

Таблиця 4

Вагові характеристики основних значущих коефіцієнтів, що входять до складу модифікованої Z- моделі

Показатели	Вага коефіцієнта	Місце коеф. по значущий
X1 - коефіцієнт забезпеченості підприємства власними коштами	0,83	6
X2 - коефіцієнт поточної ліквідності	5,83	1
X3 - рентабельність власного капіталу	3,83	3
X4 - коефіцієнт капіталізації підприємства	2,83	4
X5 - показник загальної платоспроможності	4,83	2
X6 - коефіцієнт менеджменту	1,83	5

**Висновки та пропозиції.** Така методика багатофакторного статистичного аналізу фінансової стійкості підприємства дозволяє не тільки відповісти на питання, чи знаходиться підприємство на межі банкрутства чи ні, а й виявити основні причини погіршення фінансового стану підприємства, оцінити фактори, що визначають стан навколишнього середовища бізнесу та розробити заходи щодо зниження фінансових ризиків, що загрожують підприємству банкрутством.

Ефективність оцінки ризику істотно залежить від рівня:

- розвиненості і точності розрахункових методик;
- допоміжних засобів для застосування методик на практиці (баз даних, системи отримання інформації тощо);
- кваліфікації та компетентності експертів, що здійснюють аналіз ризику;

- організації аналізу ризику, що включає питання вибору об'єктів для аналізу, фінансування експертизи та способи залучення найбільш кваліфікованих фахівців для експертизи.

У більш широкому розумінні ризику як міри небезпеки кількісні критерії ризику можуть бути різними. Відповідно до кінцевої мети аналізу ризику може бути визначення соціального, потенційного або екологічного ризику або ймовірності реалізації певного небажаної події. Використання конкретних процедур для аналізу ризику може бути різними, але незмінною залишається необхідність ідентифікації небезпек, оцінки ризику і розробки, якщо потрібно, рекомендацій щодо зниження ризику.

При виборі інструментів зниження ризику, після аналізу діяльності підприємства, доцільно користуватися запропонованою схемою (табл.5).

Таблиця 5

Схема для вибору засобів зниження ризику

Можливі втрати прибутку, ресурсів	Ймовірність виникнення кризової ситуації		
	висока	середня	низька
1. Порівняти з сумою активів проекту	відкинути проект		аналіз шляхів зниження ризику
2. Не перевищує суми розрахункової виручки	превентивні заходи	страхування ризику	страхування ризику
3. Не перевищує суми розрахункового прибутку	превентивні заходи	застосування політики резервування, самострахування	

Методи проведення аналізу ризику визначаються вибраними критеріями прийнятного ризику. При цьому критерії можуть задаватися нормативно - правовою документацією або визначаються на етапі планування ризик - аналізу. Поняття ризику використовується для вимірювання небезпеки і звичайно відноситься до індивідуума або групи населення, майну або навколишньому середовищу. Щоб підкреслити, що мова йде про вимірювану величину, використовують поняття «ступінь ризику» або «рівень ризику».

Рівні прийнятного ризику, в тому числі і індивідуального, визначаються в кожному конкретному випадку. Такий підхід розширює сферу використання методу аналізу ризику та надає процесу більш творчий характер, що вкрай необхідно для аналізу небезпеки.

**СПИСОК ДЖЕРЕЛ:**

1. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент / И. Т. Балабанов - М.: Финансы и статистика, 1996. – 192с.
2. Витлинский В.В. Анализ, моделирование та управління економічним ризиком / В.В. Витлинский, П. І. Верченко – К.: КНЕУ, 2000. – 292с.
3. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф.Х. Найт пер. с англ. - М: Дело, 2003. - 360 с.
4. Пикфорд Д. Управление рисками / Д. Пикфорд - Москва, Вершина, 2004. – 362с.
5. Редхед К. Управление финансовыми рисками/К.Редхед, С.Хьюис – М.:ИНФРА – М, 1996. – 288с.
6. Тэпман Л. Н. Риски в экономике/ Под ред. В. А. Швандара - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 380 с.
7. Управління підприємницьким ризиком/За ред. Д.А. Штефаніча - Тернопіль: Економічна думка, 1999. - 224с.
8. Човушян Э.О. Управление риском и устойчивое развитие / Э.О. Човушан, М.А. Сидоров. - М.: Издательство РЭА имени Г.В. Плеханова, 1999. - 528 с.
9. Риск-менеджмент / Э. А. Уткин – М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Издательство ЭКМОС, 1998. - 288с.
10. Altman E.I. Further Empirical Investigation of the Bankruptcy Cost Question //Journal of Finance, September 1984, pp. 1067 – 1089.
11. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П.Фишберн. - М.: Наука, 1978. - 352с.
12. Марков А.А. Избранные труды А.А. Марков / Редакция проф. Ю.В. Линника. Комментарии Ю.В. Линника, Н.А. Салогова, О.В. Сарманова и В.Н. Тимофеева – Издательство Академии Наук СССР, 1951. – 717с. – Серия «Классики науки».

