

## ПРО ФОРМАЛІЗАЦІЮ ІНВАЙРОНМЕНТАЛЬНОГО ВИМІРУ СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

**С.В. Костриков. ПРО ФОРМАЛИЗАЦИЮ ИНВАЙРОНМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА.** Рассмотрена и проанализирована возможность формализованного представления инвайронментального измерения устойчивого социально-экономического развития общества, для чего рассмотрена и критически проанализирована современная парадигма концепции устойчивого развития. Сделан соответствующий обзор некоторых подходов и направлений в рамках данной концепции – изложены новые взгляды на категории производства и капитала, в частности, представлены основные положения теории природного капитала. Разработаны на сегодняшний день, в первую очередь, в западной “экологической экономике” положения о категории природного капитала используются автором статьи в его оригинальной методологической концепции формализации представления одной из составляющих устойчивого развития – домена окружающей природной среды. Определены перспективные направления реализации предложенного методологического подхода, например, создание формализованной базы знаний для практической имплементации принципов устойчивого развития с учетом его инвайронментальных аспектов.

**S. Kostrikov. WITH RESPECT TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENVIRONMENTAL DIMENSION FORMALIZATION.** The possibility of the sustainable development (SD) environmental dimension formalization has been considered and analyzed with the stress on its current paradigm analysis. The review of the existed SD approaches and schools has been accomplished. The natural capital stock has been defined as a minimum necessary condition for sustainability. This paper author applies the mentioned natural capital definitions to his original concept of the SD environmental dimension formalization. Finally, the author suggests some principles and directions of this approach practical implementation – elaboration of the formalized knowledge base for sustainable development provision taking into account its environmental perspectives.

**Вступ до проблеми.** Техногенний шлях світової цивілізації, який у повному форматі розпочався за часів першої промислової революції (кінець XVII – початок XIX сторіч), дотепер обумовлює певну парадигму соціально-економічного розвитку переважної більшості країн світу – об'єктивну агресивність по відношенню до природного довкілля. Весь досвід людства, починаючи з часів цієї революції, підтверджує, що процес економічного зростання напряму зв'язаний із технічним та інноваційно-технологічним прогресом, з одного боку, та ресурсоспоживанням і рівнем відповідного забруднення природного довкілля – з іншого.

Лише приблизно з середини 70-х років минулого століття різке загострення глобальних екологічних проблем поставило перед наукою та практичною діяльністю людини питання про необхідність перегляду існуючих тенденцій і розробки концепції комплексного еколого-економічного розвитку. Підставою концепції комплексного розвитку є та обставина, згідно якої з трьох головних факторів економічного зростання – трудових ресурсів, штучно зроблених засобів виробництва і природних ресурсів, лише два

перших фактори є соціально обумовленими, а третій цілком належить до навколишнього природного середовища життя людини. Привабливим варіантом практичної реалізації вказаної концепції вже більше 20 років вважається *сталий розвиток суспільства*, теоретичне підґрунтя якого виходить з необхідності забезпечити світовий баланс між рішенням соціально-економічних проблем і збереженням середовища життя до майбутніх поколінь [1]. Цією категорією позначався такий розвиток суспільства, при якому задоволення життєвих потреб нинішнього покоління людей досягається *не за рахунок позбавлення* такої можливості майбутніх поколінь.

Очевидно, що підхід, в рамках якого реалізується концепція сталого соціально-економічного розвитку (КССЕР), має впроваджуватися диференційовано для держав, які відповідно стадії свого суспільного розвитку знаходяться на різних рівнях взаємодії свого техногенного або квазітехногенного суспільства із природним довкіллям. Диференційована течія сучасної фінансово-економічної кризи у різних країнах світу лише підтверджує подібний висновок. Зрозуміло, що КССЕР має бути, так би мовити,

“предметно-спеціалізовано” застосована у карінах з так званою “економікою перехідного періоду”, до яких, до речі, відноситься Україна. Можна лише припускати, що майбутнє відродження України на шляху сталого розвитку не є простим поверненням до її “історично визначеного соборного минулого”. Україна майбутнього — це європейська країна, яка не тільки повною мірою прийняла свої духовні традиції, але і - орієнтири глобалізації, що складають сучасний світовий цивілізаційний процес. Ці орієнтири на найближче двадцятиліття зв'язані з безумовною реалізацією “Порядку денного на 21-ше століття” [2].

Практичні рекомендації щодо сталості соціально-економічного розвитку нашої держави необхідним чином мають ґрунтуватися на *інвайронментальному вимірі економіки сталості – особливостях фактора природного довкілля*, одного з головних серед інших факторів, які зумовлюють певний вектор соціально-економічного руху суспільства. Дану тезу можна пояснити однією з, на нашу думку, найбільш плідних ідей, доданих саме економістами до дискусії про сутність сталого розвитку – виснаження природних ресурсів через економічне зростання доцільніше описувати через економічну категорію *капіталу* (його від’ємного руху), аніж через поняття *прибутку* (який зменшується) [3-7]. Саме із вказаної ідеї випливають спроби визначення індикаторів сталого розвитку і впорядкування національних фінансово-облікових систем і методик так, щоб вони враховували інвайронментальний (екологічний) вимір сталого розвитку на підставі *теорії природного капіталу*. На жаль, нам невідомі подібні спроби, впроваджені у більш-менш закінченому вигляді щодо суспільно-економічних реалій України, хоча, з іншого боку, існують окремі цікаві роботи вітчизняних фахівців, де аналізуються головні проблеми, які виникають на шляху до сталого розвитку в Україні із врахуванням екологічних факторів (наприклад [8-10]). Така відсутність спроб розробки і апробації практичної методології реалізації концепції сталого розвитку в Україні певною мірою зумовлена фактичною відсутністю відповідної предметної галузі у вітчизняній інтерпретації КССЕР, яка би була обґрунтована на

