

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ
ТА ОДНОРІДНОСТІ ФЛУКТУАЦІЙ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ¹**

У роботі зазначено, що синхронізація флуктуацій показує напрямки фазового узгодження розвитку, в той час як величина однорідності флуктуацій характеризує різницю амплітуд флуктуацій на заданому проміжку часу. З практичної точки зору має значення не лише наявність самих збігів, оцінених через однорідність чи синхронізацію флуктуацій, проте виявлення переважної кількості збігів також відіграє значну роль, оскільки дає можливість визначити лагові тенденції розвитку. Обґрунтовано підходи щодо оцінки однорідності флуктуацій між базовою економічною системою і порівняльною на основі аналізу подібності імпульс-реакції розвитку та показників попарної кореляції флуктуацій. Зазначено, що узгодженість у динаміці двох економічних величин досліджується завдяки кореляції частоти збігів динаміки одного напрямку, а фазові зміни дозволяють виявити провідні / наслідуючі елементи. В прикладних дослідженнях, для оцінки подібності бізнес-циклів між окремими національними економічними системами можна використовувати відхилення значень еколого-економічних показників від їх трендового рівня. У роботі проведено аналіз розрахунку флуктуацій та оцінка синхронізації циклічної компоненти викидів NO_2 і SO_2 Німеччини та Польщі.

Ключові слова: еколого-економічні флуктуації; економічний розвиток; синхронізація; однорідність; забруднення довкілля.

Постановка проблеми. Для забезпечення успішності будь-яких інтеграційних об'єднань міжнародного рівня та забезпечення стійкості окремих економічних систем національного рівня потрібно звертати увагу на показники конвергенції та синхронізації розвитку відповідних економічних систем. Синхронізація бізнес-циклів, подібність флуктуацій макроекономічного розвитку з боку сукупного попиту та сукупної пропозиції, схожість економічного реагування на різного року шоки та флуктуації є необхідною умовою використання подібних політик для пов'язаних економічних систем. Таким чином, для забезпечення стійкості та економічної безпеки національної економіки питання дослідження методології оцінки рівня синхронізації та однорідності флуктуацій еколого-економічного розвитку є важливою науковою проблемою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Актуальність досліджень, пов'язаних із необхідністю синхронізації бізнес-циклів та флуктуацій розвитку, обумовлено використанням єдиної анти(про)циклічної політики в межах інтеграційних об'єднань чи окремих національних економік з метою мінімізації вартості відповідної політики. Проблематика синхронізації розвитку еколого-економічних систем вивчалася в роботах провідних вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема: Р.Барро, Дж.Міллера, Д.Франкеля, А.Роуз, Б.Клауса, М.Паламарчук, М.Винницької, В.Марченко, Р.Браже, В.Гейця та ін. Питання еколого-економічного розвитку були предметом дослідження О.Веклич, Г.Дейлі, Л.Гринів, І.Сотник, Л.Мельника, В.Потапенка, С.Харічкова, Є.Хлобистова та ін. Проте потребують подальшого дослідження методичні питання оцінки рівня синхронізації та однорідності флуктуацій еколого-економічного розвитку.

Мета статті. В даній роботі розглянуто питання дослідження методології оцінки рівня синхронізації та однорідності флуктуацій еколого-економічного розвитку для систем макrorівня.

Викладення основного матеріалу дослідження. В дослідженні процесів флуктуацій економічних показників використовуються лінійні та нелінійні методи дослідження. Перевагою лінійних методів є їх репрезентативність та адекватність під час опису економічних процесів, крім того, існує лише один лінійний метод порівняно зі значною кількістю нелінійних методів, переваги та недоліки кожного з яких є предметом для окремих дискусій. Серед нелінійних методів дослідження природи флуктуацій найбільш поширеними є два непараметричних економетричних підходи: функція автокореляції та спектральна функція розподілу. В першому випадку досліджуються часові ряди окремих економічних показників через функцію автокореляції, що дає можливість виявлення тісноти зв'язків у межах однієї змінної на часовому інтервалі зі своїми лаговими змінними та іншими суміжними показниками. Спектральна функція розподілу дозволяє проаналізувати динаміку економічних показників на основі трансформації

¹ Публікація містить результати досліджень, проведених у рамках НДР Міністерства освіти і науки України «Організаційно-економічні механізми стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України» (№ 0117U002254)