УДК 330.4

**ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ АВТОРЕГРЕССИИ**

Полшков Ю.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры математики и математических методов в экономике Донецкого национального университета

**Полшков Ю.М. Практика побудови економетричних моделей з елементами авторегресії.**

Дана стаття присвячена розробці економетричних моделей, що описують окремо взятю національну економіку в динаміці. Одна з моделей задана системою регресійних рівнянь, які відображають вплив споживчих витрат населення, державних витрат, інвестицій в економіку, експорту та імпорту минулих років на обсяг валового внутрішнього продукту поточного року. Дві інші моделі побудовані на тих принципах, що макроекономічні показники сучасного періоду істотно залежать тільки від ситуації минулого і позаминулого періодів. Такі

моделі відображають авторегресійний процес другого порядку. Їх невідомі числові параметри оцінені однокроковим методом найменших квадратів і узагальненим методом найменших квадратів (методом Ейткіна). Для розрахунків використано макроекономічні дані індонезійської економіки. Всі три моделі є статистично значущими. Кращою визнана перша модель в силу адекватності точкових та інтервальних прогнозів. Розглянуто також інші методи оцінки параметрів. Ці методи пояснені графічно і аналітично.

**Ключові слова:** економетрична модель, авторегресія, метод найменших квадратів, валовий внутрішній продукт.

**Полшков Ю.Н. Практика построения эконометрических моделей с элементами авторегрессии.**

Данная статья посвящена разработке эконометрических моделей, описывающих отдельно взятую национальную экономику в динамике. Одна из моделей задана системой регрессионных уравнений, которые отражают влияние потребительских расходов населения, государственных расходов, инвестиций в экономику, экспорта и импорта прошлых лет на объём валового внутреннего продукта текущего года. Две другие модели построены на тех принципах, что макроэкономические показатели современного периода существенно зависят только от ситуации прошлого и позапрошлого периодов. Такие модели отражают авторегрессионный процесс второго порядка. Их неизвестные числовые параметры оценены одношаговым методом наименьших квадратов и обобщённым методом наименьших квадратов (методом Эйткина). Для расчётов использованы макроэкономические данные индонезийской экономики. Все три модели являются статистически значимыми. Лучшей признана первая модель в силу адекватности точечных и интервальных прогнозов. Рассмотрены также другие методы объяснения параметров. Эти методы объяснены графически и аналитически.

**Ключевые слова:** эконометрическая модель, авторегрессия, метод наименьших квадратов, валовой внутренний продукт.

**Polshkov Yu. The practice of building econometric models with autoregressive elements.**

This article focuses on the development of econometric models describing individual national economy dynamics. One of the models defined by a system of regression equations that reflect the impact of consumer spending, government spending, investment in the economy, export and import of previous years by the gross domestic product this year. Two other models are built on the principles that the macroeconomic indicators of the modern period essentially depends only on the situation before last and last periods. These models reflect the autoregressive process of the second order. Their unknown numerical parameters estimated one-step method of least squares and generalized least squares method (method Aitken). For the calculations used macroeconomic data of the Indonesian economy. All three models are statistically significant. Better recognized by virtue of the first model adequacy point and interval forecasts. We also consider other methods of parameter estimation. These methods are explained graphically and analytically.

**Keywords:** econometric model, autoregressive, least squares method, the gross domestic product.

**Постановка проблеми.** Бурное развитие теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов в XX веке привело к возникновению целых отраслей человеческого знания, которые нуждаются в стохастических методах исследования. Одной из таких наук стала эконометрия (эконометрика).

Эконометрические модели теперь используются повсеместно. Причём они задействованы как для решения микроэкономических задач, так и на макроуровне. Эти практические приложения рассматриваются и в статике, и в динамике.

Несмотря на очевидные успехи в развитии собственно математических методов исследования (метод наименьших квадратов и его разновидности, метод максимального правдоподобия, статистические критерии, алгоритмы, тесты, матричные способы представления и т.п.), остаются вопросы в их грамотном использовании. И здесь на первый план выходит способность полученных моделей адекватно прогнозировать социально-экономические показатели.

**Актуальность исследования** обусловлена необходимостью прогнозирования основных макроэкономических показателей для планирования деятельности государства. Текущие значения этих показателей зависят от валового внутреннего продукта (далее ВВП) прошлых временных периодов. В свою очередь основные макроэкономические показатели влияют на будущий объём ВВП. Эти сложные причинно-следственные связи нуждаются в эконометрическом описании. Заслуживает внимания также изучение предельных возможностей математических методов применительно к приложениям в экономике.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Экономические и статистические аспекты затронутых проблем нашли своё отражение в статьях Самуэльсона, Тейла, Бута и др. учёных [1], [2]. Среди обилия монографической литературы стоит выделить книги Зельнера [3, гл. 7] и Маленко [4, гл. 13-14]. Общая теория авторегрессионных моделей описана в учебниках Магнуса, Катышева, Пересецкого [5, гл. 6] и Наконецного, Терещенко, Романюк [6, р. 8]. Свой вклад внёс и автор данной статьи (см. [7], [8], [9], [10], [11]).