сучасному рівні, у тому числі – через концепцію природного капіталу. Тільки наявність подібного теоретичного обґрунтування забезпечить можливість *формалізації інвайронментального виміру сталого розвитку*. Під подібною формалізацією ми розуміємо відображення змістовного знання сталого соціально-економічного розвитку в знаковому формалізмі або формалізованій мові аксіоматичного методу теорії природного капіталу. Міждисциплінарний формалізований підхід також дозволяє впроваджувати моделювання певних аспектів інвайронментального виміру, наприклад, через сучасні ГІС-технології [11]. Повна формалізація інвайронментального виміру сталого розвитку в теперішній час не представляється можливою через складність екологічних процесів і явищ. Проте ті або інші її елементи мають використовуватися практично в будь-якому дослідженні щодо реалізації концепції сталого розвитку.

Автор цієї статті звертається до свого та відповідного досвіду інших авторів як в галузі аналізу регіональних проблем сталого розвитку [12], поданні проблемного бачення цієї концепції [13], так і в розробці певних аспектів інвайронментального виміру економіки сталості [14, 15]. Це дозволяє викласти свої подальші міркування щодо можливості формалізації виміру природного довкілля сталого соціально-економічного розвитку на підставі його сучасної парадигми. Останнє і складає *мету цієї статті*.

**Концептуальні рамки сучасної парадигми сталого розвитку і формалізована база знань.** Загальноприйнятий фокус сучасної КССЕР спрямований на прийняття постулату, який стверджує - “сталі розвиток - це такий розвиток, який триває”. Очевидно, що саме така тільки теза і могла забезпечити консенсус Об’єднаних Націй у так званій “Пост-Ріо період” щодо КССЕР. Тобто, дана концепція розглядається як така, що забезпечує продовження поліпшення якості життя причому із інтенсивністю ресурсоспоживання, яка зменшується. Контроверсійність подібного підходу саме в рамках техногенного шляху цивілізації, на нашу думку, має бути очевидно, і не тільки для фахівця із предметної галузі КССЕР. Адекватність цього підходу може бути доведена

тільки через залучення теорії природного капіталу, оскільки саме таким чином можна формалізовано описати рух основного капіталу, який не зменшується для майбутніх поколінь. Таким чином, продуктивні сили, які існуватимуть в певний проміжок часу у майбутньому у формі *штучного, природного і соціального капіталу* (новий погляд на категорії “виробництво” та “капітал” детально викладався в нашій попередній статті [15, С. 129-132]), мають забезпечити покращення стандартів якості життя паралельно із зменшенням антропогенного навантаження на довкілля.

На підставі зроблених вище міркувань, навіть не застосовуючи додаткові посилення через їх надчисленність, можна прийти до висновку, що сучасна система теоретичних, методологічних та аксіологічних установок КССЕР – її парадигма - складається з трьох фундаментальних вимірів – *інвайронментального, економічного і соціального*. Спробуємо дати стисло характеристику кожного із вимірів щодо поняття “природно-антропогенна система”. Під останньої розуміється емерджентна сутність будь-якого рангу, яка виокремлюється на зрізі взаємодії “природне довкілля (оточуюче середовище) – суспільство”:

- *Інвайронментальний* – екологічно стала система підтримує стійку ресурсну базу, запобігає надмірній експлуатації поновлюваних природних ресурсів та функції природного довкілля як приймача токсичних відходів, передбачає зменшення ресурсів, які не поновлюються, тільки до обсягу, який повністю відшкодовується інвестиціями в їхні штучні замінники. Все викладене щодо цього виміру має на увазі підтримку біо- різноманіття, стійкості складу атмосфери, а також функцій інших екосистем, які не завжди розглядаються в якості природних ресурсів суспільства.

- *Економічний* – економічно стала система має бути здатною безперервно виробляти товари та послуги, підтримувати адекватний рівень свого управління та зовнішнього боргу, запобігати розвитку надмірного дисбалансу між своїми секторами, який може призвести до занепаду або сільськогосподарського, або промислового виробництва.

- *Соціальний* – соціально стала система повинна забезпечити справедливість в розподілі суспільних благ і наданні рівних можливостей. Така система запобігає побудові “суспільства соціальної дискримінації” [15, С. 133-134], забезпечує адекватне постачання соціальних послуг, включаючи охорону здоров’я, освіту, гендерну справедливість і політичний плюралізм.

Очевидно, що всі три подані виміри сталості спричиняють багато потенційних ускладнень в простій класичній моделі економічного розвитку. Однак, на нашу думку, саме інвайронментальний вимір забезпечує відповідні найскладніші “збудження” і, як наслідок, варіативні зміни цілей застосування економічної моделі. Саме через фактор довкілля такі цілі мають бути багатовимірними, мають ініціювати питання про баланс інтересів, про об’єктивні критерії успіху або невдачі застосування певної економічної моделі. Наприклад, що коли постачання якісних продуктів харчування та води потребує кардинальних змін в землекористуванні, які, у свою чергу, призводять до суттєвого зменшення біорізноманіття? Що коли альтернативна енергетика коштує значно більше аніж традиційна (між іншим – реалії України), однак остання призводить до значного забруднення довкілля? Які цілі у таких випадках мають бути первинними? Таким чином, хоча кожна із складових має свої власні чинники визначення та впливи на інші виміри, вимір довкілля можна розглядати таким, що є домінантним згідно формалізованої схеми всіх трьох складових сталого розвитку суспільства (рис. 1).

