



Статистика, учет и аудит, 3(98)2025. стр. 17-32
DOI: <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2025.-3.02>

Статистика, учет и аудит
МРНТИ 83.03.29
УДК 330.4

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕАЭС

К.К. Бельгибаева^{1*}, Ф.Т. Алимбаев²

¹Туран Астана Университет, Астана, Казахстан

²Национальный Банк Республики Казахстан, Астана, Казахстан

*Corresponding author e-mail: belgibaeva_k@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена выявлению существенного фактора, влияющего на экономическое развитие стран регионального объединения Евразийского экономического союза. Оригинальность авторского методологического подхода заключается в использовании показателя валового внутреннего продукта, представленного в экономико-статистической счетной единице, а также применении корреляционно-регрессионного метода анализа к исследованию ЕАЭС в целом и пяти стран, входящих в его состав. Методы исследования включают приведение параллельных рядов, применение простой линейной регрессии и корреляционного анализа на основе статистических данных о темпах роста ВВП и индексах физического объема за период 2005–2024 гг. Качество полученных моделей проверено с помощью статистических критериев Стьюдента, Дарбина-Уотсона и Фишера. Первая гипотеза подтверждена положительной связью между ежегодными увеличениями индексов физического объема и темпами прироста ВВП, однако в части заметной силы взаимосвязи в Кыргызстане, Казахстане. В других регионах установлены связи: высокая в ЕАЭС, России, Армении и умеренная в Беларуси. Вторая гипотеза о наличии статистически значимой связи между этими переменными подтвердилась только в ЕАЭС, России, Кыргызстане. При этом, Россия занимает лидирующую позицию. С доверительными интервалами произведен прогноз среднего процента роста ВВП при уровне надежности 95% для ЕАЭС, России, Кыргызстана. Результаты моделей авторы рекомендуют к использованию правительственными органами стран ЕАЭС в анализе эволюции, корреляции, зависимости между темпами роста ВВП и реальным расширением производства, в расчетах прогнозов экономического роста в среднесрочной перспективе.

Ключевые слова: корреляция, регрессия, ВВП, индексы физического объема, Евразийский экономический союз.

Основные положения. Экономическое развитие государства формируется под воздействием множества факторов, различающихся по направлению и интенсивности влияния. Для обоснования и принятия эффективных управленческих решений целесообразно применять методы эконометрического анализа, в частности корреляционно-регрессионное моделирование. Настоящее исследование опирается на научно-методический подход к построению динамических парных корреляционно-регрессионных моделей с использованием официальных статистических данных ЕАЭС и

Cite this article as: Belgibayeva K.K., Alimbaev F.T. Correlation-regressive models in assessing the economic development of the EAEU. *Statistics, accounting and audit*. 2025, 3(98), 17-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2025.-3.02>



его стран-участниц. В качестве объясняющей переменной рассматривается индекс физического объема товаров и услуг (ИФО), а в качестве результативного показателя – темпы роста валового внутреннего продукта (ВВП). Такой выбор соответствует базовым положениям экономической теории, согласно которым реальное производство выступает одним из ключевых факторов экономического роста. Исследование охватывает количественную оценку влияния ИФО на рост ВВП за 2005-2023 годы, графическую визуализацию данных, расчеты коэффициентов парной корреляции Пирсона, эмпирического уравнения парной линейной регрессии, статистическую оценку степени значимости коэффициентов корреляции и регрессии с надежностью 95%, проверку прогнозных значений роста ВВП, рассчитанных по параметрам уравнения регрессии с фактическими данными за 2024 год и прогнозирование темпов роста ВВП на 2025-2026 годы.

Введение. Региональное объединение Евразийский экономический союз (далее ЕАЭС) образовано на базе Таможенного Союза и функционирует с 1 января 2015 года. В его рамках обеспечивается свободное движение товаров, услуг, капитала, рабочей силы, проводится единая экономическая политика в пяти странах: Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, России. Оценка взаимосвязи ВВП с факторами производят ученые, экономисты, статистики, аналитики чаще всего на базе корреляционно-регрессионного моделирования.

Актуальность и востребованность применения корреляционно-регрессионной модели продиктованы тем, что на ее основе выявляются наиболее значимые факторы, влияющие на темпы роста ВВП, определяются направление, характер и сила взаимосвязи между ними, прогнозируются будущие тенденции. Вместе с тем, при высокой степени теоретической разработанности, все же эмпирические корреляционно-регрессионные модели по данным регионального объединения ЕАЭС и его странам недостаточно представлены в научной литературе. Данный пробел восполнен результатами этой работы.

Цель настоящего исследования – выявить причинно-следственную, статистически значимую связь между показателями качественного и количественного экономического развития в ЕАЭС и пяти его странах-участниках.

Исходя из поставленной цели выполнены следующие задачи исследования:

- 1) разработать и построить динамические парные корреляционно-регрессионные модели экономического роста на основе метода наименьших квадратов (далее МНК);
- 2) представить экономическую интерпретацию полученным расчетам;
- 3) проверить стандартные предпосылки регрессионного анализа на независимость ошибок и произвести прогноз экономического развития на среднесрочный период.

Гипотеза 1: темпы роста ВВП зависят положительно и заметно от ИФО товаров и услуг в странах-членах ЕАЭС.

Гипотеза 2: между темпами роста ВВП и ИФО существует статистически значимая зависимость в странах ЕАЭС для прогнозирования экономического развития.

Литературный обзор. Теоретические, методологические аспекты, результаты применения корреляционно-регрессионного метода изложены в научных трудах множества ученых-экономистов: James H. Stock, Mark W. Watson [1]; Елисейевой И. И., Флуд Н. А., Юзбашева М. М. [2]; Минашкина В. Г., Шмойловой Р. А., Садовниковой Н. А., Моисейкиной Л. Г., Рыбаковой Е. С. [3]; Поляковой В. В. [4]; Аврова А. П. [5];



Брюс П. [6]; Ярошенко Н. Н., Бубенок Е. Д., Хахалевой Е. А. [7]; Яковлева В. Б. [8]; Доугерти К. [9] и др.

Даже в макроэкономических моделях с простой линейной регрессией, где зависимым признаком выступает темп роста ВВП страны, факторные признаки существенно различаются. В этом контексте особенно интересны работы исследователей, применяющих корреляционно-регрессионный анализ к официальным статистическим данным ЕАЭС. К числу таких исследований относятся труды Евсеева В.О., Росляковой Н.А., Шайлиевой М.М. и соавторов, Масловой В. и др., а также Georgi N. Todorov и др.