Фур'є, застосованої до функції автокореляції. Також необхідно зазначити, що спектральна матриця розподілу дозволяє провести декомпозицію варіації та коваріації за кількістю випадків (частотою виникнення), що дозволяє сконцентрувати увагу на дослідженні вибраного сегмента економічних показників. Трансформація реальної та уявної складових спектральної матриці розподілу має однозначну економічну інтерпретацію. Так, узгодженість у динаміці двох економічних величин досліджується завдяки кореляції частоти збігів динаміки одного напрямку, а фазові зміни дозволяють виявити провідні / наслідуючі елементи. В прикладних дослідженнях, для оцінки подібності бізнес-циклів між окремими національними економічними системами можна використовувати відхилення значень еколого-економічних показників від їх трендового рівня.

У науковій літературі для оцінки рівня синхронізації та подібності динамічного розвитку економічних показників використовується значна кількість методів та підходів. Серед найбільш поширених необхідно виділити такі: 1) кореляція флуктуацій показників розвитку; 2) оцінка випередження довгої динаміки; 3) узгодження фазового розвитку; 4) волатильність флуктуацій; 5) наявність довгострокової пам'яті в часових рядах; 6) аналіз подібності імпульс-реакції розвитку. Розглянемо зазначені підходи більш детально.

Кореляція показників економічної динаміки є одним із найбільш поширених підходів під час оцінки синхронізації флуктуацій розвитку, сутність якої полягає в розрахунку статистичних значень кореляції попарно зіставних часових рядів. Кореляція показників рядів економічної динаміки виявляє подібність у зростаючих чи спадних тенденціях на обраному проміжку часу. По суті, кореляційний аналіз циклічності вимірює лише ступінь лінійної статистичної значущості між вибраними рядами вхідних економічних показників і не відповідає на питання ідентифікації структури бізнес-циклів, виявлення структурних поворотних точок, фаз тощо. Для згладжування недоліків методики кореляції показників у частині, що стосується різниці фазового розвитку, можна використати кореляційний аналіз на основі лагових часових змінних. Зазначений метод ґрунтується на оцінці випередження чи лагової динаміки. Сутність лагової оцінки (чи випереджаючої динаміки) полягає в тому, щоб підібрати економічні показники порівнюваних систем таким чином, щоб максимізувалися кореляційні зв'язки в динаміці флуктуацій показників. Оцінка лагової динаміки може використовуватися в тих випадках, коли кореляційно-регресійний аналіз порівнюваних часових економічних показників не дає значущих результатів. Із практичної точки зору виявлення фазових розривів у розвитку окремих економічних систем свідчить про неможливість використання однакових інструментів економічної політики, оскільки одна з економічних систем може перебувати у фазі підйому і бажаним було б використання стримувальної (контракційної) політики, в той час як для рецесійної економічної системи бажаним є використання стимулюючої (експансійної) політики.

Методика узгодження фазового розвитку проводить оцінку синхронізації циклічності, ідентифікуючи окремі фазові переходи. Передумовою використання методики узгоджень фазових переходів є ідентифікація поворотних (критичних) точок і відповідних фаз циклу за аналізованій період. Виявлені та проідентифіковані фази трансформуються в бінарні ряди нулів та одиниць (1; 0), де фазі рецесії чи спаду відповідає бінарна величина «1», а експансії – «0». Наприклад, у роботі [1] запропоновано таку формулу для вимірювання міри узгодження циклічності розвитку:

$$I_{it} = \sum [S_{it} S_{jt} + (1 - S_{it})(1 - S_{jt})] / T \quad (1)$$

де, $S_{it} = 1$ для $t = 1, \dots, T$ та $i = 1, \dots, N$ свідчить про те, що економічна система i проходить стадію рецесії у часовий період t , а $S_{it} = 0$ свідчить про стадію експансії.

Індекс Хардінга-Пагана показує відсоток збігів узгодженої циклічності розвитку. Значення індексу знаходяться в межах від нуля до одиниці, де нуль свідчить про цілковиту асиметричність розвитку порівнюваних економічних систем, а одиниця – про повну синхронізацію циклічності розвитку. Індекс Хардінга-Пагана є критичним випадком підходу провідна / наслідуюча система, де фазові цикли провідної економічної системи повторюються наслідуючою системою із певною часовою затримкою. Відсутність часового лага або його незначні значення в динаміці розвитку еколого-економічних показників економічних систем партнерів є важливою передумовою їх більш тісних взаємовідносин та інтеграції. Зазначенні вище «незначні» відхилення в динаміці розвитку є відносним показником і можуть коливатися від декількох днів (тижнів) для валютних та фондових індексів до півроку (рік) для макроекономічних показників безробіття, ВВП тощо. Крім фазових розривів в емпіричних дослідженнях, часто виявляються структурні розриви в циклічності економічних показників (рис. 2.)

