влияния экономик трех стран, на основе которого можно провести детальное изучение перспективной динамики интеграционных процессов.

Исследования [7–9] посвящены эконометрическому анализу и моделированию динамики платежного баланса Азербайджанской Республики, формированию математико-статистического тренда, на основе которых можно оценить перспективы развития платежного баланса страны. В работах были применены методы корреляционного и регрессионного анализа, проведены эконометрические тесты расчетов направления, характера и тесноты связи между объясняющими и зависимыми факторами, проверка стационарности ряда.

Основные результаты

Корректировка краткосрочных результатов может привести к изменениям взаимосвязей между переменными со стохастическими свойствами в долгосрочном периоде, которые будут наблюдаться и выявляться в коинтегрированных временных рядах большинства экономических показателей. Интегрированным называется временной ряд, который не стационарен, но при разностях некоторого порядка является стационарным.

При рассмотрении векторной модели авторегрессии y_t , где $B_1, \dots, B_k$ — матрица размера $(n \times n)$, которая построена на 24 интегрированных рядах первого порядка $I(1)$, охватывающих показатели текущего счета платежного баланса Азербайджана¹ за период 1995–2018 гг.:

$$y_t = \gamma + B_1 y_{t-1} + B_2 y_{t-2} + \dots + B_k y_{t-k} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Если коинтегрирующих векторов несколько, то возникает требование их анализа. Анализ можно реализовать в системной форме и для каждого уравнения отдельно.

Рассмотрим и проанализируем коинтеграционную связь между текущим счетом платежного баланса и ВВП Азербайджана.

Для значимой оценки ранга коинтеграции при оценке ряда следует проверить две гипотезы при 95%-й вероятности, то есть уровне значимости $p = 0,05$: $H_0: r = i$; $H_1: r = i+1, i = 0, \dots, n$. Рассматриваемые ряды x_t и y_t [$x_t \sim I(1)$ и $y_t \sim I(1)$] являются коинтегрированными, если ряд $y_t - bx_t \sim I(0)$ является стационарным рядом при выполнении условия $b \neq 0$.

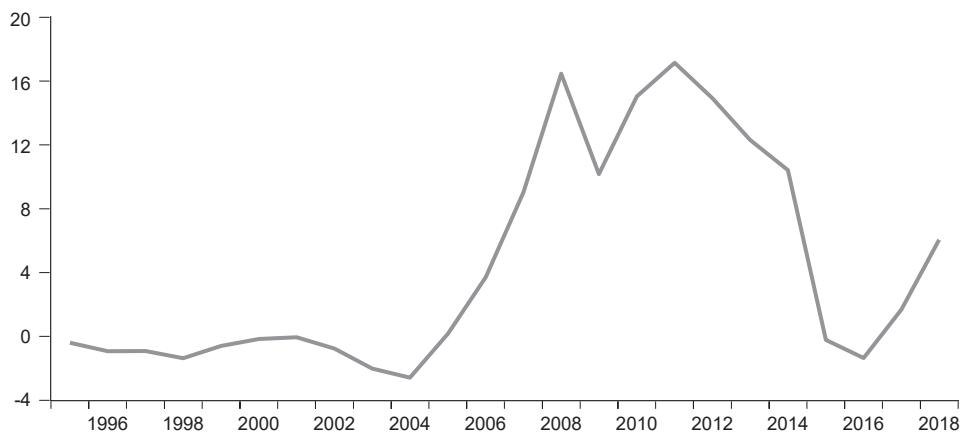
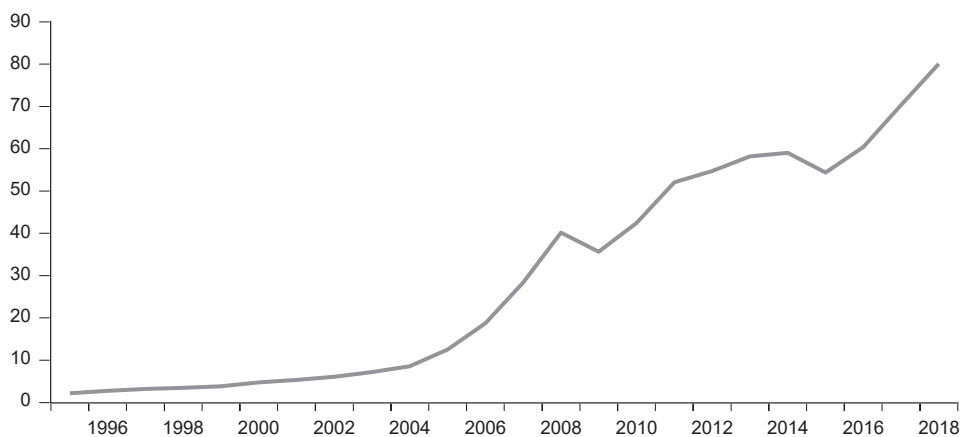
В нашем исследовании для нахождения ранга коинтеграции между временными рядами текущего счета платежного баланса и ВВП Азербайджана следует предварительно их проанализировать. Чтобы быть убежденным в интегрированности рядов в первом порядке, необходимо провести некоторые тесты.