Однак, у той саме час, не можна зневажати і *багатовимірність* цілей впровадження КССЕР. Наприклад, вважається і доводиться за допомогою різнорівневих моделей, що саме глобальні зміни клімату призведуть до глобальних змін у світовій економіці [16]. Однак, з іншого боку, зрозуміло, що поки глобальні зміни клімату надзвичайно важливі, але лише у довготривалій перспективі, вже у теперішній час існують (особливо для країн “третього світу” і країн з перехідною економікою) значно більш гострі проблеми, які відносяться до двох інших вимірів сталості – голод, недоїдання, жебрацтво, стан охорони здоров’я, ресурсо-

емне та енергоємне виробництво тощо. Тобто, незважаючи на визначену доміантність інвайронментального виміру, концептуальні рамки сучасної парадигми КССЕР мають передбачати *міждисциплінарний підхід*,

який має на увазі потрійні цілі – в площині кожного з вимірів, а перший етап практичного впровадження триєдиної концепції сталості – створення відповідної *формалізованої бази знань (ФБЗ)* – рис. 2.



Рис. 1. Три виміри в концептуальних рамках сучасної парадигми сталого розвитку

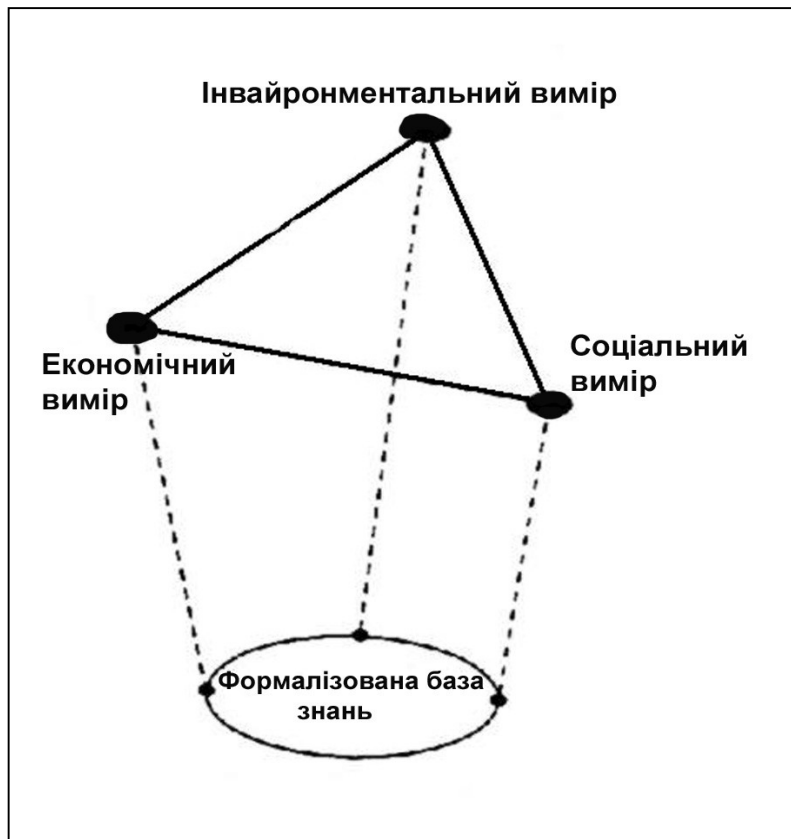


Рис. 2. Формалізована база знань для реалізації міждисциплінарного підходу в рамках КССЕР

Можна стверджувати, що до цього часу є відсутнім єдиний визначений універсальний підхід або концептуальні рамки, які спрямовані на обґрунтування, аналіз і впровадження сталого розвитку. У цьому відношенні ФБЗ, яка інтегрує три виміри КССЕР (рис. 2), відповідає міждисциплінарному, транзитивному, збалансованому, евристичному підходу і забезпечує концептуальні мета-рамки практичного впровадження, які разом дійсно здатні зробити розвиток більш сталим. Повна, всебічна, так би мовити, енциклопедична формалізована база знань буде ефективно підтримувати всі спроби практичного впровадження КССЕР. Методологія, що забезпечує ефективний інтерфейс між трьома цільовими об'єктами ФБЗ (інвайронментальним, економічним і соціальним вимірами) через об'єктивні причини уявляється найбільш цінною.