Евсеев В.О. оценивал влияние идеологий государственного управления на взаимоотношения между Россией и странами СНГ и ЕАЭС; наиболее близкое сходство идеологий наблюдается у России с Беларусью и Казахстаном [10]. Рослякова Н.А. установила, что приращение инвестиций в Могилёвской области негативно сказалось на доле сельского хозяйства Брянской области [11]. Шайлиева М.М. и соавторы проанализировали динамику ВВП ЕАЭС, выраженного в долларах США за период 1990–2018 гг., сделали вывод о медленном долгосрочном росте экономики региона на предстоящие три года [12]. Маслова В. и др. обнаружили, что продукция зерна и его переработки в России, Казахстане и Беларуси является конкурентоспособной с позитивной динамикой на внутреннем и мировом рынках; в России наиболее конкурентны пшеница, ячмень и макаронные изделия, в Казахстане – пшеничная мука [13]. Georgi N. Todorov и др., исследуя трудовую миграцию как глобальное экономическое явление и её специфику в ЕАЭС за период 2006–2017 гг., выявили следующие закономерности: 1) прямая зависимость между естественным приростом населения, количеством вакантных рабочих мест и уровнем миграции; 2) обратная зависимость между ВВП на душу населения, индексом потребительских цен, минимальной заработной платой, уровнем безработицы и миграцией населения; 3) направление миграционных потоков зависит от ВВП на душу населения, числа вакантных рабочих мест и минимальной заработной платы.

Оригинальность методологического подхода к разработке корреляционно-регрессионных моделей определяется тем, что впервые: 1) применён показатель ВВП, выраженный в экономико-статистической счётной единице (ЭССЕ), к объекту исследования – региональному объединению ЕАЭС и пяти входящим в его состав странам. ЭССЕ как единица для анализа и моделирования стоимостных показателей стран ЕАЭС разработана профессором, доктором экономических наук Ю.К. Шокамановым [15]. Методика исчисления ЭССЕ обеспечивает устранение влияния инфляции в США. На основе сопоставимых данных о ВВП в ЭССЕ нами рассчитаны темпы роста ВВП ЕАЭС и каждой отдельной страны; 2) построены шесть динамических корреляционно-регрессионных моделей по переменным, значения которых ранее не исследованы и не подтверждены в причинно-следственной взаимосвязи для ЕАЭС и пяти стран-участниц. В качестве зависимой переменной взяты темпы роста ВВП по отношению к предыдущему году (y), а в качестве независимой – ИФО по отношению к предыдущему году (x). Обе переменные отражают динамику экономики с количественной и качественной стороны. Темпы роста ВВП измеряют процентное изменение ВВП с учетом инфляции в странах ЕАЭС, тогда как ИФО характеризует рост объёмов производства, связанных с качественными изменениями в экономике в результате технологического прогресса, инноваций, предпринимательской активности, выпуска новых благ и повышения уровня жизни населения.



Методы и материалы. В работе применены методы приведения параллельных данных и корреляционно-регрессионный анализ. Изучение данных методом приведения двух параллельных рядов позволяет подтвердить вопрос о спецификации регрессионного уравнения и определить форму связи. Используемые в работе основные формулы достаточно подробно изложены в указанных выше литературных источниках [1-9].

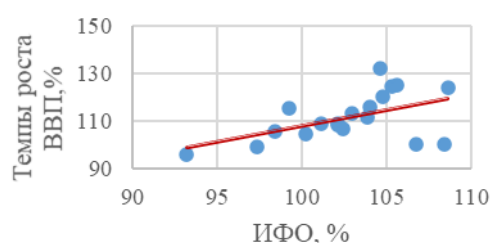
Для качественной оценки силы связи использована шкала английского статистика Чеддока, приведенная в таблице 1.

Таблица 1 – Шкала Чеддока

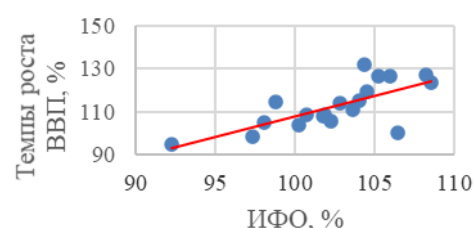
Значения тесноты связи	0-0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1
Качественная характеристика силы связи	нет связи	слабая	умеренная	средняя, заметная	высокая, сильная	очень высокая

Информационной базой данного исследования послужили официальные годовые статистические данные Евразийской Экономической Комиссии (далее ЕЭК) за 2005-2024 годы [16].

Результаты и обсуждение. Изучим графики корреляционного поля (рисунки 1-3).



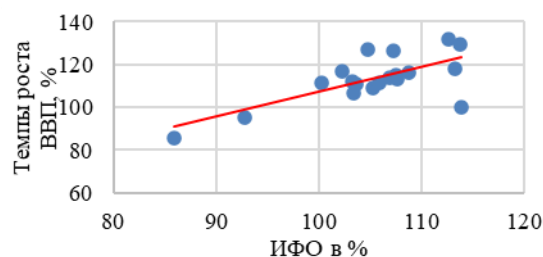
ЕАЭС



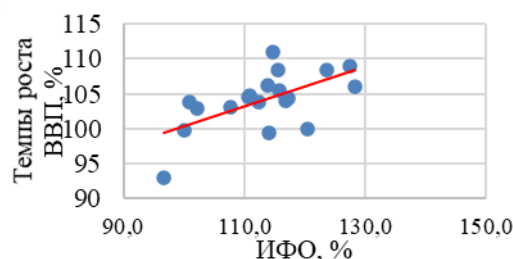
Россия

Рисунок 1 – Корреляционное поле зависимости темпов роста ВВП от индекса физического объема в ЕАЭС и России за 2005-2023 годы

Примечание: составлено авторами на основе данных ЕЭК [16] и собственных расчетов



Армения



Кыргызстан

Рисунок 2 – Корреляционное поле зависимости темпов роста ВВП от индекса физического объема в Армении и Кыргызстане за 2005-2023 годы

Примечание: составлено авторами на основе данных ЕЭК [16] и собственных расчетов

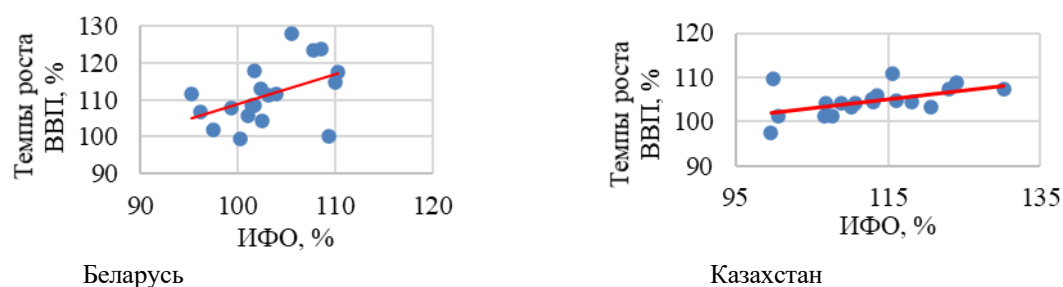


Рисунок 3 – Корреляционное поле зависимости темпов роста ВВП от индекса физического объема в Беларуси и Казахстан за 2005-2023 годы

Примечание: составлено авторами на основе данных ЕЭК [16] и собственных расчетов

Данные рисунков 1-3 демонстрируют линейную, прямую, положительную зависимость между признаками в ЕАЭС и пяти его странах. Наблюдаемые точки приближены к линии регрессии в среднем. В ЕАЭС и России линии тренда расположены почти под одним углом наклона.