Определение порядка интегрированности исследуемых временных рядов рассмотрим на примере эндогенной переменной Y — текущего счета платежного баланса и экзогенной переменной X_GDP — валового внутреннего продукта.

Все данные для расчетов получены с электронных ресурсов Государственного комитета статистики и Центрального банка Азербайджана. Эконометрические расчеты проводились с помощью статистического прикладного пакета EViews, таблицы и рисунки подготовлены автором в MS Excel и EViews.

При помощи процедуры Quick/Graph эконометрического пакета EViews для временных рядов показателей текущего счета платежного баланса и ВВП Азербайджана за 1995–2018 гг. были построены полигоны. Динамика изменения вре-

¹ Центральный Банк Азербайджана. Макроэкономическая статистика. URL: <https://www.cbar.az/page-41/macroeconomic-indicators> (даты обращения — в период с 1 января до 30 марта 2022 г.).

Рис. 1. Динамика временного ряда Y – текущего счета платежного баланса (млрд долларов США)Рис. 2. Динамика временного ряда X_GDP – валового внутреннего продукта (млрд долларов США)

менных рядов переменных Y и X_GDP , где сезонная составляющая удалена [10], представлены на рис. 1 и 2. По результатам обнаружен тренд, что говорит о нестационарности обоих рядов.

При помощи расширенного теста Дики – Фуллера (ADF) исследуемые ряды Y и X_GDP проверяются на стационарность. Если результаты теста ADF характеризуют ряды как стационарные,

то ряды x_t и y_t принимаются коинтегрированными [11 и 12].

Значение t-статистики, критические значения на трех уровнях значимости и другие показатели статистических информационных критериев для переменных Y и X_GDP по проведенному расширенному тесту Дики – Фуллера представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Результаты расширенного теста Дики – Фуллера для временного ряда Y – текущего счета платежного баланса

Constant, lag length – 0, observations: 23		
Test critical values	1%	-3,753
	5%	-2,998
	10%	-2,639
Probability	0,551	
t-statistic	-1,427	
F-statistic	2,037	
Probability (F-statistic)	0,168	
Akaike info criterion	19,542	

Таблица 2

Результаты расширенного теста Дики – Фуллера для временного ряда X_GDP – валового внутреннего продукта

Constant, lag length – 0, observations: 23		
Test critical values	1%	-3,753
	5%	-2,998
	10%	-2,639
Probability	0,998	
t-statistic	1,365	
F-statistic	1,865	
Probability (F-statistic)	0,186	
Akaike info criterion	19,731	

Расширенный тест Дикки – Фуллера проверяет значения авторегрессии:

$$\Delta Y_t = B Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где нулевая гипотеза имеет вид $H_0: B = 0$.

Тест ADF для рядов Y и X_GDP описывает их как нестационарные, поскольку значение статистики ADF меньше значений на основных уровнях значимости, которые принимаются как критические. По результатам теста, представленным в таблицах 1 и 2, видно, что основная гипотеза о нестационарности рядов не отвергается на трех уровнях значимости.

Проведенный тест Харке – Бера указывает на нормальное распределение уровней рядов Y – текущего счета платежного баланса и X_GDP – валового внутреннего продукта: $JB_Y = 3,267167$ при $prob. = 0,195 > 0,05$ и $JB_{X_GDP} = 2,394963$ при $prob. = 0,301 > 0,05$, что подтверждает нормальность распределения. Построенные гистограммы стандартных распределений невязок для временных рядов визуально подтверждают сказанное выше. Только на одном участке (уровне) заметно отклонение от тренда (см. рис. 3 и 4).