Перед тим як перейти до дослідження узгодженості фазового розвитку економічних систем, необхідно розглянути питання ідентифікації критичних значень фаз зростання та спадання. В праці [2, с. 133] пік динаміки макроекономічних показників розглядається як ситуація, де два попередні (квартальні) значення динаміки показників в час t продовжувалися спаданням $c_{t+1} < c_t > c_{t-1} > c_{t-2}$. Так само «дно» рецесії визначається як $c_{t+1} > c_t < c_{t-1} < c_{t-2}$.

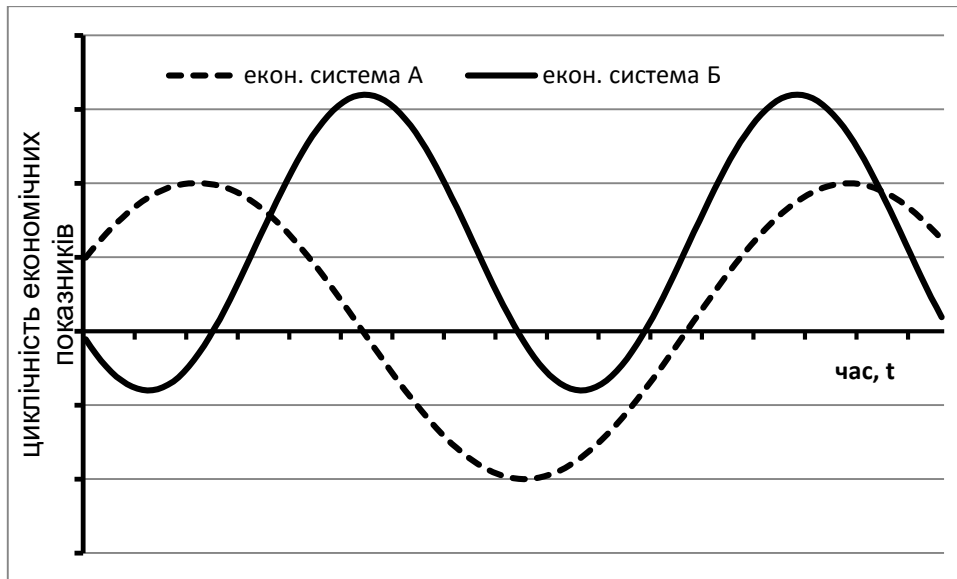


Рис. 1. Фазовий та структурний розриви в циклічності економічних показників

Волатильність циклів визначається як ступінь мінливості значення індикатора, змінної, параметра в часі. Часто з метою спрощення процедури оцінки проводять нормалізацію значень показників щодо економічної системи еталона.

Постійність часової динаміки (персистентність) досліджуваної динаміки означає, що для часових рядів із високою постійністю часової динаміки будь-які зовнішні шоки матимуть довготривалий часовий ефект, в той час як для рядів із низькою персистентністю вплив зовнішнього шоку зникає упродовж короткого часу. В цілому для забезпечення синхронізації розвитку економічних систем персистентність є досить важливим показником, і для її виявлення можуть бути застосовані векторні авторегресійні моделі із лаговими змінними, для цього розраховується кутовий коефіцієнт першого лага автокореляційної моделі, якщо його значення наближається до одиниці і є статистично значущою величиною, то можна свідчити про наявність значної персистентності в часовій динаміці. З точки зору узгодженості флуктуацій часової динаміки економічних показників немає різниці, які значення персистентності виявлені в часових рядах, головне, щоб вони були порівнюваними та однорідними в межах досліджуваних економічних систем.

У праці [3] запропонований індекс синхронізації флуктуацій економічних показників (формула 2):

$$\varphi(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{g_i(t)g_r(t)}{|g_i(t)g_r(t)|} \quad (2)$$

де $g_i(t)$ – розрив ВВП національної економіки i за час t ;

$g_r(t)$ – розрив ВВП національної економіки r за час t .