Статистические критерии качества корреляционно-регрессионных моделей в ЕАЭС обобщены и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты эмпирических расчетов корреляционно-регрессионных моделей зависимости между темпами роста ВВП и индексами физического объема в странах ЕАЭС за 2005-2023 годы

ЕАЭС	Армения	Кыргызстан	Беларусь	Россия	Казахстан
1. Коэффициент корреляции					
0,706	0,703	0,610	0,467	0,716	0,511
2. Нормированный коэффициент детерминации					
0,499	0,494	0,372	0,218	0,512	0,261
3. Скорректированный коэффициент детерминации					
0,469	0,465	0,335	0,172	0,483	0,217
4. Уравнение регрессии $\bar{y}$					
$-77,86+1,86x$	$-8,94+1,16x$	$-22,98+1,31x$	$26,07+0,83x$	$-83,39+1,92x$	$-24,76+1,31x$
5. Значение теста t-критерия Стьюдента:					
а) табличное: 2,09					
б) фактическое					
4,11	4,08	3,18	2,18	4,22	2,45
в) p-value					
0,0007	0,0007	0,006	0,044	0,0006	0,03
6. Стандартная ошибка уравнения регрессии (y):					
7,4	8,39	7,18	7,31	7,72	7,37
7. Значение критерия Фишера:					
а) табличное: 4,45 при $k_1=1$, $k_2=17$					
б) фактическое					
16,9	16,62	10,08	4,75	17,83	6,00
в) p-value					
0,0007	0,0008	0,006	0,044	0,0006	0,03



продолжение таблицы 2

8. Значение статистики Durbin-Watson (DW-тест):					
а) табличное: $d_L=1,18$ $d_U=1,40$ при $k=1$, $n=19$					
б) фактическое					
1,42	1,14	1,6	1,28	1,67	1,16
9. Границы критических точек распределения Дарбина-Уотсона					
$1,4 \leq 1,42 < 2,30$	$0 \leq 1,14 < 1,18$	$1,4 \leq 1,6 < 2,4$	$1,18 \leq 1,28 < 1,4$	$1,4 \leq 1,67 < 2,6$	$0 \leq 1,16 < 1,18$
10. Вывод об автокорреляции остатков					
отсутствует	положительная	отсутствует	не определена	отсутствует	положительная
Примечание: составлено авторами					

Значения парного коэффициента корреляции (см. показатель под номером 1 в таблице 2) свидетельствуют о том, сложились положительные связи, подтверждающие гипотезу о том, что с увеличением индекса физического объема, наблюдается рост ВВП в ЕАЭС. Однако, сила связи в регионах разнится: высокая и сильная связь в ЕАЭС 0,706; России 0,716; Армении 0,703; заметная и средняя связь: в Кыргызстане 0,610 и Казахстане 0,511; умеренная связь в Беларуси 0,467.

Нормированный коэффициент детерминации r^2 (см. показатель под номером 2 в таблице 2) указывает на сколько процентов колебания темпов роста ВВП зависят от изменений ИФО, при прочих равных условиях: в Беларуси на 21,8%, в Казахстане на 26,1%, в Кыргызстане на 37,2%, в Армении на 49,4%, в ЕАЭС на 49,9%, в России на 51,2%.

Скорректированные коэффициенты детерминации (см. показатель под номером 3 в таблице 2) по величине меньше нормированных на число факторов, добавляемых при необходимости в модель.

Параметр a_1 (см. показатель под номером 4 в таблице 2), полученный нами в эмпирических уравнениях парной линейной регрессии означает, что увеличение ИФО приводит к ежегодному приросту ВВП, при неизменности остальных факторов: в Беларуси на 0,83%; в Армении на 1,16%; в Казахстане на 1,31%; в Кыргызстане на 1,31%; в ЕАЭС в среднем на 1,86%; в России на 1,92%.

Параметр a_0 (см. показатель под номером 4 в таблице 2) показывает среднее значение признака в момент времени $t=0$ при отсутствии прироста физического объема производства. В пяти моделях, кроме Беларуси, значения a_0 получены отрицательные, также как у исследователей Constantin Anghelache, Mădălina-Gabriela Anghel, Sorinel Carusneanu, Dan Ioan Torog (2019). Мы солидарны с их объяснениями о присутствии переменных, не включенных в эконометрическую модель, которые следует распознать, продолжив исследование.

Для проверки гипотез принят уровень значимости (доверия) по тестам равным 0,05. Фактические значения t-критерия Стьюдента превышают табличное критическое, значение t табл 2,09 и свидетельствуют о статистической значимости независимых переменных в шести моделях (см.показатели под номером 5а, б в таблице 2).

Значимость коэффициента регрессии при переменной x проверена по тесту Стьюдента. В шести моделях p -value гораздо меньше, чем $\alpha = 0,05$ (см. показатель 5в в таблице 2). Подтверждается, что коэффициент регрессии a_1 является значимым и между переменными существует значимая линейная связь.

Стандартная ошибка уравнения регрессии свидетельствует о том, на сколько единиц средняя точка данных отклоняется от линии регрессии (см.показатель под



номером 6 в таблице 2). Чем меньше стандартная ошибка уравнения регрессии, тем выше вероятность избежать большие ошибки прогноза.

По критерию Фишера (см. показатели под номером 7 а, б таблицы 2), F (факт) > $F_{табл}$ (4,45) в шести моделях. При $F_{расч} > F_{табл}$ коэффициенты корреляции и регрессии считаются статистически значимыми с заданным уровнем значимости $\alpha = 0,05$ и дополнительное включение фактора в регрессионную модель оправданно. Согласно тесту Фишера, регрессия также в шести моделях адекватна.

Протестируем модели на наличие автокорреляции остатков по Дарбину–Уотсону (DW-тест). Пределы критических точек по DW из специальных таблиц, равные $d_L = 1,16$, $d_U = 1,39$, приведены в таблице 2 (см. показатели под номером 8а).

Фактические значения статистики DW (см. показатели под номером 8б, 9 в таблице 2) входят в установленные пределы не во всех моделях. Автокорреляция сложилось неоднозначная (см. показатель 10 в таблице 2).