**Выделение нерешённой проблемы.** Быстро растущие экономики стран Юго-Восточной Азии нуждаются в эконометрическом анализе. Было бы интересно узнать, сколько ещё продолжится их рост, т.к. одни из них ориентированы на внешний рынок, а другие (например, Индонезия) развивают, в основном, внутренний рынок.

В экономике практически не бывает мгновенных эффектов, и пришедшие в страну инвестиции обеспечивают скачок ВВП не сразу. Поэтому следует решить проблему создания адекватной динамической модели, которая бы описывала национальную экономику.

**Цель исследования** заключается в разработке разных эконометрических моделей, которые бы описывали изменение ВВП во времени. Сами модели и методы оценки их параметров будут критически изучены на предмет их практической пригодности.

**Результаты исследования.** В своей статье [11] автор данного исследования предложил модель, которая описывала основные макроэкономические показатели отдельно взятой национальной экономики:

$$\begin{cases} Y_{t+1} = C_{t+1} + I_{t+1} + M_{t+1} + \varepsilon_{t+1}; \\ C_{t+1} = a + b \cdot Y_t + u_t; \\ I_{t+1} = I + r(Y_t - Y_{t-1}) + v_t; \\ M_{t+1} = E_{t+1} - P_{t+1}; \\ E_{t+1} = p + q \cdot Y_t + w_t; \\ P_{t+1} = k + l \cdot Y_t + z_t. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $t$  ( $t = \overline{1, T}$ ) – номер года;  $Y_t$  – ВВП данного года;  $C_t$  – потребительские расходы (складываются из расходов населения и правительственных расходов);  $I_t$  – валовые инвестиции;  $M_t$  – объём внешней торговли (разность между экспортом  $E_t$  и импортом  $P_t$ );  $\varepsilon_t, u_t, v_t, w_t, z_t$  – случайные отклонения;  $a, b, I, r, p, q, k, l$  – неизвестные параметры, оцениваемые с помощью метода наименьших квадратов; единица измерения – млрд. долл.

Опираясь на систему регрессионных уравнений (1), было записано в общем виде эконометрическое уравнение для оценивания ВВП:

$$Y_{t+1} = (b + r + q - l) \cdot Y_t - r \cdot Y_{t-1} + (a + I + p - k) + \varepsilon_{t+1}. \quad (2)$$

Модель (2) представляет собой авторегрессионный процесс второго порядка, т.к. текущее значение ВВП зависит от ВВП прошлого и позапрошлого годов. В дальнейшем использовался верхний индекс  $f$  (англ. forecast – прогноз) для обозначения точечных прогнозов ВВП государства на основе данных о ВВП за два предыдущих периода.

Были рассмотрены фактические данные для экономики Индонезии за 1991-2010 гг. С помощью метода наименьших квадратов были построены регрессионные уравнения, входящие в систему (1).

Согласно эконометрической модели (2) был получен точечный прогноз ВВП на будущий год. Сравнивая фактические значения ВВП Индонезии в 2011 и 2012 гг. с прогнозными значениями, можно судить о качестве прогноза. В статье [11] модель обеспечивала прогнозирование удовлетворительного качества.

В данной публикации предлагается другой подход при построении эконометрической модели ВВП национальной экономики. Будет руководствоваться только сведениями о ВВП (табл. 1).

Табл. 1. ВВП Индонезии за 1991-2010 гг., млрд. долл.

Источник: [http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp\\_indonesia.html](http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp_indonesia.html)

Год	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ВВП $Y_t$	141	153	174	194	222	250	237	105	154	165
Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ВВП $Y_t$	160	196	235	257	286	365	432	510	540	709

Общий вид эконометрической модели:

$$Y_{t+1} = b_1 \cdot Y_t + b_2 \cdot Y_{t-1} + a + \varepsilon_{t+1}. \tag{3}$$

Для начала пойдём по самому простому пути, т.е. оценим неизвестные параметры  $b_1$ ,  $b_2$  и  $a$  модели (3) с помощью одношагового метода наименьших квадратов [12, п. 11.5]. Сформируем матрицы фактических данных, учитывая, что результативный фактор  $Y_{t+1}$  существенно зависит только от показателей ВВП за два предшествующих года  $Y_t$  и  $Y_{t-1}$ .

Для экономики Индонезии было получено линейное двухфакторное уравнение регрессии:

$$Y_{t+1}^f = 1,101 \cdot Y_t + 0,1796 \cdot Y_{t-1} - 38,0493. \tag{4}$$

Статистические свойства уравнения (4) неплохие: множественные коэффициенты корреляции и детерминации близки к единице, модель является значимой по критерию Фишера с надёжностью не менее 95%.

С геометрической точки зрения регрессионная модель (4) является уравнением плоскости в трёхмерном пространстве (рис. 1).

