

О. В. Кубатко, к.е.н., Сумський державний університет

У роботі проаналізована проблематика еколого-економічної ефективності розвитку національної економіки в світлі міжнародних індексів та показників розвитку. На основі дослідження ендегенних властивостей динамічних показників стану природного середовища та розрахованих значень коефіцієнтів Херста зроблено висновки про наявність трендовитих властивостей та персистентності розвитку еколого-економічних систем, пов'язаних із забрудненням атмосфери. Побудовано флуктуації викидів шкідливих речовин для Сумської та Полтавської областей, отриманих за допомогою смугового фільтра Баттерворта. Зазначено, що будь-які значні негативні зовнішні шоки спричиняють стійкі флуктуації внутрішнього розвитку і означають, що економічна система уже ніколи не повернеться до свого попереднього рівноважного стану. Розглянуто основні критичні місця вразливості еколого-економічних систем національної економіки та зроблено висновки про низьку ефективність використання наявного природно-ресурсного потенціалу.

Ключові слова: еколого-економічна ефективність, флуктуації, трендовитість розвитку, персистентність розвитку, довгострокова пам'ять.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Порухення природного середовища та зниження стійкості екосистем країни обумовлені головним чином виробничою діяльністю. Основними джерелами порушення природного середовища є сектори економіки, пов'язані з видобутком і переробкою невідновних (сировинних) видів природних ресурсів. Забруднення атмосфери на 67 % обумовлене стаціонарними джерелами і на 33 % – в пересувними (тобто транспортом). Щільність викидів від забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у розрахунку на квадратний кілометр в Україні становить 7,2 т, або в розрахунку на душу населення близько 95 кг. Проте в окремих регіонах, зокрема в Донецькій, Дніпропетровській та Луганській областях (до початку бойових дій), щільність викидів перевищувала середні показники по країні в 8,4 та 2,3 раза відповідно [1]. Проблематику забруднення атмосферного повітря можна вивчати на основі причинно-наслідкових зв'язків виявлення впливаючих факторів та на основі економічних властивостей динамічних показників. Дослідження властивостей часових рядів дозволяє виявити наявність чи відсутності довгострокової пам'яті економічних систем та виявлення персистентних і антиперсистентних властивостей.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження проблематики екологічних флуктуацій та виявлення процесів персистентності відповідних динамічних рядів є важливим науковим напрямом забезпечення економічної безпеки національної економіки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науковий напрям обґрунтування економічних підходів до оцінки стану забруднення атмосфери досліджувався у працях провідних вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема: О. Ф. Балацького, І. М. Синякевича, Л. Г. Мельника, В. С. Кравців, Ю. Ю. Туниці, О. М. Теліженка та ін. Серед відомих іноземних учених, які досліджували екологічні проблеми і

сталий розвиток, можна назвати Г. Дейлі, Дж. Медоуза, Т. Панайоту, К. Гофмана, Д. Гросмана, Н. Шафіка та ін. Проте невирішеними залишаються питання виявлення ендегенних властивостей динамічних рядів показників стану природного середовища.

Постановка завдання. У роботі ставиться завдання дослідження ендегенних властивостей динамічних рядів показників стану природного середовища з метою виявлення наявності чи відсутності довгострокової пам'яті в економічних системах на основі економічних методів персистентних та антиперсистентних властивостей економічної динаміки.

Викладення основного матеріалу дослідження. Результати дослідження подано нижче двома функціональними блоками, спочатку проведений аналіз загального еколого-економічного позиціонування національної економіки на міжнародній арені та дослідження причин низької екологічної ефективності, після цього наведена методика виявлення довгострокової пам'яті еколого-економічних процесів та відповідне її застосування на прикладах викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря.

Оцінити динаміку зміни екологічних досягнень окремої країни можна на основі *індексу екологічних досягнень* розробленого центром екологічного законодавства і політики Єльського університету. Індекс екологічних досягнень складається з таких блоків: вплив екологічних факторів на здоров'я населення та екосистемна стійкість. До першого блоку входять показники забруднення повітря та водних джерел і дитяча смертність. До другого блоку входять показники викидів діоксиду сірки на душу населення, захист біоти та морських ресурсів, використання пестицидів, показники динаміки лісистості та ін.

Суть індексу екологічних досягнень полягає у визначенні рейтингу тієї чи іншої країни серед глобальної спільноти за найважливішими показниками захисту навколишнього природного сере-

довища. В окремою групу показників виділено фактори, що впливають на зміну клімату, в цій групі розглядаються показники викидів вуглекислого газу на душу населення та на одиницю ВВП, відсоток відновлюваної енергетики та викиди CO₂ на одиницю виробництва електроенергії.