Права частина формули, взята на окремому проміжку часу, набирає значення, що дорівнює рівні 1 або -1 . Позитивне значення окремих складових формули на проміжку t виникає тоді, коли фази флуктуацій розвитку економічних систем збігаються, і, навпаки, негативне значення окремих складових формули на проміжку t виникає тоді, коли фази флуктуацій розвитку економічних систем не збігаються. На нашу думку, недоліком наведеної вище формули є те, що сума позитивних та негативних складових може збігатися, і в кінцевому підсумку значення формули буде дорівнювати нулю, незважаючи на те, що між порівнюваними економічними системами існує повна синхронізація флуктуацій розвитку. З іншого боку, аналіз синхронізації флуктуацій на основі розривів ВВП є більш практичним, ніж кореляція ВВП розривів порівнюваних економічних систем, оскільки дає можливість виявлення інтервалів подібності, на яких можуть використовуватися однакові монетарні політики. Для оцінки однорідності флуктуацій у праці [3] використовується наступна формула:

$$\mu(t) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |g_i(t) - g_r(t)|}{\sum_{i=1}^n |g_i(t)|}, \quad (3)$$

де n показує кількість економічних систем у досліджуваній вибірці; t – відповідає за часовий період.

Аналогічно попередній формулі можна оцінити однорідність флуктуацій між економічною системою та порівнюваною для всіх країн у вибірці взятих попарно:

$$\mu_{ir}(t) = 1 - \frac{n|g_i(t) - g_r(t)|}{\sum_{i=1}^n |g_i(t)|}.$$

Обґрунтування використання обох вищезазначених формул обумовлене необхідністю виявлення рівня подібності флуктуацій між порівнюваними системами та всією вибіркою. Так, якщо $(\mu_{ir}(t) > \mu(t))$, то

це означає, що аналізована пара країн має відносно велику кількість подібних флуктуацій із загальною вибіркою, а якщо $(\mu_{it}(t) < \mu(t))$, то це означає, що аналізована пара країн має відносно невелику кількість подібних флуктуацій із загальною вибіркою [3].

Величина однорідності флуктуацій між окремою економічною системою та порівняльною вибіркою може бути меншою від одиниці з декількох причин. По-перше, цикли не є ідеально синхронізованими. По-друге, цикли мають різну амплітуду. Синхронізація показує напрями розвитку (зростаючі чи спадні тенденції), в той час як величина однорідності флуктуацій характеризує різницю амплітуд флуктуацій на заданому проміжку часу. З практичної точки зору має значення не лише наявність самих збігів із точки зору однорідності чи синхронізації флуктуацій, проте виявлення переважної кількості збігів також відіграє значну роль. Наприклад, може виникнути ситуація, що однорідність здебільшого спостерігається у спадній фазі циклічного розвитку і майже не зустрічається на зростаючій фазі. Для дослідження цього питання можна побудувати формулу індексу збігів (I_c) на основі індексу синхронізації флуктуацій:

$$I_c = (1 + \varphi(t)) / 2,$$

де I_c – індекс збігів, наприклад, якщо: $\varphi(t) = 0,6$, то $I_c = (1 + 0,6) / 2 = 0,8$ (або 80 %).

Таким чином, протягом аналізованого періоду 80 % усіх збігів мали позитивну або негативну динаміку. Для виявлення напрямків можна використати графічний метод або провести процедуру оцінки на основі індивідуальних індексів синхронізації.

Ще одним методом дослідження флуктуацій є аналіз подібності імпульс-реакції розвитку, що узагальнює наведені вище методи синхронізації і показує зіставність динаміки флуктуацій порівнюваних економічних систем, залежно від впливу зовнішнього шоку. Для його виявлення використовуються лагові векторні авторегресійні моделі. Для вимірювання синхронізації флуктуацій у структурі бізнес-циклів пов'язаних економічних систем часто використовується BCS (Business Cycles Synchronization) – індекс СБЦ (синхронізації бізнес-циклів), розроблений у працях [4, с. 15; 5, с. 13]:

$$corr_{ij} = \frac{cov(y_i^c, y_j^c)}{\sqrt{var(y_i^c) var(y_j^c)}},$$

де y_i^c – логарифмовані значення економічних показників країни і, що пройшли процедуру детрендування через фільтр Годріка-Прескотта;

y_j^c – логарифмовані значення економічних показників і країни j, що пройшли процедуру детрендування через фільтр Годріка-Прескотта;

$cov(y_i^c, y_j^c)$ – матриця коваріації логарифмованих значень економічних показників країн і та j;

$var(y_i^c), var(y_j^c)$ – середньоквадратичні відхилення логарифмованих значень економічних показників країн і та j.