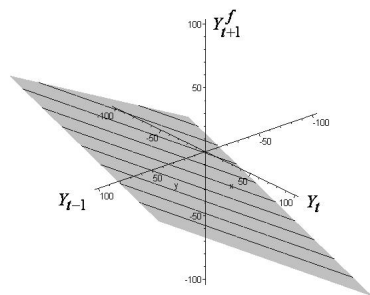


Рис. 1. Графическая интерпретация уравнения (4)

Фактическое значение ВВП Индонезии в 2012 г. составило 878 млрд. долл. Точечный прогноз, построенный по модели (4), превысил фактическое значение на 16,26%. Доверительный интервал, обеспечивающий надёжность не менее 95%, не накрыл фактическое значение ВВП (его нижняя граница 883 млрд. долл.).

Ясно, что такое положение вещей нельзя признать удовлетворительным. Попытаемся найти причину недостоверности прогнозов.

Известно, что регрессионные модели прогнозируют по средним показателям. Средние ежегодные темпы роста ВВП Индонезии за период с 1991 по 2012 гг. составляли 11,33%. Однако именно в 2012 г. этот темп замедлился до 3,78% (рис. 2). Поэтому модель (4) дала завышенный прогноз на 2012 г.

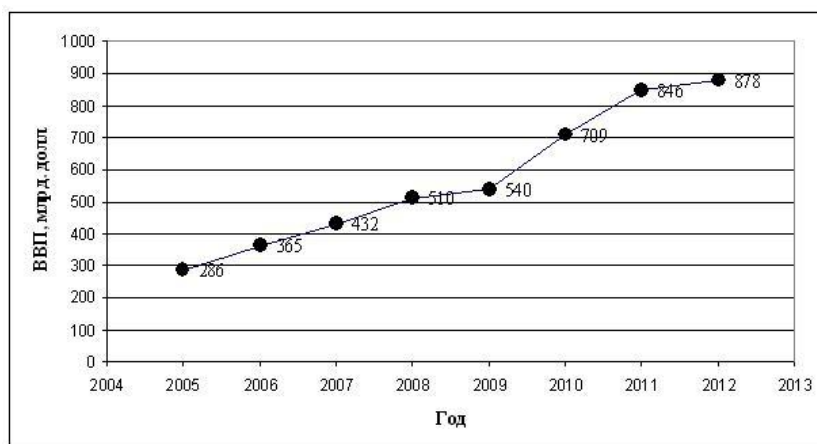


Рис. 2. Динамика ВВП Индонезии

Снижение темпов роста ВВП Индонезии произошло в силу ряда причин, а именно:

- упал мировой спрос на полезные ископаемые, вывозимые из страны;
- снизились цены на экспортируемое сырьё;
- общий объём экспорта товаров и услуг в 2012 г. составил 213 млрд. долл., что на 10 млрд. меньше 2011 г.;
- импорт увеличился на 15,6 млрд. долл. (211,1 – в 2011 г., 226,7 – в 2012 г.);
- потребительский бум, наметившийся в прежние годы, пошёл на спад;
- курс индонезийской рупии к доллару упал на 21% (рупия признана самой слабой валютой среди 11 основных азиатских валют).

Одним из путей корректировки уравнения регрессии (4) является снижение наиболее значимого коэффициента регрессии. Для этого осуществим переход от коэффициентов регрессии  $b_1$  и  $b_2$  к их стандартизированным значениям:

$$\beta_1 = b_1 \cdot \frac{\sigma(Y_t)}{\sigma(Y_{t+1})}, \beta_2 = b_2 \cdot \frac{\sigma(Y_{t-1})}{\sigma(Y_{t+1})}. \quad (5)$$

В формулах (5) символом  $\sigma$  обозначены выборочные средние квадратические отклонения. Численные значения стандартизированных коэффициентов регрессии  $\beta_1 = 0,8658$  и  $\beta_2 = 0,1096$  говорят о том, что ВВП прошлого года оказывает большее влияние на ВВП текущего года, нежели объём ВВП позапрошлого года.

Заметим, что средние значения эластичностей

$$E_1 = b_1 \cdot \frac{\bar{Y}_t}{\bar{Y}_{t+1}}, E_2 = b_2 \cdot \frac{\bar{Y}_{t-1}}{\bar{Y}_{t+1}} \quad (6)$$

должны подтвердить этот вывод. Действительно, рассчитав по формулам (6), показатели  $E_1 = 0,9748$  и  $E_2 = 0,142$ , видно, что рост ВВП прошлого года на 1% может предельно увеличить ВВП текущего года на 0,9748% (при этом рост ВВП позапрошлого года на 1% способен увеличить ВВП текущего года лишь на 0,142%).

Следовательно, в модели (4) нужно изменить численное значение коэффициента регрессии  $b_1$ . Т.к. уравнение (4) даёт завышенную оценку ВВП, то оценка параметра  $b_1$  смещена вверх, и её нужно снижать.