Заключительные результаты расчетов иллюстрируют графики (рисунки 4-6). Данные, представленные в верхней части рисунка 4, наглядно демонстрируют согласованность показателей. Увеличение ИФО сопровождается ростом уровней ВВП фактических и эмпирических в одни годы, и наоборот, в другие годы. Наличие положительной автокорреляции между темпами роста ВВП и ИФО указывает на определенные колебательные процессы, свойственные рыночной экономике. В Армении ИФО изменялся в диапазоне от 85,9% (2009 г.) до 113,9% (2005 г.). Высокие значения фактических темпов роста ВВП были зафиксированы в 2006 и 2012 годах (118,2% и 126,5% соответственно) и наибольшее падение в 2009 году до 85,4%, вызванное глобальным экономическим кризисом. С 2017 года наблюдается постепенное восстановление и рост, но в 2020 году из-за пандемии темпы вновь снизились. В 2021-2023 экономика Армении восстанавливается с темпами роста, превышающими 110%.

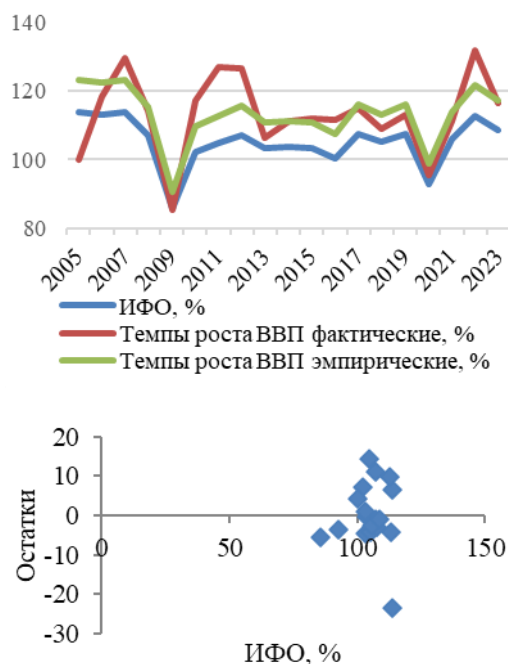
В Казахстане ИФО варьировался от 97,5% в 2020 г. до 110,7% в 2006 г. В отличие от Армении, Казахстан в 2009 году сохранил относительно стабильные показатели. Максимальный уровень темпа роста ВВП был в 2011 году (130,2%), а минимальный в 2020 году (99,7%).

Казахстан демонстрирует большую устойчивость к внешним шокам, более плавное восстановление, стабильные темпы роста и меньшие колебания, чем Армения, что возможно связано с большими запасами природных ресурсов и их экспортом.

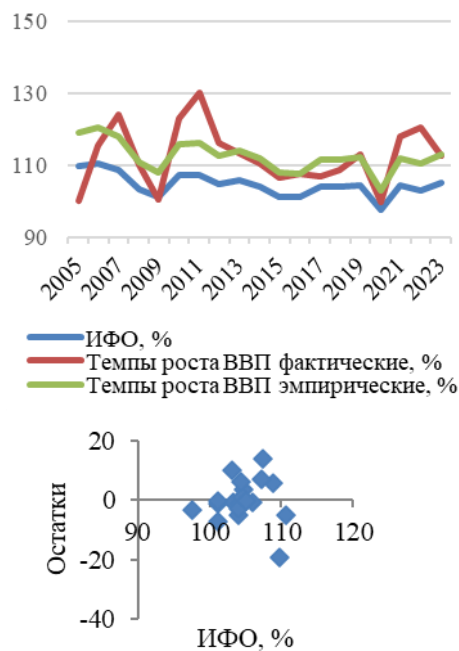
График рассеяния остатков для Армении (см. рисунок 4 слева внизу) показывает, что остатки варьируются в диапазоне примерно от -40% до 20%. Большинство точек сгруппированы около 100% ИФО, но наблюдается явная асимметрия. Прослеживается тенденция к сгущению точек в верхней части диапазона остатков, указывающих на наличие систематической ошибки в модели.

В модели для Казахстана (см. рисунок 4 справа снизу) остатки распределены в диапазоне примерно от -20% до 10%. Значения ИФО расположены в меньшем диапазоне изменчивости (около 95%–115%).

В обеих моделях остатки не распределены равномерно вокруг нуля, подтверждающие присутствие автокорреляции или систематическую ошибку модели. Негативность наличия автокорреляции остатков проявляется в том, что оценки параметров регрессии могут быть неэффективными, дисперсии оценок заниженными, выводы по статистикам Стьюдента, Фишера неверными, прогнозы могут быть смещенными.



Армения



Казахстан

Рисунок 4 – Макроэкономические показатели производства и графики зависимости остатков от теоретических значений темпов роста ВВП от индекса физического объема в Армении и Казахстане за 2005-2023 гг.

Примечание: составлено авторами на основе данных источника [16] и собственных расчетов

Для модели Беларуси данные, представленные в левой части рисунка 5, свидетельствуют о том, что фактические темпы роста ВВП в рассматриваемый период характеризовались значительными колебаниями, тогда как ИФО и эмпирические темпы роста демонстрировали относительную устойчивость.

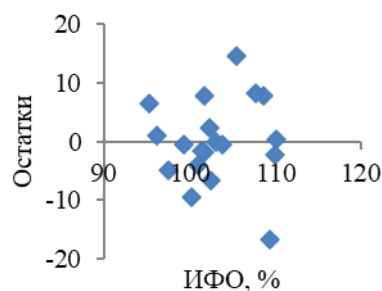
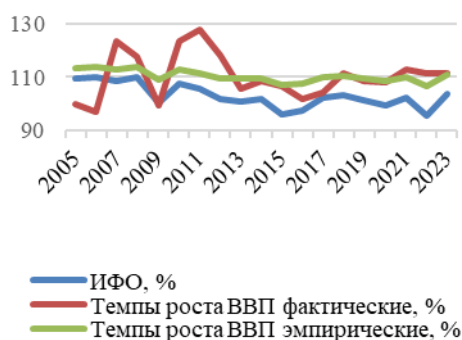


Рисунок 5 – Макроэкономические показатели производства и графики зависимости остатков от теоретических значений темпов роста ВВП от индекса физического объема в Беларуси за 2005-2023 гг.

Примечание: составлено авторами на основе данных источника [16] и собственных расчетов



Значения ИФО почти стабильные, с небольшими колебаниями. В некоторые годы, к примеру, 2015, 2020, наблюдаются снижения. Резкие скачки фактических темпов роста ВВП в 2008–2009 и 2010–2012 годах отражают влияние мирового финансового кризиса и последующего восстановления экономики. С 2014 года колебания становятся менее выраженными, но сохраняются краткосрочные спады и рост. Эмпирические темпы роста ВВП показывают сглаженную динамику роста с умеренными колебаниями.