Позитивне та статистично значуще значення індексу синхронізації бізнес-циклів засвідчує наявність синхронізації економічного розвитку. З іншого боку, від'ємне значення показника засвідчує відсутність синхронізації економічного розвитку між економічними системами і та j.

Графічне зображення синхронізації еколого-економічних процесів можна виявити на основі величини фазового розриву (чи за його відсутності), амплітуди та волатильності флуктуацій.

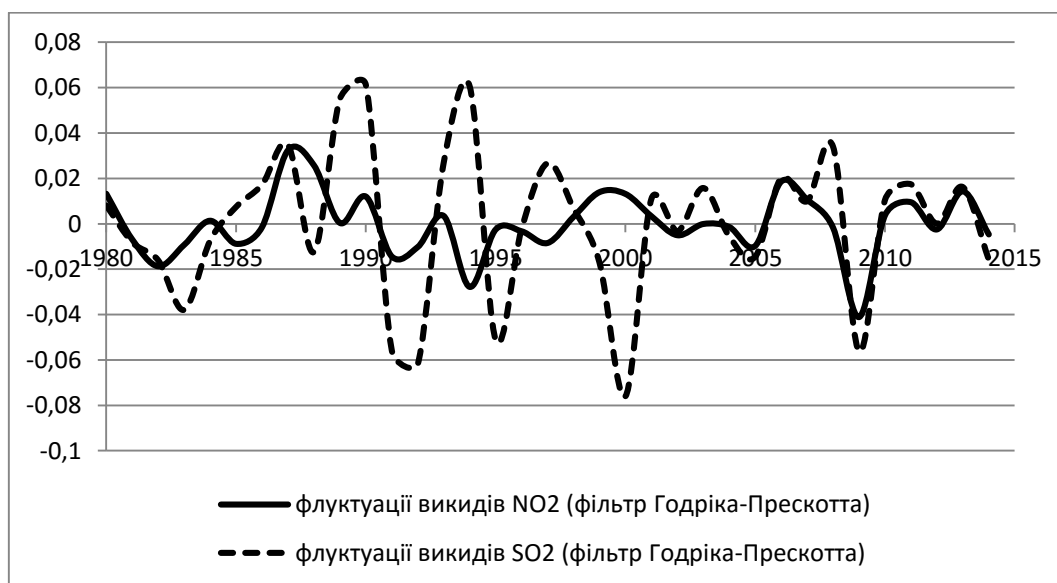


Рис. 2. Флуктуації циклічної компоненти викидів NO_2 і SO_2 для Німеччини (авторські розрахунки)



Рис. 3 Флуктуації циклічної компоненти викидів NO_2 і SO_2 для Польщі (авторські розрахунки)