Значение  $b_1 = 1,101$  – это точечная оценка регрессионного коэффициента. Построим интервальную оценку данного показателя. Она учитывает табличное значение критерия Стьюдента  $t(\alpha; k)$ . Возьмём уровень значимости  $\alpha = 0,05$  и рассчитаем количество степеней свободы  $k = n - m - 1$ , где  $n$  – объём наблюдений и  $m = 2$  – количество коэффициентов при неизвестных в правой части уравнения (4). Учитывается также стандартная ошибка коэффициента регрессии  $s(b_1)$ , отражающая степень колебания соответствующей случайной величины. Доверительный интервал рассчитывают по формуле:

$$[b_1 - t(\alpha, k) \cdot s(b_1); b_1 + t(\alpha, k) \cdot s(b_1)]. \quad (7)$$

Применим формулу (7). В нашем случае с надёжностью не менее 95% коэффициент регрессии будет колебаться в пределах:  $b_1 \in [0,5574; 1,6446]$ . Т.к.  $b_1 = 1,101$  давал завышенную оценку  $Y_{t+1}^f$ , то выбрав численное значение данного параметра между 0,5574 и 1,101, мы улучшим прогнозные качества модели (4). При этом плоскость на рис. 1 изменит свой угол наклона по отношению к осям координат.

Применим теперь другой подход в оценке неизвестных параметров эконометрической модели (3). Учтём, что данное уравнение – авторегрессионный процесс второго порядка. На этом пути будем использовать обобщённый метод наименьших квадратов (метод Эйткена), описанный в [12, п. 11.8].

Рассчитаем коэффициент автокорреляции остатков второго порядка:

$$r_2 = \frac{\text{COV}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-2})}{\sigma(\varepsilon_t) \cdot \sigma(\varepsilon_{t-2})}. \quad (8)$$

Формула (8) учитывает лаг (сдвиг, запаздывание) в 2 временных периода. В числителе дроби ковариация между соответствующими массивами остатков, а в знаменателе – их средние квадратические отклонения.

В результате расчётов оказалось, что  $r_2 = -0,1734$ . Этот показатель близок по абсолютному значению к нулю, поэтому можно сказать, что автокорреляция остатков второго порядка, скорее всего, не наблюдается. Однако отсутствие чётких критериев о существовании вопроса приводит нас к обобщённому методу наименьших квадратов.

Вектор оценок параметров эконометрической модели в данном случае имеет вид:

$$B^f = (X^T \cdot S^{-1} \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot S^{-1} \cdot Y. \quad (9)$$

Здесь, как и ранее, вектор-столбец  $Y$  содержит фактические значения зависимой переменной. Матрица  $X$  содержит два столбца фактических значений независимых переменных и столбец, состоящий из единиц. Формула (9) использует операции умножения матриц, транспонирование и нахождение обратных матриц.

Особую роль в (9) играет корректирующая матрица:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 & \rho^4 & \dots & \rho^{n-1} \\ \rho & 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 & \dots & \rho^{n-2} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \rho & \rho^2 & \dots & \rho^{n-3} \\ \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 & \rho & \dots & \rho^{n-4} \\ \rho^4 & \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 & \dots & \rho^{n-5} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \rho^{n-1} & \rho^{n-2} & \rho^{n-3} & \rho^{n-4} & \rho^{n-5} & \dots & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Матриця (10) являється квадратною матрицею порядку  $n$ . Її головна діагональ складається з одиниць і вона симетрична відносно головної діагоналі. Параметр  $\rho$  характеризує рівень взаємозв'язку між масивами залишків, тому візьмемо  $\rho = r_2$ .

Обобщенный метод наименьших квадратов дал следующее уравнение регрессии:

$$Y_{t+1}^f = 1,247 \cdot Y_t + 0,0017 \cdot Y_{t-1} - 34,3879. \quad (11)$$

Подставив в правую часть уравнения (11) значения ВВП за 2011 и 2010 гг., получим прогноз  $Y_{t+1}^f = 1021,7751$  на 2012 г. Он превышает фактическое значение ВВП Индонезии в 2012 г., равное 878 млрд. долл. Относительное отклонение составляет 16,38%.

Видно, что прогнозные возможности моделей (4) и (11) практически не отличаются друг от друга. Этот факт связан с тем, что коэффициент автокорреляции остатков второго порядка не был существенно отличен от нуля. В этом случае можно было обойтись только одношаговым методом наименьших квадратов.

Т.о. нам удалось показать, что эконометрическая модель (2), полученная из системы регрессионных уравнений (1), является более предпочтительной, чем авторегрессионные модели (4) и (11). Это, по-видимому, связано с тем, что модель (2) учитывает основные макроэкономические факторы, влияющие на ВВП отдельно взятой национальной экономики.

Затронем теперь другую важную проблему. Что будет в том случае, если система регрессионных уравнений (1) будет содержать нелинейные уравнения, причём не сводящиеся к линейным? В этом случае оценивание параметров методом наименьших квадратов будет невозможным.

Достаточно эффективным является приближённый метод наискорейшего спуска. Он относится к градиентным методам, которые хорошо описаны в учебном пособии [13, п. 12.5]. Такие задачи с геометрической точки зрения можно рассматривать как задачи о кратчайших по времени маршрутах движения.