Що стосується національної економіки, то за індексом екологічних досягнень Україна постійно втрачала свої позиції в 2006 – 2012 рр. і знаходилася на 102-му місці в 2012 році серед 132 країн світу. Проте в подальшому ситуація кардинально змінилася і, починаючи із 2014 року, Україна почала відвоювати втрачені позиції екологічних досягнень, посівши 44-е місце серед 180 країн у 2016 році.

Більшість екологічних проблем, що виникають у національній економіці, є наслідком використання застарілого обладнання та морально зношених технологій. Так, за даними Національного інституту стратегічних досліджень втрати за основними фондами призвели до величезних обсягів виробничих відходів, в яких міститься значна частка корисних копалин (у надрах України після видобутку залишається близько 70 % запасів нафтових ресурсів, близько 50 % солей, 30 % вугілля, 25 % металів) [2].

Забруднення водних джерел обумовлено на 53 % енергетикою і промисловістю, на 32 % – ЖКГ, на 11 % – сільським господарством. Якість природних вод України викликає серйозну занепокоєність. Зокрема, дослідження показують, що 25 – 30 % вод у природних водоймах не відповідають санітарним нормам. У районах використання води для сільськогосподарських потреб близько 30 % проведених аналізів показують надмірний (вище ГДК) рівень забруднення нітратами і в одному відсотку аналізів фіксується наявність пестицидів. Вміст нітратів у колодязях більш ніж удвічі перевищує нормативи. У ряді випадків також виявляють сліди пестицидів та мінеральних добрив [3].

Використання водних ресурсів пов'язане ще з трьома серйозними видами екологічних наслідків – зарегулюванням стоку річок, вилученням водних ресурсів та порушенням річкових екосистем (осушення боліт, вирубування прибережних лісів, розорювання луків та ін.). Прикладом першого є будівництво гребель на Дніпрі, що перетворили такий природний об'єкт, як ріка, в каскад застійних водоймищ, підриваючи режим саморегулювання та самоочищення. На жаль, цей приклад не єдиний. Сьогодні більшість річок (навіть набагато менших за обсягом стоку) мають свої дамби з водосховищами. Останні виконують лише дві економічні функції: джерела виробництва електроенергії (в Україні 10 великих ГЕС на річках Дніпро, Дністер та Південний Буг та 25 ГЕС на менших за розміром річках) або резервуар-накопичувача води для обслуговування цих самих промислових об'єктів. При цьому саме втра-

ти води різко збільшуються внаслідок посиленого випаровування через збільшення дзеркала водної поверхні, замулення водних джерел і зниження захисних водоохоронних функцій прибережної рослинності.

Вилучення води для потреб промисловості та ЖКГ становить серйозну загрозу річкам України. На думку дослідників, при обсягах вилучення води понад 10 % річкового стоку порушується режим самоочищення річок, а при обсягах понад 20 % річка втрачає стійкий режим (починаються її екологічні «хвороби» і заболочування) [4-5]. Чим менша за своїм стоком річка, тим більше вона уразлива під час вилучення води. Значна шкода наноситься річкам через осушення боліт, вирубування прибережних лісів, розорювання луків. Усе це відбивається на стані річок України. Екологічний стан майже 90 % річок України оцінюється як поганий, дуже поганий або навіть катастрофічний [4].

Таким чином, за останні десятиріччя не відбулося відносних змін у поліпшенні екологічної ефективності національної економіки у глобальному вимірі. Серед найважливіших проблем у цій сфері необхідно виділити значну еколого- та природоємність національного виробництва.

Еконофізичні методи дослідження стану еколого-економічних систем. Для більш ґрунтовного вивчення процесів стану якості природного середовища необхідно використовувати еконофізичні методи виявлення короткострокової та довгострокової пам'яті. Зокрема, у попередніх дослідженнях [6, с. 280] автором було описано ряд ситуацій впливу різного роду флуктуацій на економічні системи із короткостроковою та довгостроковою пам'яттю. Так, для економічних систем, що описуються рядами із короткою пам'яттю, значні шоки важливі лише для урахування їх впливу на короткострокову перспективу, а для систем, що мають нескінченну пам'ять, зовнішні шоки та флуктуації залишають свій вплив на всю подальшу історію розвитку.