Значения ИФО (см. рисунок 5 справа) находятся в диапазоне примерно от 90% до 120%. Остатки колеблются в пределах от -20% до 20%. Заметно некоторое сгущение точек ИФО в зоне 100%–110%, остатки сгруппированные, не полностью случайные свидетельствуют о недоучёте факторов в модели.

В трех моделях: для ЕАЭС, России, Кыргызстана отсутствует автокорреляция остатков. На графике (см. рисунок 6) представлены по три отдельные диаграммы для этих регионов.

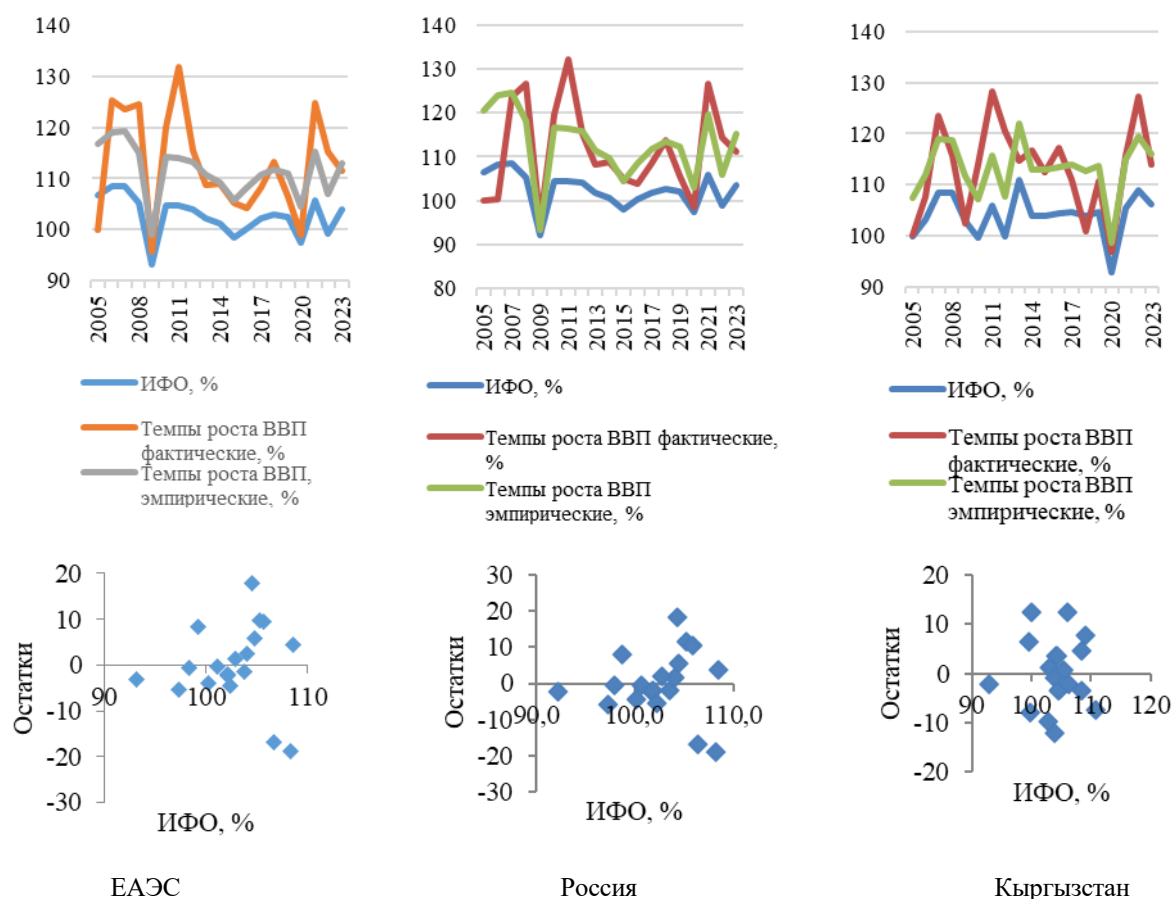


Рисунок 6 – Макроэкономические показатели производства и графики зависимости остатков от теоретических значений темпов роста ВВП от индекса физического объема в ЕАЭС, России и Кыргызстане за 2005-2023 гг.

Примечание: составлено авторами на основе данных источника [16] и собственных расчетов

Данные графика 6 сверху показывают, что ИФО имеют общий тренд экономической активности, испытывая небольшие колебания в трех регионах.



Эмпирические темпы роста ВВП представляют сглаженный тренд. Фактические темпы роста ВВП высоко вариативные в трех регионах. Наиболее выраженные колебания наблюдались в 2008–2009 годах, что связано с мировым финансовым кризисом, а также в 2020 году под влиянием пандемии COVID-19, вызвавшей замедление экономической активности, сокращение взаимной торговли в рамках ЕАЭС, закрытие государственных границ и спад внешнеэкономической деятельности. Кыргызстан испытывает наибольшие изменения в динамике по сравнению с Россией и ЕАЭС, что может быть связано с большей чувствительностью экономики к внешним факторам. Тренд ЕАЭС в целом схожий с динамикой России, занимающей лидирующие позиции в экономике ЕАЭС. На долю России приходится 84-85% ВВП ЕАЭС за 2005-2023 годы.

Графики остатков распределены случайно вокруг оси Х (см. рисунок 6 слева внизу). Так, в ЕАЭС остатки варьируются в диапазоне от -20% до 20%, относительно равномерно распределены точки без выраженного тренда. Индекс ИФО колеблется от 90% до 110%.

В России (график по середине) остатки находятся в диапазоне от -40% до 40%. Индекс ИФО в пределах от 90% до 110%. Точки не образуют четкого тренда, равномерно распределены относительно оси Х.

В Кыргызстане (график справа) остатки находятся в зоне от -20% до 20%, ИФО - от 90% до 120%. Распределение точек хаотичное, без явной структуры.

Коррелограммы по трем регионам демонстрируют, что с увеличением ИФО остатки в своем поведении не проявляют явной закономерности. Графики остатков, в большей мере, подтверждают отсутствие автокорреляции в остатках регрессии и правильность спецификации модели. Полное соответствие всем статистическим критериям дают объективные основания утверждать о том, что построены качественные регрессионные модели по трем регионам и их можно использовать для прогнозирования на среднесрочный период. Итоги расчетов представлены в таблицах 3-4.

Таблица 3 – Составляющие прогнозов ВВП в ЕАЭС, России, Кыргызстане на 2024 г.