Допустим, что из точки  $O$ , находящейся в поле, надо попасть за кратчайшее время в точку  $A$  (рис. 3). Участок  $AC$  км – это асфальтированная дорога со скоростью движения  $v_1$  км/час. Участок  $OC$  км – это грунтовая дорога, расположенная в поле. Скорость движения на любом участке поля составляет  $v_2$  км/час, причём  $v_2 < v_1$ .

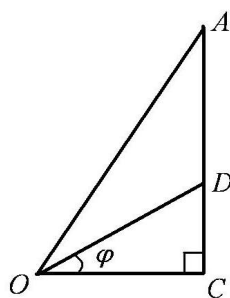


Рис. 3. Иллюстрация к задаче о кратчайшем времени движения

Очевидно, что наименее коротким по расстоянию будет путь по отрезку  $OA$ . Время движения по этому пути вычисляется по известным данным задачи:

$$t_{OA} = \frac{\sqrt{OC^2 + AC^2}}{v_2} \quad (ч). \quad (12)$$

Наиболее длинным по расстоянию из рациональных путей будет маршрут по отрезкам  $OC$  и  $CA$ . Время движения по этому маршруту:

$$t_{OC,CA} = \frac{OC}{v_2} + \frac{AC}{v_1} \quad (ч). \quad (13)$$

Может оказаться, что время движения (12) и (13) не будет минимальным. Например, такая ситуация имеет место, когда

$$t_{OA} = t_{OC,CA}.$$

В этом случае имеется маршрут по отрезкам  $OD$  и  $DA$  с минимальным временем. Определение этого оптимального пути сводится к нахождению неизвестного угла поворота  $\varphi$  (рис. 3). Запишем время движения как функцию:

$$t(\varphi) = \frac{OD}{v_2} + \frac{DA}{v_1} = \frac{OC}{v_2 \cos \varphi} + \frac{AC - CD}{v_1} = \frac{OC}{v_2} \cdot \frac{1}{\cos \varphi} + \frac{AC}{v_1} - \frac{OC}{v_1} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (14)$$

Целевую функцию (14) нужно минимизировать. Поэтому по необходимому условию экстремума найдём производную и приравняем её к нулю:

$$t'(\varphi) = \frac{OC}{v_2} \cdot \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} - \frac{OC}{v_1} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} = \frac{v_1 \cdot OC \cdot \sin \varphi - v_2 \cdot OC}{v_1 \cdot v_2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (15)$$

Согласно (15) имеем уравнение:

$$\frac{v_1 \cdot OC \cdot \sin \varphi - v_2 \cdot OC}{v_1 \cdot v_2 \cdot \cos^2 \varphi} = 0 \quad (16)$$

Уравнение (16) равносильно системе:

$$\begin{cases} v_1 \cdot OC \cdot \sin \varphi - v_2 \cdot OC = 0; \\ v_1 \cdot v_2 \cdot \cos^2 \varphi \neq 0; \end{cases} \quad \begin{cases} \varphi = \arcsin \left( \frac{v_2}{v_1} \right); \\ \varphi \neq \frac{\pi}{2}. \end{cases} \quad (17)$$

Решение (17) показывает, что угол поворота  $\varphi$  зависит от того, как относятся скорости  $v_1$  и  $v_2$ . Например, если  $v_2$  в два раза меньше  $v_1$ , то  $\varphi = \frac{\pi}{6}$ .

#### Выводы и предложения.

В данной работе рассматриваются эконометрические модели, описывающие отдельно взятую национальную экономику в динамике. Первая модель представлена системой регрессионных уравнений. Эти уравнения отражают влияние потребительских расходов населения, государственных расходов, инвестиций в экономику, объёмы экспорта и импорта на ВВП данного года.

Вторая и третья модели строятся на тех принципах, что ВВП текущего года существенно зависит только от ВВП прошлого и позапрошлого годов. Такой подход отражает авторегрессионный процесс второго порядка. Эти модели отличаются друг от друга лишь способом оценивания их числовых параметров. При построении второй модели используется стандартный одношаговый метод наименьших квадратов. В третьей модели задействован обобщённый метод наименьших квадратов.

Для расчётов использовались макроэкономические данные индонезийской экономики, т.к. автор данной статьи изучает растущие экономики Юго-Восточной Азии. Все три модели оказались статистически значимыми, поэтому мерилем адекватности моделей служили их прогнозные качества. Здесь наилучшим образом зарекомендовала себя первая модель, учитывающая основные взаимосвязи экономики государства.

В том случае, если модель учитывает нелинейные эффекты, то в качестве приближённых методов оценки параметров лучше всего подходят градиентные методы. Таким методам дана геометрическая интерпретация.