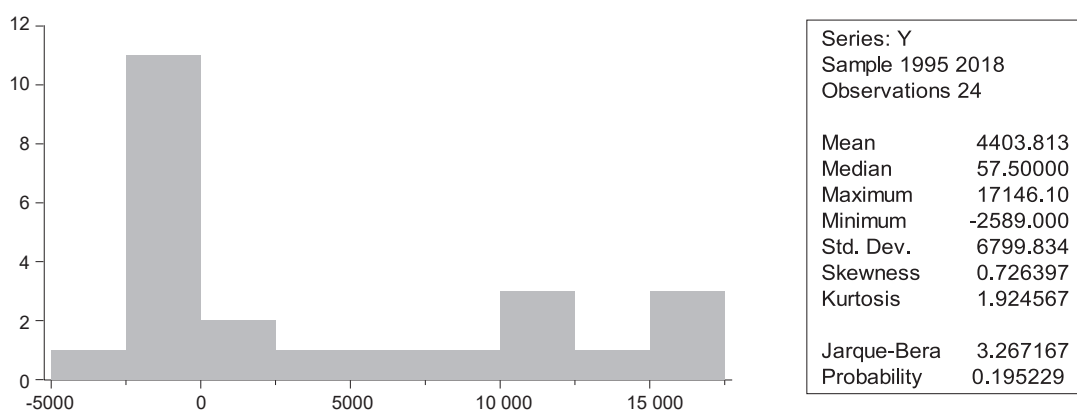


Рис. 3. Гистограмма стандартного распределения невязок для временного ряда Y – текущего счета платежного баланса

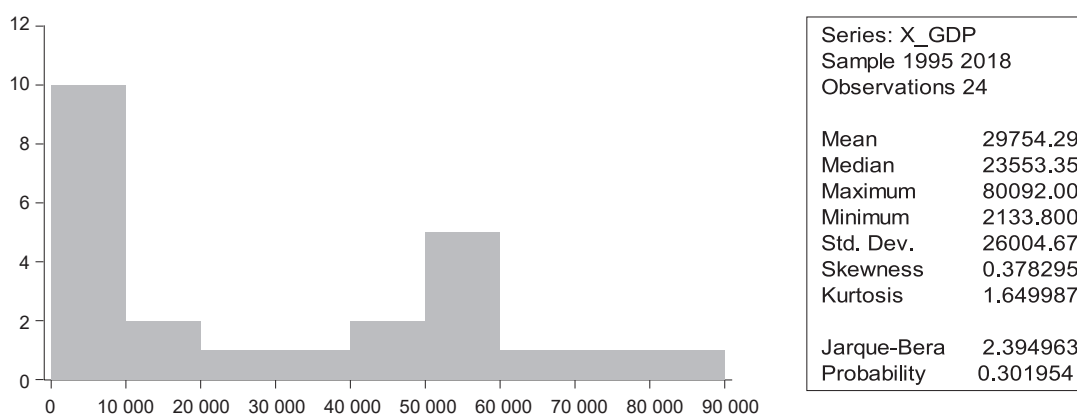


Рис. 4. Гистограмма стандартного распределения невязок для временного ряда X_GDP – валового внутреннего продукта

Графики выборочной автокорреляционной функции (АКФ) и частной автокорреляционной функции (ЧАКФ), гистограммы временных рядов платежного баланса и ВВП, а также результаты теста ADF могут дать характеристику временным рядам исходных переменных на стационарность.

Наличие в модели авторегрессии автокорреляции в остатках предполагает корреляционную взаимосвязь между уровнями ряда. При такой зависимости ряды могут подвергаться циклическим

колебаниям, что обуславливает низкое качество, неэффективность прогнозов на основе модели авторегрессии, так как отклонения, нося периодический характер, могут быть совсем не случайными. Анализируя результаты динамики, можно предположить, что исходные ряды Y и X_GDP являются нестационарными. Подтверждают это предположение и построенные автокорреляционные и частные автокорреляционные функции рассматриваемых временных рядов (см. рис. 5 и 6).

Date: 10/17/22 Time: 20:37
Sample: 1995 2018
Included observations: 24

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.831	0.831	18.745	0.000
		2 0.621	-0.227	29.672	0.000
		3 0.410	-0.118	34.659	0.000
		4 0.194	-0.167	35.839	0.000
		5 0.012	-0.062	35.843	0.000
		6 -0.098	0.057	36.175	0.000
		7 -0.242	-0.312	38.319	0.000
		8 -0.326	0.055	42.453	0.000
		9 -0.340	0.031	47.263	0.000
		10 -0.301	0.068	51.313	0.000
		11 -0.273	-0.156	54.888	0.000
		12 -0.260	-0.198	58.396	0.000

Рис. 5. АКФ и ЧАКФ временного ряда Y – текущего счета платежного баланса

Анализируя и обобщая результаты, представленные на рис. 5 и 6, можно сделать выводы о том, что АКФ показателей Y и X_GDP убывают, а ЧАКФ имеет наибольшее значение коэффициента автокорреляции первого и седьмого порядка. По другим порядкам функции не имеют значимых коэффициентов автокорреляции. Итак, временной ряд показателя текущего счета платежного баланса Y представляет собой модель авторегрессии по двум моментам (первого и седьмого порядков), то есть AR(1) и AR(7), и не является стационарным. А временной ряд ВВП Азербайджана X_GDP представляет модель авторегрессии первого порядка AR(1). Модель авторегрессии для рядов текущего счета платеж-