ЕАЭС	Россия	Кыргызстан
1. Среднее значение ИФО, %		
102,7	102,4	104,1
2. Значение ИФО при увеличении на 1%		
102,8	102,5	104,2
3. Прогнозное значение темпа роста ВВП на основе уравнения регрессии		
113,34	113,41	113,52
4. Стандартная ошибка уравнения регрессии		
7,4	7,72	7,37
5. Дисперсия факторного признака		
14,15	15,26	16,00
6. Стандартная ошибка прогноза для среднего прогнозного значения		
±1,78	±1,86	±1,75
7. Доверительный интервал прогноза среднего процента роста ВВП с надежностью 95%		
111,4≤y≤118,8	111,3≤y≤119,1	111,1≤y≤118,5
Примечание: составлено авторами		



Показатели под номером 2-3 в таблице 3 соответственно фиксируют значения ИФО при допущении его прироста на 1 % в следующем году и прогнозные значения темпов роста ВВП, рассчитанные на основе параметров уравнения регрессии. С надежностью 95% прогнозные проценты роста ВВП на 2024 год в каждом регионе входят в диапазон будущих значений (см. показатель под номером 7). Далее сопоставим фактически сложившиеся темпы роста ВВП в 2024 году с прогнозными уровнями. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Измерители точности прогнозов роста ВВП на 2024 год и прогнозы на 2025-2026 годы в ЕАЭС, России, Кыргызстане

ЕАЭС	Россия	Кыргызстан
1. Прогнозные значения темпа роста ВВП на основе уравнения регрессии при допущении, что ИФО повысится на 1% на 2024г.		
115,0	115,1	114,7
2. Фактические значения темпов роста ВВП за 2024г.		
113,8	113,8	118,8
3. Абсолютная ошибка прогноза, % (отклонения фактических значений от прогнозных)		
-1,2	-1,3	4,1
4. Относительная ошибка прогноза, % ($3 \cdot 100 / 2$)		
-1,05	-1,13	3,5
5. Прогнозные значения темпа роста ВВП на основе уравнения регрессии, при допущении прироста ИФО на 1% на:		
2025г.		
117,0	117,1	116,3
2026г.		
119,0	119,1	117,2
Примечание: составлено авторами		

Воспользуемся метриками качества прогнозирования. Абсолютные и относительные ошибки прогноза на 2024 год указывают на незначительные отклонения фактических и прогнозных значений темпов роста ВВП в ЕАЭС и России, не превышающие 2%, в Кыргызстане, не превышающие 5% (см. показатели соответственно под номерами 3, 4 в таблице 4).

По мнению Ger Koole, в условиях нестабильных сфер бизнеса, где рыночные условия подвержены значительным колебаниям, отклонение в пределах 10–15 % может считаться нормальным [17]. В ЕАЭС экономика зависима от влияния внутренних и внешних факторов. В нестабильной экономике ошибки прогноза, не превышающие 5%, можно принять допустимыми для дальнейшего прогнозирования. К тому же, высокое качество прогноза позволило нам рассчитать и ожидаемые значения темпов роста по параметрам уравнения регрессии на 2025-2026 годы (см. показатели под номером 5 в таблице 4).

Гипотеза 1: предположение о положительной и значимой зависимости темпов роста ВВП от индекса физического объема подтверждается для всех шести регионов в



части положительной и с заметной силой связи - в Кыргызстане и Казахстане. В других регионах связь высокая - в ЕАЭС, России и Армении; умеренная - в Беларуси.

Гипотеза 2: наличие статистически значимой связи между темпами роста ВВП и индексом физического объёма подтверждается частично в трёх регионах: ЕАЭС, России и Кыргызстане. В моделях же для Армении, Беларуси и Казахстана нарушаются стандартные предпосылки регрессионного анализа о независимости ошибок, что может приводить к переоценке качества прогноза модели.

Заключение. Основная цель статьи заключалась в выявлении наиболее существенного и статистически значимого фактора, определяющего темпы роста ВВП. Проведённый анализ показал, что обе гипотезы получили частичное подтверждение. В исследовании подтверждена статистическая значимость и надёжность полученных коэффициентов корреляции, детерминации и уравнения регрессии; положительное влияние индексов физического объёма на динамику валового внутреннего продукта в рамках ЕАЭС за период 2005–2023 гг., с разной степенью влияния по величинам коэффициентов корреляции.

Во всех странах сохраняется влияние глобальных кризисов и экономической нестабильности, а также тенденция опережения фактических и эмпирических темпов роста ВВП над ростом ИФО, что свидетельствует о смешанном, экстенсивно-интенсивном типе экономического развития.

Полученные модели парной линейной регрессии для регионального объединения ЕАЭС могут служить основанием для формирования политик правительственных органов пяти стран. Во-первых, данные модели полезны для общего понимания взаимосвязи между реальным производством и экономическим развитием, а также для количественной оценки зависимости темпов роста ВВП от роста ИФО на 1%. Вклад производственного фактора в объяснение динамики ВВП варьируется по странам: в Беларуси он составляет немногим более одной пятой, в Казахстане – около одной четверти, в Кыргызстане – свыше одной трети, в Армении и по ЕАЭС в целом – около половины, тогда как в России – более половины вариаций экономического роста. Невысокие значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о необходимости принятия мер по качественному улучшению производства через развитие новых отраслей, совершенствование структурных изменений в технологиях, отраслях, инфраструктуре и предпринимательской активности в экономике каждой страны и в рамках ЕАЭС в целом. Во-вторых, следует использовать регрессионные коэффициенты для прогноза среднего процентного роста ВВП в ЕАЭС, России и Кыргызстане с доверительной вероятностью 95%, в зависимости от фактора производства, при разработке мер по стимулированию реального расширения производства в среднесрочной перспективе.

В будущих исследованиях возможно расширение корреляционно-регрессионных моделей за счёт включения и тестирования недостающих независимых переменных, таких как: занятость в экономике, экспорт, импорт, цена на нефть марки Brent. Для Армении, Беларуси и Казахстана в целях более точного прогнозирования целесообразно рассмотреть дополнительные переменные и совершенствовать модели на основе построения авторегрессионных моделей, например ARIMA или ARMA.



Информация о финансировании. Данное исследование профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРНАР19676692 «Структурные изменения в экономике ЕАЭС и их влияние на устойчивое развитие экономики Казахстана»).