Предлагается использовать в дальнейшем для описания национальной экономики модели, основанные на системах эконометрических уравнений. Эти системы необходимо классифицировать и преобразовать в наиболее подходящую форму. После изучения вопроса об идентификации следует выбрать подходящую разновидность метода наименьших квадратов для оценивания неизвестных параметров модели.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Samuelson P.A. Interactions between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration // Rev. Econ. Statist., 21 (1939), 75-78.
2. Theil H. and Boot J.C.G. The Final Form of Econometric Equation Systems // Rev. Intern. Statist. Inst., 30 (1962), 136-152.
3. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии: [монография] / [А. Зельнер]. – М.: Статистика, 1980. – 438 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 426–432.
4. Маленко Э. Статистические методы эконометрии. вып.2: [монография] / [Э. Маленко]. – М.: Статистика, 1976. – 329 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 307–320.
5. Магнус Я.Р. Эконометрика. Начальный курс: [учебник] / [Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий]. – 4-е изд. – М.: Дело, 2000. – 400 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 390–394. – ISBN 5-7749-0055-X.
6. Наконечний С.І. Економетрія: [підручник] / [С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко, Т.П. Романюк]. – Вид. 2-ге, допов. та перероб. – К.: КНЕУ, 2000. – 296 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 290. – ISBN 966-574-033-4.
7. Полшков Ю.Н. Об одной модели макроэкономической динамики с дискретным временем // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект. Сборник научных трудов. – Донецк: ДонНУ. – 2013. – Т. 1. – С. 309-313.
8. Полшков Ю.М. Проблеми динамічного моделювання показників національних економік // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – Збірник наукових праць. – Маріуполь: ДВНЗ „ПДТУ”. – 2013. – Вип. 1, Т. 1. – С. 336-339.
9. Полшков Ю.Н. Авторегрессионные модели экономических систем и смежные вопросы / Ю.Н. Полшков // Теоретичні і прикладні проблеми моделювання сталого розвитку економічних систем: монографія / під загальною редакцією Т.В. Орехової; відповід. ред. О.Л. Некрасова. – Донецьк: «Сучасний друк», 2013. – 467 с. (С. 92-97, 147-148). – ISBN 978-966-317-182-1.
10. Полшков Ю. Н. О прогнозировании макроэкономических показателей с помощью конечно-разностных уравнений и эконометрических методов // Бизнес Информ. – 2013. – №11. – С. 95–100.
11. Полшков Ю.Н. О растущих экономиках с развитым внутренним рынком потребления и особенностях эконометрического

моделирования // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект. Сборник научных трудов. – Донецк: ДонНУ. – 2014. – Т. 1. – С. 306-310.

12. Экономико-математические методы и модели: практика применения в курсовых и дипломных работах: [учеб. пособ.] / В.В. Христиановский, Т.В. Нескорородева, Ю.Н. Полшков; под ред. В.В. Христиановского. – Донецк: ДонНУ, 2012. – 324 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 302-308. – ISBN 978-966-639-518-7.

13. Костевич Л.С. Математическое программирование: Информационные технологии оптимальных решений: [учеб. пособ.] / Л.С. Костевич. – Мн.: Новое знание, 2013. – 424 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 419. – ISBN 985-6516-83-8.

УДК 339.92

## ГЛОБАЛІЗАЦІЯ ЗАЛЕЖНОСТІ В ТЕРМІНАХ КОНВЕРГЕНЦІЇ: ПАРАДОКСИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇН, ЩО РОЗВИВАЮТЬСЯ

**Резнікова Н.В.**, к.е.н, доцент кафедри світового господарства і міжнародних економічних відносин Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка

### **Резнікова Н.В. Глобалізація залежності в термінах конвергенції: виклики міжкраїнової взаємодії**

В статті розглядаються парадокси глобалізації, що загострюють проблему економічної конвергенції. Відмінності в соціально-економічному розвитку країн стають причиною поглиблення ознак дивергенції. Економічна відкритість, умови торгівлі, наслідки імplementованої великими країнами макроекономічної політики, рух капіталу і робочої сили стають продуцентами залежності в еру глобалізації.

**Ключові слова:** економічна залежність, конвергенція, глобалізація, економічний розвиток, економічна відкритість, макроекономічна політика, нерівність.

### **Резнікова Н.В. Глобалізація залежності в термінах конвергенції: виклики міжкраїнової взаємодії**

В статье рассматриваются парадоксы глобализации обостряют проблему экономической конвергенции. Различия в социально-экономическом развитии стран становятся причиной углубления признаков дивергенции. Экономическая открытость, условия торговли, последствия реализованы крупными странами макроекономической политики, движение капитала и рабочей силы становятся продуцентами зависимости в эру глобализации.

**Ключевые слова:** экономическая зависимость, конвергенция, глобализация, экономическое развитие, экономическая открытость, макроекономическая политика, неравенство.

### **Reznikova N. Globalization of dependence in terms of convergence: challenges to interstate interaction**

The article deals with the paradoxes of globalization that exacerbate the problem of economic convergence. Differences in states' socio-economic development lead to deepening of the divergence features. The economic openness, terms of trade, the effects of macroeconomic policies implemented by large countries, movement of capital and labor become dependence producers in the globalization era.