Date: 10/17/22 Time: 20:43
Sample: 1995 2018
Included observations: 24

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.871	0.871	20.572	0.000
		2 0.752	-0.028	36.596	0.000
		3 0.654	0.022	49.301	0.000
		4 0.562	-0.028	59.171	0.000
		5 0.444	-0.161	65.658	0.000
		6 0.314	-0.136	69.080	0.000
		7 0.176	-0.152	70.220	0.000
		8 0.038	-0.140	70.276	0.000
		9 -0.074	-0.021	70.502	0.000
		10 -0.169	-0.036	71.776	0.000
		11 -0.289	-0.193	75.779	0.000
		12 -0.372	0.023	82.977	0.000

Рис. 6. АКФ и ЧАКФ временного ряда X_GDP – валового внутреннего продукта

ного баланса Y и валового внутреннего продукта X_GDP можно представить в следующей общей форме:

$$Y_t = c + Y_{t-1} + Y_{t-7} + e_t, \quad (3)$$

$$X_GDP_t = c + X_GDP_{t-1} + e_t. \quad (4)$$

Итак, приведенный выше анализ динамики рассматриваемых рядов дает возможность выдвинуть предположение об их нестационарности. В обоих случаях имеет место возрастающий линейный тренд.

Теперь применим коррелограмму временных рядов по первым разностям Y и X_GDP . Результаты представлены на рис. 7 и 8.

Date: 10/17/22 Time: 21:00
Sample: 1995 2018
Included observations: 23

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.146	0.146	0.5542	0.457
		2 0.017	-0.005	0.5618	0.755
		3 0.000	-0.002	0.5618	0.905
		4 -0.157	-0.160	1.3038	0.861
		5 -0.250	-0.214	3.2968	0.654
		6 0.085	0.160	3.5387	0.739
		7 -0.231	-0.287	5.4505	0.605
		8 -0.247	-0.226	7.7836	0.455
		9 -0.167	-0.216	8.9350	0.443
		10 0.025	0.043	8.9626	0.536
		11 0.131	0.129	9.7788	0.550
		12 0.102	-0.189	10.325	0.588

Рис. 7. АКФ и ЧАКФ первых разностей временного ряда Y – текущего счета платежного баланса

Отсутствие автокорреляции на всех уровнях по АКФ и по ЧАКФ обосновывается долями вероятностей по всему ряду (как для Y , так и для X_GDP), которые превосходят уровень значимости $\text{prob.} = 0,05$. Полученные резуль-

Date: 10/17/22 Time: 20:58
Sample: 1995 2018
Included observations: 23

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.242	0.242	1.5248	0.217
		2 -0.087	-0.155	1.7336	0.420
		3 0.017	0.086	1.7420	0.628
		4 -0.097	-0.152	2.0270	0.731
		5 0.043	0.139	2.0863	0.837
		6 0.159	0.080	2.9389	0.816
		7 -0.172	-0.236	3.9962	0.780
		8 -0.238	-0.123	6.1622	0.629
		9 -0.139	-0.108	6.9557	0.642
		10 0.108	0.230	7.4720	0.680
		11 0.088	-0.090	7.8396	0.728
		12 0.030	0.043	7.8871	0.794

Рис. 8. АКФ и ЧАКФ первых разностей временного ряда X_GDP – валового внутреннего продукта

таты, представленные на рис. 7 и 8, разрешают сделать вывод о наличии стационарности в остатках авторегрессионных моделей первых разностей для зависимых переменных Y и X_GDP .

На следующем этапе исследования применялись тесты ADF и KPSS (Квятковского — Филлипса — Шмидта — Шина) на единичный корень и анализировалась стационарность временных рядов по первым разностям их уровней (см. таблицы 3–6).

Таблица 3

Результаты расширенного теста ADF для временного ряда Y — текущего счета платежного баланса

Constant, linear trend, maxlag = 5, 1 st differens		
Test critical values	1%	-3,769
	5%	-3,004
	10%	-2,642
Probability	0,011	
t-statistic	-3,727	
F-statistic	13,896	
Probability (F-statistic)	0,001	
Akaike info criterion	19,522	
Schwarz criterion	19,622	
Durbin — Watson statistic	1,964	

Расширенный тест Дикки — Фуллера характеризует ряд текущего счета платежного баланса Y как стационарный и интегрированный первого порядка, так как значение ADF статистики больше критических значений на 1%-м, 5 и 10%-м уровнях значимости.