Список литературы

1. Stock, J. H., and Watson, M. W. Introduction to econometrics. Fourth edition. Global edition. – United Kingdom: Person Education Limited. - 2020. – 801 p.
2. Елисеева, И. И. Практикум по общей теории статистики: учеб. пособие / И. И. Елисеева, Н. А. Флуд, М. М. Юзбашев; под ред. И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 512 с.
3. Минашкин, В. Г. Теория статистики: Учебно-методический комплекс/ В. Г. Минашкин, Р. А. Шмойлова, Н. А. Садовникова, Л. Г. Моисейкина, Е. С. Рыбакова. – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. – 296 с.
4. Полякова, В. В. Основы теории статистики: учеб. пособие / В. В. Полякова, Н. В. Шаброва. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 148 с.
5. Авров, А. П. Общая теория статистики. Основы курса. Учебное пособие / А. П. Авров, И. А. Аврова, А. А. Мусульманкулова. – Алматы, 2019. – 218 с.
6. Брюс, П. Практическая статистика для специалистов Data Science: Пер. с англ. /П. Брюс, Э. Брюс. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 304 с.
7. Ярошенко, Н. Н., Бубенок, Е. Д., Хахалева, Е. А. Корреляционно-регрессионный анализ как способ прогнозирования экономического развития предприятия // Вестник Академии знаний. – 2021. - № 44 (3). – С. 249 – 252.
8. Яковлев, В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel: учебное пособие для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 353 с.
9. Доугерти, К. Введение в эконометрику: Пер. с англ.– М.: ИНФРА-М, 1999. – 402 с.
10. Евсеев, В.О. Формализация теории подобию в системе международных отношений (на примере ЕАЭС) // Social phenomena and processes. – 2023. - № 2(5). - С.44-55.
11. Рослякова, Н.А. Корреляционно-регрессионный анализ для выявления направлений реализации экономических эффектов интеграции // V Международный экономический форум «Евразийская экономическая перспектива»: сб. докладов / под ред. И.А. Максимцева. - СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2018. - С. 160-166.
12. Шайлиева, М.М., Гаджимирзоев, Г.И., Цветлюк, Л.С. Статистический анализ экономического развития стран Евразийского экономического союза // Вестник Евразийской науки. – 2020. - №2. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://esj.today/PDF/27ECVN220.pdf> (дата обращения: 03.12.2024)
13. Маслова, В., Зарук, Н., Авдеев, М. Факторный анализ конкурентоспособности агропродовольственной продукции в государствах-членах ЕАЭС // АПК: Экономика, управление. – 2018. – № 4. - С. 75-85.
14. Todorov, Georgi N., Kalinina, Anna V., Rybakova, Anna I. Impact of labour migration on entrepreneurship ecosystem: case of Eurasian Economic Union // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2018. - № 5 (4). - P.992-1007.
15. Шокаманов, Ю. К., Демесинова, А. А. Анализ развития промышленности ЕАЭС с использованием единой счетной единицы // Статистика, учет и аудит. – 2023. – 3(90). – С. 6-18. DOI: <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2023-3.01>.
16. Статистика ЕАЭС. Национальные счета. Динамические ряды // Евразийская экономическая комиссия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/comission/departement/dep_stat/union_stat/current_stat/national_accounts/series/ (даты обращения: 09.11.2024, 08.09.2025).
17. Ger Koole. What is the best achievable forecast accuracy? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globalwfm.com/what-is-the-best-achievable-forecast-accuracy/> (дата обращения 10.09.2024).



References

1. Stock, J. H., and Watson, M. W. *Introduction to econometrics. Fourth edition. Global edition.* United Kingdom: Person Education Limited, 2020, 801 p.
2. I. I. Eliseeva, N. A. Flud, M. M. Yuzbashev. *Praktikum po obshchej teorii statistiki: ucheb. posobie* [Workshop on the general theory of statistics: teaching manual]. M., Finansy i statistika, 2008, 512 s. (In Russian).
3. V. G. Minashkin, R.A. Shmojlova, N.A. Sadovnikova, L.G. Moisejkina, E.S. Rybakova. *Teoriya statistiki: Uchebno-metodicheskij kompleks* [Theory of Statistics: Educational and Methodological Complex]. M., Izd. centr EAOI, 2008, 296 s. (In Russian).
4. V.V. Polyakova, N.V. Shabrova *Osnovy teorii statistiki: ucheb. Posobie* [Fundamentals of statistical theory: a study guide]. Ekaterinburg, Izd-vo Ural. un-ta, 2015, 148 s. (In Russian).
5. A. P. Avrov, I. A. Avrova, A. A. Musul'mankulova. *Obshchaya teoriya statistiki. Osnovy kursa. Uchebnoe posobie* [General Theory of Statistics: Basics of the Course. Teaching Manual]. Almaty, 2019, 218 s. (In Russian).
6. P. Bryus, E. Bryus. *Prakticheskaya statistika dlya specialistov Data Science* [Practical Statistics for Data Scientists]. SPb., BHV-Peterburg, 2018, 304 s. (In Russian).
7. Yaromenko, N. N., Bubenok, E. D., Hahaleva, E. A. Korrelyacionno-regressionnyj analiz kak sposob prognozirovaniya ekonomicheskogo razvitiya predpriyatiya [Correlation-regression analysis as a method of forecasting the economic development of an enterprise]. *Vestnik Akademii znaniy*, 2021, 44 (3), ss. 249 – 252 (In Russian).
8. Yakovlev, V. B. *Statistika. Raschety v Microsoft Excel: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Calculations in microsoft excel: a study guide for higher education]. Moskva, Izdatel'stvo Yurajt, 2023, 353 s. (In Russian).
9. Dougerti, K. *Vvedenie v ekonometriku* [Introduction to Econometrics]. M., INFRA-M, 1999, 402 s. (In Russian).
10. Evseev, V.O. Formalizatsiya teorii podobiya v sisteme mezhdunarodnyh otnoshenij (na primere EAES) [Formalization of the theory of similarity in the system of international relations (on the example of the EAEU)]. *Social phenomena and processes*, 2023, 2(5), ss.44-55 (In Russian).
11. Roslyakova, N.A. Korrelyacionno-regressionnyj analiz dlya vyyavleniya napravlenij realizatsii ekonomicheskikh efektov integratsii [Correlation and regression analysis to identify the economic effects of integration]. V Mezhdunarodnyj ekonomicheskij forum «Evrazijskaya ekonomicheskaya perspektiva»: sb. dokladov pod red. I.A. Maksimceva. SPb, Izd-vo SPbGEU, 2018, ss. 160-166 (In Russian).
12. Shajlieva, M.M., Gadzhimirzoev, G.I., Cvetlyuk, L.S. Statisticheskij analiz ekonomicheskogo razvitiya stran Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Statistical analysis of economic development of the countries of the Eurasian economic union]. *Vestnik Evrazijskoj nauki*, 2020, 2. Available at: <https://esj.today/PDF/27ECVN220.pdf> (date of application: 03.12.2024) (In Russian).
13. Maslova, V., Zaruk, N., Avdeev, M. Faktornyj analiz konkurentosposobnosti agroproduktov v gosudarstvakh-chlenah EAES [The factorial analysis of competitiveness of agrofood production in EEU member states]. *APK: Ekonomika, upravlenie*, 2018, 4, ss.75-85 (In Russian).
14. Todorov, Georgi N., Kalinina, Anna V., Rybakova, Anna I. Impact of labour migration on entrepreneurship ecosystem: case of Eurasian Economic Union. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2018, 5 (4), pp.992-1007.
15. Shokamanov, Yu. K., Demesinova, A. A. Analiz razvitiya promyshlennosti EAES s ispol'zovaniem edinoj schetnoj edinicy [Analysis of the EAEU industry development with the use of a single accounting unit]. *Statistika, uchet i audit*, 2023, 3(90), ss. 6-18. DOI: <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2023-3.01> (In Russian).
16. *Statistika EAES. Nacional'nye scheta. Dinamicheskie ryady.* Evrazijskaya ekonomicheskaya komissiya. Available at: https://eec.eaeunion.org/comission/departement/dep_stat/union_stat/current_stat/national_accounts/series/ (date of application: 09.11.2024, 08.09.2025).
17. Ger Koole. *What is the best achievable forecast accuracy?* Available at: <https://globalwfm.com/what-is-the-best-achievable-forecast-accuracy/> (date of application 10.09.2024).