У вказаному відношенні в західній науці (перш за все – в англійській), починаючи з 70-х рр. минулого сторіччя, існує вже кілька відповідних предметних галузей. Наприклад, *інвайронментальна економіка (економіка довкілля)* і *економіка природних ресурсів* намагаються залучити екологічні аспекти в традиційний неокласичний економічний аналіз [17, 18]. Доцільно відмітити, що у сучасний час сама, так би мовити, традиційна концепція сталого розвитку часто розглядається як наукова база державної законотворчості в Росії [19]. Однак, в останнє десятиріччя вважається, що найбільш динамічно розвивається *екологічна економіка*, яка поєднує екологічні і економічні методи для дослідження інвайронментальних проблем сьогодення. Тут, на нашу думку, серед відповідних численних публікацій окреме місце займає фундаментальна монографія класиків цієї предметної галузі – Р. Констанзи і Г. Далі із співавторами [20]. Певним чином, викладену цими авторами змістовну частину “Вступу до екологічної економіки” можна стилізовано подати наведеним нами вище трикутником (див. рис. 1). Подібне узагальнення допомагає зрозуміти, що домінантним тут все ж є економічний вимір – в екологічній економіці однією з ключових концепцій виступає аналіз функції рівня економічної активності із перебігом часу. Альтернативний підхід із перене-

сенням центру ваги на *аспекти довкілля* (інвайронментальний вибір) демонструє концепція визначення і підтримки сталості екологічних систем, яка ґрунтується на відомій теорії екосистемної еластичності (*ecosystems resilience* – англ.) [21]. Наприкінці минулого сторіччя на Заході з'явилося кілька цікавих публікацій в соціологічних виданнях щодо положень про наявність об'єктивних доцентрових сил, які забезпечують існування різних людських спільнот і суспільств як зв'язаної структурованої сукупності. Однак, головним в цих роботах відносно теми нашої статті є концепція соціального капіталу і важливість соціальної інклюзії в дві інші підсистеми цивілізації – економічну та інвайронментальну (наприклад [22, 23]).

Таким чином, виокремлення трьох предметних складових і створення бази знань для сучасної парадигми сталого розвитку доцільно розглядати вступним кроком формалізації будь-якої з таких складових. Другий крок визначається, приймаючи до уваги обраний предмет формалізації – один з трьох. Щодо інвайронментального виміру цей крок можна зробити на підставі відповідного тлумачення сучасних уявлень про категорії виробництва, капіталу і природних ресурсів, огляд яких ми зробили в нашій попередній статті [15].

**Теорія природного капіталу.** Класики економічної теорії (зокрема, Давид Рікардо) отримали визначення “песимістів розвитку” саме через те, що дохідливо пояснювали, чому економічне зростання буде невідверто вести до деградації природного довкілля. Це було достатньо зрозуміло, оскільки екстенсивні методи використання природних ресурсів на той час переважали. Однак, із блискучим розвитком технологій добування мінеральної сировини, коли розташовані глибоко в земних надрах корисні копалини могли бути здобутими і обробленими як джерело товарів або послуг із мінімальною шкодою для навколишнього середовища, головні економічні проблеми, які колись спричинялися саме браком ресурсів, були практично виведені економістами 40-х-60-х рр. минулого сторіччя із інвайронментальної площини. Ці фахівці майже цілком сфокусували їхню увагу на тих рушійних силах

системи “виробництво – споживання”, які виключно спричиняються рівновагою – нерівновагою ринку, тобто визначаються користістю предметів ринку для споживачів та їх прибутковістю для виробників і розповсюджувачів. Протягом вказаних десятиріч минулого століття в найбільш значних роботах західних економістів стверджувалося, що безперервний експонентний зріст економіки не тільки можливий, але і подає, так би мовити, саму сутність сучасної (на той період) економічної теорії і практики, “головну ціль економічної політики як системи економічних заходів, які здійснює держава” [24, С. 27]. Фактично до початку 70-х рр. переважала точка зору (лише перша енергетична криза спричинила драматичні зміни у таких поглядах), згідно якої економічний розвиток подавався у вигляді сталого вічного двигуна, джерелом роботи якого є вже згадане вище співвідношення між виробництвом та споживанням, коли виключно ринкові механізми дбають про брак природних ресурсів, так саме як і про будь-який інший товар [25]. Малося на увазі, що зростання ринкових цін на ресурси може утримати їх від виснаження, і більш того – взагалі підтримувати оптимальний рівень їхнього споживання. Формалізований через математичні методи підхід використовувався для доведення того, що навіть за умовами економіки, що переважно базується на природних ресурсах, які не поновлюються, є можливим стале зростання виробництва на душу населення [26].

Рубіж останньої чверті двадцятого сторіччя був відзначений тим, що неокласична економічна теорія того часу (їй відповідає термін “неокласична економіка довкілля”) починає обґрунтовувати інтерналізацію (засвоювання) так званих “інвайронментальних вартостей”. В цій же час західна економіка природних ресурсів, яка відрізняється своєю предметною галуззю, як від “неокласичної економіки довкілля”, так і від “екологічної економіки” (дві останні, у свою чергу, різняться між собою), приймає концепцію сталого виробітку природних ресурсів (*sustainable yield* – англ.) в екологічних системах [27]. Парадоксально, але ініціювання дослідження інвайронментального виміру сталості і розробка теорії природного капіталу певним чином мали своїм корін-

ням саме згадане вище, так би мовити, технологічне нехтування проблеми виснаження природного довкілля. Так американський фахівець Р. Солоу, фундаментальна робота якого вже детально аналізувалася нами раніше [15], стверджував не більш-ні менш, що “...цивілізація може ефективно рухатися вперед без природних ресурсів, тому їхнє виснаження є просто явищем, а не катастрофою” [28, С. 11]. Однак, саме в цій статті вказаний автор широко оперує поняттями і категоріями економіки довкілля, коли розглядає причини деградації останнього і те, як ринок регулює стосунки у системі “виробництво - довкілля”, та як ринкові механізми відмовляються працювати.