Таблица 4

Результаты расширенного теста ADF для временного ряда X_GDP — валового внутреннего продукта

Constant, linear trend, maxlag = 5, 2 nd differens		
Test critical values	1%	-3,808
	5%	-3,021
	10%	-2,650
Probability	0,0005	
t-statistic	-5,216	
F-statistic	21,644	
Probability (F-statistic)	0,000021	
Akaike info criterion	20,124	
Schwarz criterion	20,274	
Durbin — Watson statistic	1,954	

Значения теста ADF для X_GDP (валового внутреннего продукта) представляют ряд как стационарный и интегрированный второго порядка.

Таблица 5

Результаты теста KPSS для временного ряда Y — текущего счета платежного баланса

Constant, linear trend, bandwidth-1		
Asymptotic critical values	1%	0,216
	5%	0,146
	10%	0,119
LM- statistic	0,089	
F-statistic	0,009	
Probability (F-statistic)	0,765	
Akaike info criterion	19,491	
Schwarz criterion	19,583	
Durbin — Watson statistic	1,665	

Таблица 6

Результаты теста KPSS для временного ряда X_GDP — валового внутреннего продукта

Constant, linear trend, bandwidth-1		
Asymptotic critical values	1%	0,216
	5%	0,146
	10%	0,119
LM- statistic	0,071	
F-statistic	4,006	
Probability (F-statistic)	0,050	
Akaike info criterion	19,642	
Schwarz criterion	19,743	
Durbin — Watson statistic	1,675	

Тест KPSS часто используется для дополнения теста Дики — Фуллера. Гипотеза H_0 в данном случае рассматривает стационарность временных рядов в таблицах 5 и 6, то есть является противоположной нулевой гипотезе теста ADF. Как видно из полученных результатов, первая разность для ряда Y и вторая разность для ряда X_GDP характеризуют ряды как стационарные, что обосновывает интегрированность рассматриваемых рядов.

При проведении тестов полученные результаты и значения статистик на разных уровнях значимости зависят от формулировки тестов, то есть от того, какие выбираются комбинации константы и тренда, количество лагов. В такой ситуации важным является применение информационных критериев Акаике и Шварца, что позволяет выбрать наилучшие результаты. Наименьшие значения этих критериев помогают исследователям осуществить выбор лучшей модели:

$$AIC = \ln\left(\frac{RSS_p}{n}\right) + \frac{2p}{n} + 1 + \ln 2\pi, \quad (5)$$

$$SC = \ln\left(\frac{RSS_p}{n}\right) + \frac{p \ln n}{n} + 1 + \ln 2\pi, \quad (6)$$

где p — количество объясняющих переменных, n — количество наблюдений, RSS_p — остаточная сумма квадратов.

Известно, что характерные особенности большинства макроэкономических показателей в форме временных рядов — это их нестационарность, наличие тренда и сезонной компоненты, что приводит к ложной корреляции, к мнимой регрессии в полученных результатах исследований при применении традиционных методов эконометрического анализа. С целью устранения

несостоятельности в оценках и получения эффективного обоснованного результата временные ряды рассмотренных показателей были проверены на коинтеграцию.

Итак, с учетом наименьших значений критериев Акаике и Шварца проведенные тесты дают нам информацию об интегрированности первого порядка исследуемых временных рядов текущего счета платежного баланса и ВВП Азербайджана, что позволяет нам провести тест Йохансена на коинтеграцию временных рядов. Проведение данного теста с помощью EViews предоставляет возможность реализации проверки разных форм трендов со спецификациями данных и осуществления выбора среди них тренда с наилучшими

показателями, выполняющего все поставленные необходимые условия теста на коинтеграцию [13–17]. Таким образом, было определено, что линейный и квадратичный тренды указывают на коинтеграционное соотношение между временными рядами Y и X_GDP . Тесты на коинтеграцию этих видов трендов показывают аналогичные результаты. Обе тестовые статистики (*Trace* и *Maximum Eigenvalue*) свидетельствуют о наличии одного коинтеграционного соотношения. Результаты проведенного теста Йохансена на коинтегрированность временных рядов по разным формам трендов, тестов *Trace* и *Maximum Eigenvalue* для линейного и квадратичного трендов приведены в таблицах 7–9.