Наявність ефекту короткострокової пам'яті в економічних системах свідчить про те, що внутрішні флуктуації розвитку, спричинені зовнішнім шоком, мають нестійкі наслідки. Під нестійкими наслідками впливу зовнішнього шоку розуміється ситуація, що рано чи пізно економічна система повернеться до свого рівноважного стану, в той час як стійкі флуктуації внутрішнього розвитку означають, що економічна система уже ніколи не повернеться до свого попереднього рівноважного стану. Більше того, наявність пам'яті в економічних системах означає, що розпочата спадна тенденція із великою імовірністю буде супроводжуватися спадом, і навпаки, коли настає переломний момент і значення показників починає зростати, то із досить значною імовірністю можна стверджувати, що система буде зростати і в майбутньому. Для прикладу, розглянемо авторські



Рис. 1. Флуктуації викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, виділених на основі смугового фільтра Баттервортта для Сумської та Полтавської областей (авторські розрахунки)

Із рис. 1. видно, що спадні тенденції зменшення викидів шкідливих речовин для Сумської та Полтавської областей, як правило, супроводжувалися спадом, і, навпаки, зростаючі тенденції, як правило, супроводжувалися зростанням. Відсутність когерентності флуктуацій регіональних показників забруднення двох областей зовсім не означає, що розвиток зазначених регіонів не відповідає критеріям сестейності. На нашу думку, сестейність регіонального розвитку буде гарантуватися за умови синхронізації міжрегіональних економічних та соціальних флуктуацій розвитку і допускає можливість десинхронізації міжрегіональних екологічних флуктуацій у межах допустимого коридору когерентності, що не порушує балансу соціально-економічних флуктуацій на рівні регіонів. Синхронізація флуктуацій економічних та соціальних показників є необхідною умовою сестейності розвитку регіонів країни, оскільки не створює міжрегіональних протиріч. У той самий час відсутність когерентності флуктуацій за показниками забруднення є допустимим фактом, оскільки гарантує різноманітність структурного міжрегіонального розвитку. Було б несправедливо вимагати синхронізації флуктуацій забруднення для індустріальних та сільськогосподарських регіонів країни. Проте недооцінювати флуктуації показників забруднення також не можна, оскільки їх значні амплітуди можуть викликати десинхронізацію соціального розвитку, в першу чергу по показникам здоров'я населення.

Наведені закономірності у флуктуаціях викидів шкідливих речовин свідчать про наявність пам'яті в еколого-економічних системах. Найбільш імовірно виявити наявність пам'яті у тих системах, функціонування яких залежить від людської активності. Останнє дає можливість очікувати, що розвиток таких систем визначається їх попереднім станом та досвідом функціонування у специфічних умовах. Для визначення процесів із довгою пам'яттю можна використати

методику наведену у роботі [7, с. 2]

Числовий ряд X_1, \dots, X_n має довгострокову пам'ять, якщо його складові описуються такою функцією розподілу (1):

$$\rho(k) = \frac{E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]}{\sigma^2} \sim C_\rho k^{-\alpha} \quad (1)$$

де, $E(X_i)$ – математичне сподівання величини розподілу X_i ; μ – середнє значення, σ^2 – варіація; $C_\rho > 0$ і $\alpha \in (0; 1)$.

Параметр α пов'язаний із параметром Херста через рівняння $\alpha = 2 - 2H$. Із нього видно, що знаходження довгострокової пам'яті шукається асимптотично. Розрахунок окремих довгих корельованих лагів не є достатнім для визначення довгострокової пам'яті. Ця властивість ще більше ускладнює процес виявлення довгої пам'яті [8, с. 123]. Важливим є не стільки автокореляція в часовому ряді, скільки її темп спадання. Чим більш повільним є темп автокореляції у часовому ряді, тим більш довга пам'ять наявна в усіх процесах. Відповідно в процесах із короткою пам'яттю сума автокореляцій є меншою, і темп її згасання буде більшим. Параметр Херста є добре визначеним у теоретичних моделях, проте його оцінка в реальних економічних процесах часто ускладнена. Якщо значення показника Херста знаходяться в межах $0.5 < \alpha \leq 1.0$, це означає наявність персистентних властивостей, якщо значення показника знаходиться в межах $0 < \alpha < 0.5$ то маємо справу з антиперсистентним рядом. Крайнім випадком є значення показника Херста на рівні одиниці, що означає наявність фліккер-шуму. Для випадків, коли $\alpha \geq 1$, кореляції існують, проте вже не відображають степеневу залежність. Для прикладу розглянемо авторські розрахунки коефіцієнтів Херста викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря в розрахунку на 1 км^2 . по регіонах України за період із 1990 до 2012 року (рис. 2.)