Закладені в 70-90 рр. минулого сторіччя Р. Солоу і рядом інших авторів [3-7, 29, 30] методологічні підвалини дозволяють зробити висновок, що концепція соціально-економічної сталості переважно має базуватися на теорії капіталу - економічній категорії, що виражає суспільно-виробничі відношення певного способу виробництва (економічної активності) і такої вартості, котра первинно існує, створюється і самозростає у процесі виробництва (економічної активності). Із цього визначення випливає дещо інша дефініція капіталу, зроблена “екологічними економістами”, яку ми наводимо без додаткових посилань - це *існуюча сукупність умов, ресурсів, засобів і предметів праці, яка розглядається у якості джерела, що забезпечує рух товарів та послуг у майбутнє*. Це визначення є принциповим для поняття сталого розвитку, для якого найбільш важливим є те, яка саме частина асортиментного складу кругообігу капіталу є штучною, а яка – природною. Можна припустити, що різниця між ними і обумовлює різницю між штучним та природним капіталом, подібно до того як визначається різниця за характером обороту між *основним та оборотним капіталом*, або різниця у вартості між *постійним та змінним капіталом*. Наприклад, популяції дерев або риб щорічно генерують своє відновлення, і це забезпечує рух вказаних популяцій у майбутнє, який за певних обставин може бути або сталим або ні. Якраз сталий рух популяцій можна розглядати як “природний прибуток”, а популяційні генерації, що за певних обста-

вин мають місце і забезпечують такий сталий рух, і будуть “природним капіталом”. Тобто з точки зору сугубо економічної категорії можна визначити природний капітал як міру втіленої в природному довкіллі здатності приносити дохід (економічний прибуток).

На підставі робіт, детальний огляд яких був нами зроблений раніше, можна міркувати наступним чином. Зрозуміло значення для концепції сталості такої дефініції капіталу як “руху товарів та послуг у майбутнє”, але саме з цим процесом пов’язане тільки що згадане поняття економічного прибутку. Окрім того, за деякими авторами, поняття прибутку має безумовно включати поняття сталості [31]. Тобто і вказаний “природний прибуток” має бути сталим. Тому, будь-яке споживання, що сприяє зменшенню природного капіталу (популярною мовою – “проїдання основного капіталу”), буде споживанням, що виходить за межі “природного прибутку”. У будь-якому разі, це відноситься до *поновлюваного* або *активного природного капіталу (ППК)*. Оскільки *пасивний природний капітал, що не поновлюється (НПК)*, зменшується, за визначенням, у процесі свого використання, єдиний логічний шлях до того, щоб зберегти незмінним “природний прибуток” - це утримувати постійним загальний обсяг обох типів природного капіталу – так званий *сумарний природний капітал (СПК)*. Себто  $СПК = ППК + НПК$ , і зрозуміло, що треба припускати необхідність реінвестицій витраченого НПК в ППК. Введення таких дефініцій – це важливий крок до формалізації виміру довкілля процесу сталого розвитку, оскільки згідно формулюванню класиків екологічної економіки мінімальна необхідна умова сталості може бути досягнута засобом збереження природного капіталу [6, 20, 27, 30, 32].

Мають бути впроваджені два різних постулати – один для ППК, інший – для НПК. Для тих ресурсів, що поновлюються, рівень споживання має бути знижений до рівня їх природного зростання. Відносно ресурсів, які не поновлюються, треба реінвестувати грошові прибутки від їх експлуатації у розробку і виробництво таких їх заміновачів, які за суттю вже є ресурсами, що

поновлюються. Ці два постулати забезпечать постійний рух природного капіталу, тобто існування основного природного капіталу. Для підтримки постійної величини основного природного капіталу на душу населення є необхідним стабільний рівень останнього.

**Категорія капіталу і формалізація інвайронментального виміру сталості.** Два попередні методологічні кроки - визначення концептуальних рамок сучасної парадигми сталого розвитку і аналіз теорії природного капіталу - надають всі підстави для наведення прикладу формалізації виміру довкілля в концепції сталості.

На цьому третьому заключному кроці доцільно повернутися до згаданого вище неокласичного підходу в економічній науці [17, 18] і для об’єктивного тлумачення прийомів формалізації звернутися до виданої на початку 80-х рр. минулого сторіччя книги П. Дасгупти і Дж. Хіла “Економічна теорія і ресурси, які не поновлюються” [33]. Цей репрезентативний приклад впровадження неокласичного підходу на відміну від багатьох інших, навіть більш масштабних робіт (наприклад, [17, 18, 34, 35]), окремо досліджує потенціал штучного капіталу щодо заміни останнім природних ресурсів. Для чого автори використовують відому фундаментальну макроекономічну залежність – “функцію виробництва Коба-Дугласа” (ФВКД), яка подає багатоваріативний зв’язок між матеріально-технічним забезпеченням виробництва і обсягом товарів та послуг, які будуть вироблені на підставі цього [36]. Через цю залежність рівень виробництва можна описувати в дефініціях категорії капіталу залежним від внеску штучного (просто капітал, *основний* та *змінний*) природного (ресурси) і людського (робоча сила) капіталу і корегувати константами сучасної технології, які відповідають показникам ступеня кожної змінної і вільним коефіцієнтом у ФВКД. Принципова відміна подання ФВКД вказаними авторами [35] від її класичного виду [36] полягає у тому, що в макроекономічну залежність вводиться *змінна природних ресурсів* (фактори капіталу у виразі (1) прописані нами):

$$OB = K_{um}^a \cdot PP^b \cdot PC^c, \quad \text{із } a > b > c > 0 \text{ і } a + b + c = 1, \quad (1)$$