Таблица 7

Результаты теста Йохансена на коинтегрированность временных рядов Y – текущего счета платежного баланса и X_GDP – валового внутреннего продукта

Количество наблюдений: 19 Временной период: 1995–2018 гг. Временные ряды: Y – текущий счет платежного баланса X_GDP – валовой внутренний продукт Интервал лагов: от 1 до 4					
<i>Количество коинтегрирующих соотношений на уровне значимости 0,05</i>					
Тренд \ Тест	отсутствуют детерминированные тренды в данных		наличие детерминированного линейного тренда в данных		наличие детерминированного квадратичного тренда в данных
	без константы без тренда	с константой без тренда	с константой без тренда	с константой с трендом	с константой с трендом
Trace	0	0	0	1	1
Max-Eig	0	0	0	1	1
<i>Информационные критерии</i>					
Тренд \ Ранг	отсутствуют детерминированные тренды в данных		наличие детерминированного линейного тренда в данных		наличие детерминированного квадратичного тренда в данных
	без константы без тренда	с константой без тренда	с константой без тренда	с константой с трендом	с константой с трендом
<i>Логарифм, вероятность по рангу и модели</i>					
0	-341,1088	-341,1088	-339,7957	-339,7957	-328,8090
1	-337,2308	-334,0730	-332,9379	-323,0773	-318,6917
2	-336,7983	-332,3658	-332,3658	-318,5958	-318,5958
<i>Критерий Акаике по рангу и модели</i>					
0	37,59041	37,59041	37,66270	37,66270	36,71674
1	37,60324	37,37611	37,36188	36,42919	36,07281*
2	37,97877	37,72272	37,72272	36,48377	36,48377
<i>Критерий Шварца по рангу и модели</i>					
0	38,38572	38,38572	38,55743	38,55743	37,71089
1	38,59738	38,41996	38,45544	37,57246	37,26579*
2	39,17175	39,01511	39,01511	37,87558	37,87558

Таблица 8

Результаты теста Trace

Гипотеза	Альтернативная гипотеза	Trace статистика	5%-е критическое значение	Уровень вероятности
<i>Для линейного детерминированного тренда</i>				
$H_0: r = 0^*$	$H_1: r = \text{не более } 1$	42,39969	25,87211	0,0002
<i>Для квадратичного детерминированного тренда</i>				
$H_0: r = 0^*$	$H_1: r = \text{не более } 1$	20,42642	18,39771	0,0257

Результаты теста Maximum Eigenvalue

Гипотеза	Альтернативная гипотеза	Maximum Eigenvalue статистика	5%-е критическое значение	Уровень вероятности
<i>Для линейного детерминированного тренда</i>				
$H_0: r = 0^*$	$H_1: r = \text{не более } 1$	33,43665	19,38704	0,0003
<i>Для квадратичного детерминированного тренда</i>				
$H_0: r = 0^*$	$H_1: r = \text{не более } 1$	20,23464	17,14769	0,0172

Для определения количества коинтеграционных векторов проверяются нулевая и альтернативная ей гипотеза. Нулевая гипотеза об отсутствии коинтеграционных соотношений отвергается, так как рассчитанные значения больше критических и, соответственно, являются значимыми; принимается альтернативная гипотеза о наличии одного вектора коинтеграции.

Выбрав линейный детерминированный тренд с константой и количеством лагов от 1 до 4 на 5%-м уровне значимости и используя полученные значения коэффициентов по тесту Йохансена, коинтеграционное соотношение можем записать в следующей форме (в скобках представлены стандартные ошибки):

$$Y_t = -0,170527X_{(0,133756)}GDP_t + 4174,116_{(757,924)}. \quad (7)$$

Полученное соотношение приводит к заключению о том, что взаимосвязи между временными рядами текущего счета платежного баланса и ВВП Азербайджана имеют долговременный характер. Эмпирически и теоретически можно обосновать и дать оценку взаимовлияния ВВП и текущего счета платежного баланса. Увеличение или снижение на 1 млн долларов США ВВП приводит к обратному изменению текущего счета платежного баланса на 0,17 млн долларов США, что экономически объясняется тесными взаимосвязями между рассматриваемыми макроэкономическими показателями. Полученные данные о коинтеграции также позволяют построить модель коррекции ошибок.

* *
*

Для построения коинтеграционного соотношения, с помощью которого можно дать количественную оценку влияния ВВП Азербайджана на текущий счет платежного баланса в долгосрочной перспективе, а также для последующего построения модели коррекции ошибок и прогнозирования экономического развития был проведен предварительный эконометрический

анализ временных рядов рассматриваемых макроэкономических показателей на наличие стационарности.

Во избежание неверной интерпретации результатов из-за ложной регрессии и несостоятельности оценок все временные ряды были проверены на стационарность с помощью расширенного теста Дики – Фуллера.

Изначально по исходным данным была выявлена нестационарность рядов по результатам дискрепитивных статистик, теста Харке – Бера и гистограмм стандартных распределений невязок, графиков АКФ и ЧАКФ, а также по тесту Дикки – Фуллера. В последующем была применена процедура взятия первых разностей, в результате которой были получены состоятельные результаты по стационарности временных рядов.