Навіть без проведення спеціальних досліджень на рисунках видно більш явно виражену синхронізацію флуктуацій викидів оксиду азоту та оксиду сірки для Польщі, порівняно із синхронізацією викидів шкідливих речовин у Німеччині. На основі синхронізації еколого-економічних показників можна стверджувати про стан і структуру національної економіки. Так, флуктуації циклічної компоненти викидів NO_2 і SO_2 для Польщі мають явно виражену синхронізацію аж до 2004 року, після чого спостерігаються процеси дивергенції у структурі викидів забруднення атмосфери. Останнє може бути пояснене зміною структури національного господарства Польщі, у зв'язку зі вступом до ЄС у 2004 році. Інтеграційні об'єднання, зазвичай, з уніфікацією фінансових та фіскальних політик, які також можуть бути причиною флуктуацій [6]. Таким чином, на основі дослідження властивостей еколого-економічних флуктуацій у динамічних рядах (наприклад, урахування різниці амплітуд та фазових зміщень у флуктуаціях розвитку) можна проводити виявлення галузевих структурних зрушень національного виробництва.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Статистичні дані циклічних економічних показників часто мають явно виражену тенденцію і для виявлення циклічної компоненти в їх структурі необхідно застосувати певні математичні процедури. Так, процедура диференціювання першого порядку, застосована до економічного часового ряду, генерує економічні флуктуації з частими критичними точками та низькими значеннями середньоквадратичного відхилення. В роботі зазначено, що серед нелінійних методів дослідження природи флуктуацій найбільш поширеними є два непараметричних економетричних підходи: функція автокореляції та спектральна функція розподілу. Автором обґрунтовано, що для оцінки рівня синхронізації та подібності динамічного розвитку еколого-економічних показників необхідно використовувати такі методи та підходи: 1) кореляцію флуктуацій показників розвитку; 2) оцінку випередження чи лагової динаміки; 3) узгодження фазового розвитку; 4) волатильність флуктуацій; 5) наявність довгострокової пам'яті у часових рядах; 6) аналіз подібності імпульс-реакції розвитку. Обґрунтовано підходи щодо оцінки однорідності флуктуацій між економічною системою та порівняльними на основі аналізу подібності імпульс-реакціями розвитку і показників попарної кореляції флуктуацій. Автором зазначено, що величина однорідності еколого-економічних флуктуацій між окремими економічними системами, розрахованими на основі нормалізованих показників, може бути меншою від одиниці, оскільки флуктуації можуть бути неідеально синхронізованими та / або мають різну амплітуду. Наведені приклади розрахунку флуктуацій та оцінки синхронізації циклічної компоненти викидів NO_2 і SO_2 Німеччини та Польщі.

Список використаної літератури:

1. *Harding D.* A Comparison of Two Business Cycles Dating Methods / *D.Harding, A.Pagan* // *Journal of Economic Dynamics and Control*. – 2003. – № 27. – Pp. 1681–1690.
2. *Canova F.* Does Detrending Matter for the Determination of the Reference Cycle and the Selection of Turning Points / *F.Canova* // *Economic Journal*. – 1998. – № 109 (January). – Pp. 126–150.

3. Mink M. Measuring Similarity of Business Cycles in the Euro Area and the U.S. / M.Mink, J.P.A.M. Jacobs, J. de Haan // De Nederlandsche Bank CSSO Working Papers. – 2008. – Access mode : <https://pdfs.semanticscholar.org/78d3/eec8ef98ae1956aacb6dda4e90bcad940be6.pdf>.
4. Frankel J.A. The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria / J.A. Frankel, A.K. Rose // National Bureau of Economic Research Working Paper. – 1997. – No. 5700. – 31 p.
5. Akin C. Multiple Determinants of Business Cycle Synchronization / C.Akin // Department of Economics ; George Washington University. – Washington (DC) : George Washington University, 2012. – Access mode : http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1022648.
6. McCulloch J.H. Misintermediation and macroeconomic fluctuations / J.H. McCulloch // J. Monet. Econ. – 1981. – No. 8. – Pp. 103–115.

References:

1. Harding, D. and Pagan, A. (2002), «A Comparison of Two Business Cycles Dating Methods», *Journal of Economic Dynamics and Control*, No. 27, pp. 1681–1690.
2. Canova, F. (1998), «Does Detrending Matter for the Determination of the Reference Cycle and the Selection of Turning Points», *Economic Journal*, No. 109 (January), pp. 126–150.
3. Mink, M., Jacobs, J. P.A.M. and de Haan, J. (2008), «Measuring Similarity of Business Cycles in the Euro Area and the U.S.», *De Nederlandsche Bank CSSO Working Papers*, available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/78d3/eec8ef98ae1956aacb6dda4e90bcad940be6.pdf>
4. Frankel, J.A. and Rose, A.K. (1997), «The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria», *National Bureau of Economic Research Working Paper*, No. 5700, 31 p.
5. Akin, C. (2012), «Multiple Determinants of Business Cycle Synchronization», *Department of Economics, George Washington University, Washington, DC, USA*, available at: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1022648
6. McCulloch, J.H. (1981), «Misintermediation and macroeconomic fluctuations», *Journal of Monet. Econ.*, No. 8, pp. 103–115.

КУБАТКО Олександр Васильович – кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри економіки та бізнес-адміністрування Сумського державного університету.

Наукові інтереси:

– економіка природокористування;

– національна економіка;

– еколого-економічні флуктуації.

Тел.: (050) 858–48–54.

E-mail: okubatko@ukr.net.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2017.