де  $OB$  – обсяг виробництва,  $K_{um}$  – капітал (фактор штучного капіталу),  $PP$  – природні ресурси (фактор довкілля або фактор природного капіталу),  $PC$  – робоча сила (фактор людського капіталу),  $a, b, c$  – константи, що враховують фактор технології відповідно кожної змінної. Концептуальні положення аналізу цими авторами ФВКД на підставі виразу (1) полягають у наступному: “...критичне питання є таким: чи буде відповідати дійсності співвідношення  $a > b$  ... ці два параметри подають гнучкість виробництва залежно від поновлювального капіталу і тих природних ресурсів, які не поновлюються. У першому наближенні, якщо  $a > b$ , фактор капіталу є надзвичайно важливим для незупинного виробництва, оскільки постійно забезпечує його на необхідному рівні, незважаючи на поступове зменшення наявності природних ресурсів. Головна ідея полягає в необхідності достатньо швидкої акумуляції капіталу, щоб подібна заміна залишалася можливою” [35, Р. 200]. Кінець кінцем припускається, що для адекватної заміни  $K_{um} \rightarrow PP$  константа  $a$  має бути чотири рази більше за  $b$ . Крім того, прийдемо до висновку, що з виразу (1) виведений фактор технологічного прогресу, якщо порівняємо цю запис із класичною ФВКД [36].

Таким чином, квінтесенція неокласичного підходу, який ми взяли в якості початкового прикладу формалізації факторів сталості, полягає у тому, що навіть за умовами відсутності технологічного прогресу зменшення постачання природних ресурсів не повинне чинити проблем для сталого розвитку через можливість підстановки  $K_{um}$  (штучний капітал)  $\rightarrow PP$ . При цьому виробництво може не тільки підтримуватися на попередньому рівні, а навіть зростати. Зрозуміло, що через технологічний прогрес забезпечення сталості стає все більш імовірним, що формалізовано і доводиться через (1). Однак, запис фактору довкілля в цьому неокласичному прикладі ще не можна вважати повноформатною формалізацією інвайронментального виміру сталості. Для досягнення подібної мети необхідно зробити додаткові посилення і здійснити подальші міркування.

Справа у тому, що класична ФВКД [36] не дозволяє аналізувати ступінь взаємо-

заміни між факторами-“співмножниками”, а формула П. Дасгупти і Дж. Хіла (1) повністю привласнює вказану рису ФВКД, незважаючи на введення нової змінної -  $PP$ . Тобто “гнучкість взаємозаміни” завжди дорівнює одиниці, а ступінь взаємозаміни є константою. Однак це не так саме через технологічний прогрес, на що справедливо вказує П. Віктор [7]. Згідно цього автору численні історичні приклади доводять, що сума технологій не в повній мірі компенсує виснаження ресурсів, які не поновлюються [7, С. 196]. П. Віктор також вказує на два інших суттєвих недоліки неокласичного підходу. По-перше, ресурси, які не поновлюються, стають найважливішими лише у випадку, коли основний капітал девальвує на постійній основі, а це за “неокласиками” майже неймовірний стан речей. По-друге, апологети цього підходу фактично не визнають, що капітал зношується, і сам він – похідна від ресурсів, які всі є природними. Аналіз слабких місць неокласичного підходу, зроблений П.Віктором, може бути доповнений роботами інших авторів, які з’явилися як до [37], так і після вказаної публікації [38]. Головна думка, яка в цих роботах впроваджується, полягає у тому, що, по-перше, підстановка  $K_{um} \rightarrow PP$  в (1) не витримує критики через те, що навіть незмінний рух капіталу потребує перманентного збільшення постачання природних ресурсів, а, по-друге, забезпечення функціонування обох видів штучного капіталу (основного та змінного) сомо по собі потребує додаткових ресурсів.

Підкреслений вже значно пізніше іншими авторами головний недолік неокласичного підходу – нехтування обставиною, що капітал за визначенням виробляється із природних ресурсів [39, 40] – фактично лише узагальнює вказані положення П. Віктора. На підставі робіт, на які ми посилаємося в двох останніх розділах статті, можна зробити наступні припущення.

Перш за все, доцільно формалізувати на підставі виразу (1) рух капіталу за вказаною умовою, яка практично є зворотною підстановкою:  $PP \rightarrow K_{um}$ . Тобто визнається, що капітал може єдиною бути вироблений із природних ресурсів, а фактор довкілля треба розглядати в будь-якій функції виробництва, де присутня будь-яка категорія ка-



пiталу – основний i оборотний, постійний i змінний, промисловий i продуктивний. Це формалізовано можна подати як:

$$K_{\text{промисл}} = K_{\text{шт}}^{a'} \cdot PP^{b'} \cdot PC^{c'},$$

із  $a' > b' > c' > 0$  i  $a' + b' + c' = 1$ , (2)

де  $K_{\text{промисл}}$  – промисловий капітал,  $K_{\text{шт}}$  – капітал (фактор штучного капіталу),  $PP$  – природні ресурси (фактор довкілля або фактор природного капіталу),  $PC$  – робоча сила (фактор людського капіталу),  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  – константи, похідні від констант із (1), які враховують фактор технології відповідно кожної змінної у виразі (2). Можна стверджувати, що запис (2) є варіантом ФВКД, який демонструє як промисловий капітал створюється із штучного, сумарного природного (СПК) i людського капіталу -  $K_{\text{людський}}$ . Тобто, спрощено без констант можна записати:

$$K_{\text{промисл}} = K_{\text{шт}} \cdot СПК \cdot K_{\text{людський}} \quad (3)$$