По итогам теста Йохансена были выбраны линейный и квадратичный тренды с аналогичными результатами, указывающие на наличие коинтеграционного соотношения, и проведены тесты Trace и Maximum Eigenvalue. В данной работе обе тестовые статистики (Trace и Maximum Eigenvalue) указывают на наличие одного коинтеграционного соотношения. В итоге была принята альтернативная гипотеза о наличии одного вектора коинтеграции и из двух трендов с аналогичными результатами был выбран линейный тренд.

Результаты исследования дают возможность на основе анализа динамики рассматриваемых макропоказателей выявить реальные тенденции развития текущего счета платежного баланса Азербайджана на современном этапе и определить его взаимозависимость с ВВП.

Литература

1. Kumhof M., Li S., Yan I. Balance of Payments Crises under Inflation Targeting // Journal of International Economics. 2007. Vol. 72. Iss. 1. P. 242–264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.10.002>.
2. Moreno-Brid J.C. On Capital Flows and the Balance-of-Payments Constrained Growth Model // Journal of Post Keynesian Economics. 1998. Vol. 21. Iss. 2. P. 283–298. doi: <https://doi.org/10.1080/01603477.1998.11490194>.

3. **Петрикова Е.М.** Тенденции развития платежного баланса и международной инвестиционной позиции России // Вопросы статистики. 2019. Т. 26. № 10. С. 46–56. doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2019-26-10-46-56>.
4. **Гурвич Е.Т., Прилепский И.В.** Как обеспечить внешнюю устойчивость российской экономики // Вопросы экономики. 2013. № 9. С. 4–39. doi: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2013-9-4-39>.
5. **Бурдыко Н.М.** Анализ и прогнозирование основных показателей платежного баланса Республики Беларусь на основе моделей коррекции ошибок // Математическое моделирование макроэкономических процессов: сб. науч. тр. Минск: НИЭИ Минэкономики РБ, 2005. С. 55–73.
6. **Оруджев Э.Г., Гусейнова С.М.** Об одной задаче коинтеграции торговых связей Азербайджана, России, Беларуси и Казахстана // Статистика и Экономика. 2020. Т. 17. № 2. С. 29–39. doi: <https://statecon.rea.ru/jour/article/view/1463>.
7. **Orudzhev E.G., Ayyubova N.S.** Empirical Analysis of Balance of Payments Dynamics // *Caspian Journal of Applied Mathematics, Ecology and Economics*. 2020. Vol. 8. No 1. P. 3–9. URL: http://cjamee.org/wp-content/uploads/2021/02/v8i1_1.pdf.
8. **Айюбова Н.С.** Эконометрический анализ и моделирование динамики развития платежного баланса в Азербайджане // Статистика и Экономика. 2022. Т. 19. № 2. С. 14–22. doi: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2022-2-14-22>.
9. **Оруджев Э.Г., Айюбова Н.С.** Эмпирический анализ факторов влияния на платежный баланс Азербайджана // Актуальні проблеми економіки / Actual Problems in Economics. 2016. № 7(181). С. 400–411. URL: https://www.researchgate.net/publication/345308676_empiriceskij_analiz_faktorov_vliania_na_plateznyj_balans_v_azerbajdzane.
10. **Franses P.-H., Kunst R.M.** On the Role of Seasonal Intercepts in Seasonal Cointegration // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 1999. Vol. 61. Iss. 3. P. 409–433. doi: <https://doi.org/10.1111/1468-0084.00136>.
11. **Dickey D.A., Fuller W.A.** Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root // *Journal of the American Statistical Association*. 1979. Vol. 74. No. 366. P. 427–431. doi: <https://doi.org/10.2307/2286348>.
12. **Hamilton J.D.** *Time Series Analyses*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2001.
13. **Engle R.F., Yoo B.S.** Cointegrated Economic Time Series: An Overview with New Results // R.F. Engle, C.W.J. Granger (eds). *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*. London: Oxford University Press, 1991. P. 237–266.
14. **Канторович Г.Г.** Анализ временных рядов. // Экономический журнал ВШЭ. 2003. Т. 7. № 1. С. 79–103.
15. **Матюшок В.М., Балашова С.А., Лазанюк И.В.** Основы эконометрического моделирования с использованием Eviews: учеб. пос. 2-е изд., перераб. и доп. М.: РУДН, 2011. 206 с.
16. **Банников В.А.** Векторные модели авторегрессии и коррекции регрессионных остатков (Eviews) // Прикладная эконометрика. 2006. № 3. С. 96–129.
17. **Johansen S., Juselius K.** Identification of the Long-Run and the Short-Run Structure: An Application to the ISLM Model // *Journal of Econometrics*. 1994. Vol. 63. Iss. 1. P. 7–36. doi: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)01559-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)01559-5).