ЕАЭО-НЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУЫН БАҒАЛАУДАҒЫ КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ-РЕГРЕССИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР

Қ.Қ. Белгібаева^{1*}, Ф.Т. Әлімбаев²

¹Тұран Астана университеті, Астана, Қазақстан

²Қазақстан Республикасының Ұлттық Банкі, Астана, Қазақстан

Түйін. Бұл мақала Еуразиялық экономикалық одақтың өңірлік бірлестігі елдерінің экономикалық дамуына әсер ететін елеулі факторды анықтауға арналған. Автордың әдіснамалық тәсілінің өзіндік ерекшелігі экономикалық статистикалық есепке алу бірлігінде (бұдан әрі – ЖІӨ) көрсетілген жалпы ішкі өнім (бұдан әрі – ЖІӨ) көрсеткішін, зерттеу объектісіне – ЕАЭО үшін корреляциялық-регрессиялық талдау әдісін қолдануында. және оның құрамына кіретін бес мемлекет. Қолданылатын әдістер: қатарларды параллельді қысқарту, қарапайым сызықтық регрессия және корреляция, 2005-2024 жылдарға арналған ресми деректер. Алынған модельдердің сапасы Стьюдент, Дарбин-Уотсон және Фишердің статистикалық критерийлері арқылы тексеріледі. Бірінші Гипотеза нақты көлем индекстерінің жыл сайынғы ұлғаюы мен ЖІӨ өсу қарқыны арасындағы оң байланыспен расталды, алайда Қырғызстан мен Қазақстандағы өзара байланыстың елеулі күші бөлігінде. Басқа аймақтарда байланыстар орнатылды: БЭЖ-де, Ресейде, Арменияда жоғары және Беларусьта қалыпты. Бұл айнымалылар арасында статистикалық маңызды байланыстың болуы туралы екінші Гипотеза тек ЕАЭО, Ресей, Қырғызстанда расталды. Сонымен қатар, Ресей жетекші орынға ие. Сенімділік аралықтарымен ЕАЭО, Ресей, Қырғызстан үшін 95% сенімділік деңгейінде ЖІӨ өсімінің орташа пайызының болжамы жасалды. Модельдердің нәтижелері авторлар орта мерзімді перспективада экономикалық өсу болжамдарын есептеуде эволюцияны, корреляцияны, ЖІӨ өсу қарқыны мен өндірістің нақты кеңеюі арасындағы байланысты талдауда бес елдің мемлекеттік органдарын пайдалануды ұсынады.

Түйінді сөздер: корреляция, регрессия, ЖІӨ, физикалық көлем индекстері, Еуразиялық экономикалық одақ.

CORRELATION-REGRESSIVE MODELS IN ASSESSING THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE EAEU

K.K. Belgibayeva^{1*}, F.T. Alimbaev²

¹Turan Astana University, Astana, Kazakhstan

²National Bank of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

Summary. This article is devoted to identifying a significant factor influencing the economic development of the countries of the regional association of the Eurasian Economic Union. The originality of the author's methodological approach lies in the application of the gross domestic product (hereinafter GDP) indicator, expressed in an economic statistical accounting unit (hereinafter ESSE), the correlation-regression method of analysis to the object of study - for the EAEU and the five countries that are part of it. Methods used: parallel series reduction, simple linear regression and correlation, official data for 2005-2024. The quality of the obtained models was tested using the statistical criteria of Student, Durbin-Watson and Fisher. The first hypothesis is confirmed by a positive relationship between annual increases in physical volume indices and GDP growth rates, but in terms of the noticeable strength of the relationship in Kyrgyzstan and Kazakhstan. In other regions, connections have been established: high in the EAEU, Russia, Armenia and moderate in Belarus. The second hypothesis about the presence of a statistically significant relationship between these variables was confirmed only in the EAEU, Russia, and Kyrgyzstan. At the same time, Russia occupies a leading position. With confidence intervals, a forecast of the average percentage of GDP growth was made at a reliability level of 95% for the EAEU, Russia, and Kyrgyzstan. The authors recommend the results of the models for use by government bodies of five countries in analyzing the evolution, correlation, and dependence between the rates of GDP growth and real expansion of production, in calculating forecasts of economic growth in the medium term.

Keywords: correlation, regression, GDP, physical volume indices, Eurasian Economic.



Информация об авторах:

Бельгибаева Куралай Канашевна* – кандидат экономических наук, Туран Астана Университет, Астана, Казахстан, e-mail: belgibaeva_k@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7354-1305>

Алимбаев Фархад Тургаевич – PhD, Национальный Банк Республики Казахстан, Астана, Казахстан, e-mail: farkhad1984@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1375-7508>

Авторлар туралы ақпарат:

Белгібаева Құралай Қанаиқызы* - экономика ғылымдарының кандидаты, Тұран Астана университетінің доценті, Астана, Қазақстан, e-mail: belgibaeva_k@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7354-1305>

Әлімбаев Фархад Тургаевич – PhD, Қазақстан Республикасының Ұлттық Банкі, Астана, Қазақстан, e-mail: farkhad1984@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1375-7508>

Information about the authors:

Belgibayeva Kuralay Kanashevna* – Candidate of Economic Sciences, Turan Astana University, Astana, Kazakhstan, e-mail: belgibaeva_k@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7354-1305>

Alimbayev Farkhad Turgaeovich – PhD, National Bank of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, e-mail: farkhad1984@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1375-7508>

Получено: 19.09.2024

Принято к рассмотрению: 23.10.2024

Доступно онлайн: 30.09.2025