За умовою сталого руху промислового капіталу вираз (3) є першим наближенням формалізованого подання трьох вимірів сталого соціально-економічного розвитку (див. рис.1). Для спроби кінцевого формалізованого запису виміру довкілля необхідно зробити наступні перетворення. Підставляючи вираз (2) у вираз (1), отримуємо зрозумілим чином:

$$OB = K_{\text{шт}}^{a \cdot a'} \cdot PP^{(a \cdot b' + b)} \cdot PC^{(a \cdot c' + c)} \quad (4)$$

Вираз (4) є узагальненою функцією виробництва i відповідає головним характеристикам ФВКД, де змінна капіталу виступає *продуктивним капіталом*, тобто засобом виробництва. Відповідно зроблених нами посилань на П. Віктора [7] i економістів-“неокласиків” [34, 35] змінний штучний капітал може на постійному рівні замінити природні ресурси за умовою, якщо виконується або ні нерівність  $a \cdot a' > a \cdot b' + b$ , або у рівнозначному записі - виконується або ні нерівність  $a(a' - b') > b$ . За умовами, параметри  $a'$  i  $b'$  є обидва додатними числами i меншими за “1”. Через це  $a' - b' < 1$ . Згідно всіх міркувань, якщо  $a > b$ , це не означає виконання  $a(a' - b') > b$ . Таким чином, хоча параметри  $a$  i  $b$  i можуть задовольняти процедуру заміни  $K_{\text{шт}} \rightarrow PP$  в “неокласичній формулі” (1), вони ймовірно не задовольнятимуть подібній дії, коли на підставі (2)-(4) йдеться про те, що сам промисловий капітал i штучний, зокрема – похідна природних ре-

сурсів. Причому, подальші продуктивні операції з капіталом також потребуватимуть додаткових ресурсів.

**Висновки.** Жорсткий нормативний обсяг статті, на жаль, не дає змогу навести всі проміжні перетворення, тому лише підкреслимо, що вирішення формули (2) щодо змінної штучного капіталу i підстановка результату у вираз (1) дає новий варіант ФВКД, яка є функцією лише від змінної природних ресурсів i змінної робочої сили, тобто від факторів природного капіталу i людського капіталу. На підставі цих перетворень з'ясовується, що суб'єктивна підстановка  $K_{\text{шт}} \rightarrow PP$  стає дуже проблематичною, i формалізовано доводиться, що сталий соціально-економічний рух є можливим лише за умовою сталого споживання природних ресурсів, які у такому разі виступають сумарним природним капіталом, дефініція якого пояснювалася вище в статті. Кінцевий формалізований вираз інвайронментального виміру сталого соціально-економічного розвитку після всіх проміжних перетворень виглядатиме наступним чином:

$$СПК = PP^{(a \cdot b' / (1 - a') + b)} = OB / PC^{(a \cdot c' / (1 - a') + c)} \quad (5)$$

Вирази (3) i (5), на нашу думку, послідовно подають, по-перше, загальну формалізацію трьох вимірів сталості i, по-друге, предметну формалізацію інвайронментального виміру.

На підставі викладеного підходу можливі:

1. переведення розробки формалізованої междисциплінарної бази знань для впровадження концепції сталого розвитку (див. рис. 2) із теоретичної в практичну площину;
2. розробка апарату формалізації виміру довкілля для випадків “слабкої” i “сильної” сталості окремо (про два види сталості подрiбніше див. [15, С. 130]);
3. розробка апарату формалізації виміру довкілля окремо для різних випадків соціально-економічного розвитку - “оптимального розвитку”, “сталого розвитку” i “розвитку виживання” (про типи розвитку подрiбніше див. [14, С. 155-157]);
4. застосування апарату формалізації виміру довкілля для геоінформаційного забезпечення сталого розвитку окре-

мих територій і регіонів (щодо існуючих див. [41], а в Україні – [11, 13]).  
прикладів ГІС-забезпечення зокрема у Росії