**Keywords:** economic dependence, convergence, globalization, economic development, economic openness, macroeconomic policy, inequality.

**Постановка проблеми.** Справді, досвід після Другої світової війни засвідчив, що процеси глобалізації розвивали національні кордони, і, як наслідок, державні структури, політика, економіка, соціальна та культурна практика, а також норми і традиції ставали більш універсальними. У просторовому вираженні поява спільних рис, подібностей передбачає меншу відстань між країнами і, отже, «менший» світ. Саме така логіка сприяла появі припущення про те, що глобалізація зменшила розмір світу, породивши конвергенцію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як зазначає українська вчена Н.Кравчук [1, с.172], на рубежі ХХ-ХХІ століть ідея конвергенції отримала поширення у двох аспектах: по-перше, як зближення економічної політики, зменшення розриву у показниках економічного розвитку між національними державами, вирівнювання соціально-економічного розвитку країн у рамках інтеграційного об'єднання; по-друге, у контексті нової логіки безпосередньої взаємодії суб'єктів інформаційно-мережевої економіки. В тій чи іншій мірі, проблема економічної конвергенції розглядається в межах концепцій наздоганяючого розвитку (К.Акамацу, К.Кодзіяма); концепції периферійної економіки (Р.Пребіш, Ф.Кардозо, Е.Фалето, І.Валерстайн), теорії постіндустріального суспільства (Д.Белл, Е.Тодфлер), концепції «нової економічної географії» (П.Кругман). Емпіричний аналіз, проведений Х.Бері, М.Гуйєн та А.Хенді [2], охоплює період з 1960 -2012 рр., що збігається з появою тверджень щодо поширення процесу глобальної конвергенції. Сучасні пояснення процесу конвергенції можна знайти у теорії модернізації У. Ростоу [3], згідно з якою держави-нації перетворюються з «нерозвинених» на «розвинені» після проходження п'яти етапів за наявності ціннісних стимулів: традиційне суспільство, передумови для фази зростання, зростання, зрілість та масове споживання. Кожен етап розглядається як передумова для наступного, тому що нові політичні, економічні і соціальні інститути повинні з плином часу забезпечити розвиток все більш економічно розвинених диференційованих видів діяльності. Т.М.Стейджер [4], в свою чергу, конкретизував це твердження, заявляючи, що основною рушійною силою зміни став поступовий перехід від традиційних до сучасних цінностей з трансформацією владних структур. Більше того, теоретик модернізації Р. Робертсон [5] розглядав економічний, політичний та соціальний розвиток як причину «стиснення» світу, зближення економік і суспільств, передумову тенденції до однорідності. Світова торгівля, міграція і потоки капіталу повинні залучати ресурси і забезпечувати споживання товарів звідти, де вони дешеві, туди, де вони дорогі. Враховуючи той факт, що вони переміщуються із зростанням швидкості та обсягів (при падінні витрат на транспорт і зв'язок), ці потоки товарів і факторів виробництва повинні стирати відмінності між продуктивністю праці і рівнем життя на всіх континентах і в усіх національних економіках. Дж.Франкель та Д.Ромер [6] оцінили рівняння тяжіння двосторонніх торгових потоків, в якому на торгівлю здійснюють вплив різні географічні характеристики і відстань між двома країнами. В результаті оцінки за методом інструментальних змінних вибірки з 98 країн, а також вивчення більш широкої вибірки із 150 країн, Е.Хелпман [7] встановив, що відкритість економіки здійснює сильний вплив на показник доходу на душу населення. На думку дослідника, збільшення частки торгівлі на 1% підвищує дохід на душу населення на 2%. Вплив торгівлі на дохід можна представити в якості побічних впливів через зростання капіталу, освіти і сукупної продуктивності праці. [7, стор.111]. **Мета статті** полягає в аналізі закономірностей, що виникають в процесі глобальної міжкраїнової взаємодії та продукованого нею феномену залежності.

**Виклад основного матеріалу.** Як така класифікація країн виглядає яскравим проявом співіснування двох протилежних тенденцій – з одного боку, до уніфікації, з іншого – до гетерогенізації економічного простору. Відштовхуючись від тих чи інших ознак поділу, ми все ж прагнемо до структуривання акторів міжкраїнової взаємодії з метою подальшого виокремлення їхніх спільних та відмінних рис. Серед можливості підходів викликає інтерес класифікація країн, запропонована Р.М. Нуревим. До так званого верхнього ешелону він відносить 45 країн, серед яких виокремлює країни та території середньо розвиненого капіталізму (15 країн); країни-експортери нафти з високим рівнем доходу на душу населення ( 11 країн); малі країни з високим рівнем доходу на душу населення ( 19 країн). До проміжного ешелону вчений відніс 64 країни, тоді як до найнижчого - багатонаселені країни з низьким рівнем доходу на душу населення ( 3 країни) та найменш розвинені країни ( 22 країни та території). Відштовхуючись від емпіричних спостережень, дослідники Х.Бері, М.Гуйєн та А.Хенді