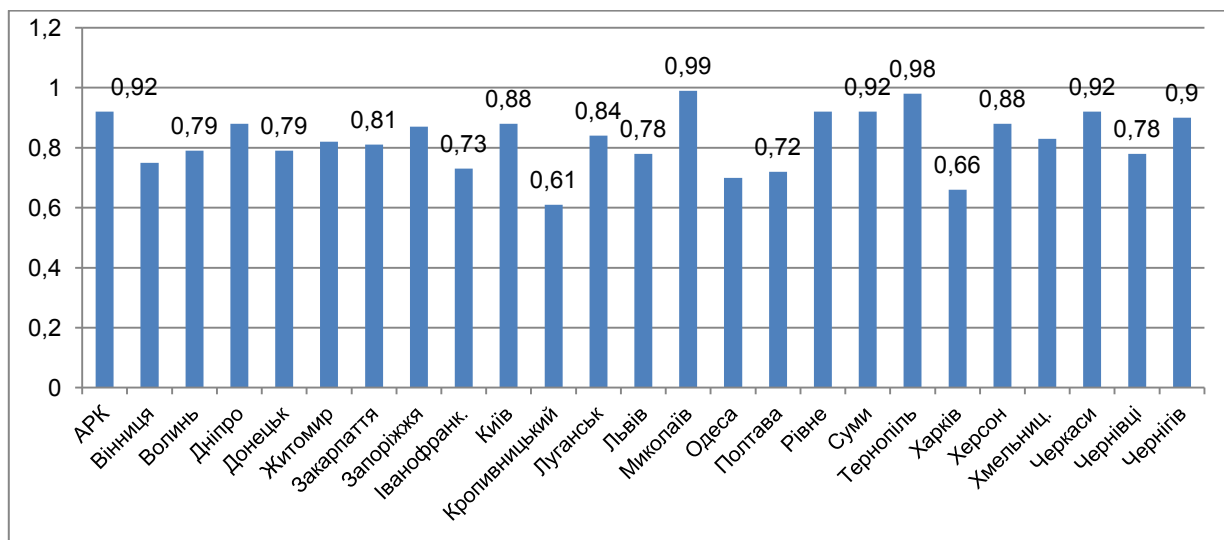


Рис. 2. Коефіцієнти Херста викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря в розрахунку на 1 км². по регіонам України за період із 1990 по 2012 роки

Наведені на рис. 2 результати дослідження показують, що регіональні коефіцієнти Херста викидів шкідливих речовин знаходяться в межах від 0,61 до 0,99. Отримані значення коефіцієнтів Херста свідчать про значну трендостійкість часових рядів і зі значним ступенем імовірності можна говорити про те, що тенденції зменшення викидів забруднення в атмосферне повітря в розрахунку на одиницю території будуть продовжуватися. Більше того, оскільки значення коефіцієнтів Херста за абсолютним своїм значенням є близькими до одиниці, то це свідчить про наявність довгострокової пам'яті у еколого-економічних системах пов'язаних із забрудненням атмосфери. У свою чергу, наявність довгострокової пам'яті є свідченням того, що будь-якого роду негативні флуктуації чи шоки залишають помітний довготривалий ефект (слід) у розвитку еколого-економічних систем. Таким чином, фактори виникнення надзвичайних ситуацій (НС) як разових негативних шоків становлять серйозну перешкоду розвитку національної економіки. До основних потенційних джерел виникнення НС необхідно віднести: місця утилізації та захоронення шкідливих і небезпечних відходів; фактори виробництва, зберігання і транспортування потенційно небезпечних речовин, небезпечні технологічні процеси, різні види комунікацій, фактори виробничого травматизму, фактори невиробничого травматизму, фактори біологічного інфікування населення [3]. Функціонуючі ядерні установки залишаються основними джерелами потенційного радіаційного забруднення через можливість аварій, вибухів та інших НС техногенного характеру, джерел іонізуючого випромінювання. Протягом останніх десяти років частка АЕС від загального обсягу виробництва електроенергії в Україні становила 47–48 %, а упродовж 2015 року – навіть більше 50 %. Значна територія України до цього часу «зберігає

пам'ять» про Чорнобильську катастрофу, на майданчиках атомних електростанцій (крім Чорнобильської АЕС) зберігається понад 30 тисяч куб. м низькоактивних, близько 2 тисяч куб. м середньоактивних і близько 200 куб. м високоактивних твердих радіоактивних відходів [9]. Значну загрозу для економічної безпеки становлять саме небезпечні відходи, яких станом на 2016 рік уже накопичено понад 20 млн тонн, і у більшості регіонів України через відсутність спеціальних полігонів дані відходи зберігаються на території підприємств або вивозяться на місця неорганізованого складування.