Информация об авторе

Натаван Солтан Айюбова — канд. экон. наук, доцент кафедры математической экономики, Бакинский государственный университет. AZ 1148, г. Баку, ул. акад. 3. Халилова, д. 33. E-mail: nayyubova50@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3225-389X>.

References

1. **Kumhof M., Li S., Yan I.** Balance of Payments Crises under Inflation Targeting. *Journal of International Economics*. 2007;72(1):242–264. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.10.002>.
2. **Moreno-Brid J.C.** On Capital Flows and the Balance-of-Payments Constrained Growth Model. *Journal of Post Keynesian Economics*. 1998;21(2):283–298. Available from: <https://doi.org/10.1080/01603477.1998.11490194>.
3. **Petrikova E.M.** Trends in the Development of the Balance of Payments and the International Investment Position of Russia. *Voprosy Statistiki*. 2019;26(10):46–56. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2019-26-10-46-56>.
4. **Gurvich E., Prilepskiy I.** How to Secure External Sustainability of the Russian Economy. *Voprosy Ekonomiki*. 2013;(9):4–39. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2013-9-4-39>.
5. **Burdyko N.M.** Analysis and Forecasting of the Main Indicators of the Balance of Payments of the Republic of Belarus based on Error Correction Models. In: *Collection of Sci. Papers «Mathematical Modeling of Macroeconomic Processes»*. Minsk: Scientific Institute of Economic Research of the Ministry of Economics of the Republic of Belarus; 2005. Pp. 55–73. (In Russ.)
6. **Orudzhev E.G., Huseynova S.M.** On One Co-Integration Issue of Trade Links of Azerbaijan, Russia, Belarus and Kazakhstan. *Statistics and Economics*. 2020;17(2):29–39. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2020-2-29-39>.
7. **Orudzhev E.G., Ayyubova N.S.** Empirical Analysis of Balance of Payments Dynamics. *Caspian Journal of Applied Mathematics, Ecology and Economics*. 2020;8(1):3–9.

(In Russ) Available from: http://cjamee.org/wp-content/uploads/2021/02/v8i1_1.pdf.

8. **Ayyubova N.S.** Econometric Analysis and Modeling of the Dynamics of the Balance of Payments' Development in Azerbaijan. *Statistics and Economics*. 2022;19(2):14–22. (In Russ) Available from: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2022-2-14-22>.

9. **Orudzhev E.G., Ayyubova N.S.** Empirical Analysis of the Factors Influencing the Balance of Payments in Azerbaijan. *Actual Problems of Economics. Scientific Economic Journal*. 2016;7(181):400–411. (In Russ) Available from: https://www.researchgate.net/publication/345308676_empiriceskij_analiz_faktorov_vliania_na_plateznyj_balans_v_azerbajdzane.

10. **Franzes P-H., Kunst R.M.** On the Role of Seasonal Intercepts in Seasonal Cointegration. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 1999;61(3):409–433. Available from: <https://doi.org/10.1111/1468-0084.00136>.

11. **Dickey D.A., Fuller W.A.** Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979;74(366):427–431. Available from: <https://doi.org/10.2307/2286348>.

12. **Hamilton P.** *Time Series Analyses*. Princeton University Press; 2001.

13. **Engle R.F., Yoo B.S.** Cointegrated Economic Time Series: An Overview with New Results. In: Engle R.F., Granger C.W.J. (eds) *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*. Oxford: Oxford University Press; 1991. Pp. 237–266. Available from: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90016-X](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90016-X).

14. **Kantorovich G.G.** Time Series Analysis. *The HSE Economic Journal*. 2003;7(1):79–103. (In Russ.)

15. **Matyushok V.M., Balashova S.A., Lazanyuk I.V.** *Fundamentals of Econometric Modeling Using EViews*. Tutorial. 2nd ed., updated and revised. Moscow: RUDN; 2011. 206 p. (In Russ.)

16. **Bannikov V.A.** Vector Models of Autoregression and Correction of Regression Residuals (Eviews). *Applied Econometrics*. 2006;(3):96–129. (In Russ.)

17. **Johansen S., Juselius K.** Identification of the Long-Run and the Short-Run Structure: An Application to the ISLM Model. *Journal of Econometrics*. 1994;63(1):7–36. Available from: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)01559](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)01559).

About the author

Natavan S. Ayyubova — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Mathematical Economics, Baku State University. 33, Academic Zahid Khalilov Str., Baku, AZ 1148, Republic of Azerbaijan. E-mail: nayyubova50@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3225-389X>.