Висновки. Розглянутий матеріал свідчить про те, що наслідки впливу процесів виробництва і споживання продукції на природу, людину і середовище її проживання мають досить різноманітні форми і залишають довготривалий слід у пам'яті еколого-економічних систем. Масштаби та характер цих наслідків є головною перешкодою формування основ екологічно збалансованої економіки.

Проведений аналіз дослідження властивостей еколого-економічних процесів виявив наявність довгострокової пам'яті у відповідних системах та значну трендостійкість розвитку. Таким чином, будь-які негативні зовнішні шоки спричиняють стійкі флуктуації внутрішнього розвитку і означають, що економічна система уже ніколи не повернеться до свого попереднього рівноважного стану.

Поглиблений аналіз переконує в тому, що основною причиною тяжких еколого-економічних наслідків є не саме функціонування еколого-економічних систем, а недосконалість використовуваних технологій, низький рівень управління економічними процесами, надзвичайно низький ступінь ефективності використання природних факторів.

Список використаної літератури:

1. Довкілля України у 2015 році. Статистичний збірник. – Київ, 2016. – 242 с.
2. Регіони України: проблеми та пріоритети соціально-економічного розвитку: Монографія / за ред. З. С. Варналія. – К.: Знання України, 2005. – 498 с.
3. *Environmental performance review series No. 24. Ukraine. Second Review* – New York and Geneva : United Nations. – 2007. – 196 p.
4. Яцик А. В. Водогосподарська екологія: у 4 т., – К: Генеза, 2003. – Т.1, кн. 1, 2. – 400 с.
5. Данилов-Данильян В.И. Оценка допустимых изъятий стока в бассейнах малых рек: основные методические положения /В. И. Данилов-Данильян, М. В. Болгов, В. Г. Дубинина // Водные ресурсы. – 2006 .– Т. 33, № 2.–с. 224–238.
6. Кубатко О. В. Флуктуації та пам'ять у розвитку еколого-економічних систем / О. В. Кубатко// Економічний простір. – 2013. – № 78.– С. 278 – 286
7. Clegg G. Richard. A practical guide to measuring the hurst parameter. Dept. Of Mathematics, University of York. 2004. 12 p.
8. Дербенцев В.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: Монографія / В. Д. Дербенцев, О. А. Сердюк, В. М. Соловйов, О. Д. Шарапов. – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.
9. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2015 році. МНС України. – Київ, 2016. – 365 с.

Кубатко А. В. Экологические изменения как флуктуации развития национальной экономики

В работе проанализирована проблематика эколого-экономической эффективности развития национальной экономики в свете международных индексов и показателей развития. На основе исследования эндогенных свойств динамических показателей состояния природной среды и рассчитанных значений коэффициентов Херста сделаны выводы о наличии трендоустойчивых свойств и персистентности развития эколого-экономических систем, связанных с загрязнением атмосферы. Построены флуктуации выбросов вредных веществ для Сумской и Полтавской областей, полученных с помощью полосового фильтра Баттерворта. Отмечено, что любые значительные негативные внешние шоки приводят к устойчивым флуктуациям внутреннего развития и означают, что экономическая система уже никогда не вернется в прежнее равновесное состояние. Рассмотрены основные критические места уязвимости эколого-экономических систем национальной экономики и сделаны выводы о низкой эффективности использования имеющегося природно-ресурсного потенциала.

Ключевые слова: эколого-экономическая эффективность, флуктуации, трендостойчивость развития, персистентность развития, долгосрочная память.

Kubatko Oleksandr Environmental changes as fluctuations of national economy development

The paper analyzes the environmental and economic efficiency problems of national economy in a light of international indexes and indicators of development. Having estimated an endogenous dynamic performance characteristics of the natural environment and Hurst coefficients is was made a conclusions about the presence trend persistent properties of ecological and economic systems related to air pollution. We have extracted fluctuations of air pollution emissions for Sumy and Poltava regions through the band-pass Butterworth filter. It is indicated that any significant negative external shocks caused by fluctuations cause significant changes to the development, which means that the economic system would never return to its previous equilibrium.

We have describes the main vulnerability issues and critical places of national economy ecological and economic situation and made conclusions on low efficiency of available natural resources usage.

Keywords: ecological and economic efficiency, fluctuations, trend persistent development, long-term memory.

Дата надходження до редакції: 23.03.2017

Рецензент: д.е.н., професор Соколов М.О.