### Література

1. "Наше общее будущее": Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР)": Пер. с англ. / Под ред. и с послесл. С. А. Евтеева и Р. А. Перелета / - М: Прогресс, 1989.
2. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І. Лібанова Е.М. Україна: проблеми сталого розвитку / Наукова доповідь. – Київ: РВПС України НАН України, 1997 – 141 с.
3. Victor P. *Pollution Economy and Environment*. – Toronto, Ont.: University of Toronto Press, 1972.- 247 p.
4. Pearce, D.W., R. Turner. *Economics of Natural Resources and the Environment*. New York: Johns Hopkins University Press, 2006 – 392 p.
5. El Serafy S. *The Environment as Capital*. In: *Toward Improved Accounting for the Environment: An UN-STAT-World Bank Symposium* / ed. E. Lutz . Washington, D.C.:P The World Bank, 1993. – P. 168-175.
6. Constanza R., Daly H. *Natural Capital and Sustainable Development* // *Conservation Biology*. - 1992. - Vol. 6. - P. 37-56.
7. Victor, P.A. *Indicators for Sustainable Development: Some Lessons from Capital Theory* // *Ecological Economics*. - 1991. - Vol. 4. - P. 191-213.
8. Руденко Л.Г. *Сталий розвиток: пошуки моделей сталого розвитку України* // *Український географічний журнал* – 1998. - № 1. – С. 5-12.
9. Горленко І.А., Дембицький А.П., Олещенко В.И., Руденко Л.Г. *Україна на пути к екологічеськи сбалансированному развитию* // *Проблемы экологически сбалансированного развития стран с переходной экономикой*. – Москва: ГЕОС, 2000. – С. 27-41.
10. Лісовський С.А. *Проблеми сталого розвитку. До десятиріччя саміту "планета Земля"* // *Український географічний журнал* – 2002. - № 3. – С. 3-10.
11. Костріков С.В., Воробйов Б.Н. *Практична геоінформатика для менеджменту охорони довкілля. Навчально-методичний посібник*. – Харків: Вид-во ХНУ, 2003. – 102 с.
12. Багров Н.В. *Региональная геополитика устойчивого развития*. – К.: Либідь, 2002. – 256 с.
13. Багров Н.В. *География в информационном мире*. – К.: Либідь, 2005. – 184 с.
14. Костріков С.В., Немець Л.М., Немець К.А. *Основи соціальної екології. Навчальний посібник*. – Харків: Вид-во ХНУ, 1999. – 184 с.
15. Костріков С.В., Черваньов І.Г. *Про деякі екологічні аспекти соціально-економічної концепції сталого розвитку суспільства* // *Соціальна економіка – Social Economics*. – 2003. - № 1. – С. 126-135.
16. Munasinghe M., Swart R. (editors). *Climate Change and its Linkages with Development, Equity and Sustainability*. – Geneva: IPCC, 2002. – 475 p.
17. Freeman A.M. *The Measurement of Environmental and Resource Values Theory and Methods, Second Edition*. – London – NY: RFF Press, 2003. – 496 p.
18. *Ecological Economics. Various Issues*. – Amsterdam: Elsevier, 1995. – 527 p.
19. Платонов В.М. *Актуальные проблемы устойчивого развития России*. // *Вестник Российского университета дружбы народов*. - Серия: Политология. - 2001. - № 3. - С. 5-9.
20. Costanza, R., J. Cumberland, H. Daly, R. Goodland, R. Norgaard. *An Introduction to Ecological Economics*. FL: St. Lucia's Press, 1997. – 288 p.
21. Holling C.S. *Resilience and stability of ecological systems* // *Annual Review of Ecology and Systematics* – 1973. – Vol. 4. – P. 1-23.
22. Azar C., J. Homberg, K. Lindgren. *Socio-ecological indicators for sustainability* // *Ecological Economics*. – 1996. – Vol. 18. – No. 8. – P. 89-112.
23. McLean S., Schultz D. A.6 Steger M. B. *Social Capital: Critical Perspectives on Community and "Bowling Alone"*. NewYork: New York University Press, 2002 – 304 p.
24. Harrod R. *Reforming the World's Money*. - New York: St. Martin's Press, 1965. – 181 p.
25. Beckerman W. *Economists, Scientists, and Environmental Catastrophe* // *Oxford Economic Papers*. – 1972. – Vol. 12. – N. 11. – P. 327-344.
26. Stiglitz J.E. *Growth with Exhaustible Natural Resources: the Competitive Economy* // *Review of Economic Studies: Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*. – 1974. – P. 139-152.

27. Costanza R. *Ecological economic systems analysis: Order and chaos.* – In: E. B. Barbier (Ed.). *Economics and ecology: New frontiers and sustainable development.* - London: Chapman and Hall, 1993. - P. 27-45.
28. Solow R.M. *The Economics of Resources or the Resources of Economics* // *American Economic Review.* - 1974. - Vol. 64. - N 2. - P. 1-14.
29. Costanza R. et al. *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital* // *Ecological Economics.* – 1998. – Vol. 25. – No. 1. – P. 3-15.
30. Daly H.E. *Globalization versus Internationalization: Some Implications* // *Ecological Economics.* – 1999. – Vol. 31. – No. 1. – P. 31-37.
31. Pezzey, J. *Economic analysis of sustainable growth and sustainable development.* - In: *Environmental Department Working Paper.* - No 15. - World Bank, Washington, DC. 1989. – P. 103-108.
32. Costanza R., Daly H. E. *Toward an ecological economics* // *Ecological Modelling.* – 1987. – Vol. 38. – No. 9. – P. 1-7.
33. Dasgupta P.S., Heal G.M. *Economic Theory and Exhaustible Resources (Cambridge Economic Handbooks).* – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – 516 p.
34. Herfindahl O., Kneese A. *Natural Theory of Natural Resources.* - Columbus, OH: Charles E. Merrill, 1974. – 157 p.
35. Klaassen G., Opschoor J. *Economics of sustainability or the sustainability of economics: different paradigms* // *Ecological Economics* – 1991. - N.4. – P. 93-115.
36. Cobb C. W., Douglas P. H. *A Theory of Production* // *American Economic Review.* – 1928. – Vol. 18. - P. 139-165.
37. Daly H.E., Cobb J B. *For the Common Good: Restructuring the Economy Toward Community. The Environment and a Sustainable Future,* Boston: Beacon Press, 1987. – 297 p.
38. Norton B.G. *Thoreau's Insect Analogies: Or Why Environmentalists Hate Mainstream Economists* // *Environmental Ethics.* - 1992. – Vol. 13. – No. 3. - P. 235-251.
39. Costanza R., Patten B. *Defining and predicting sustainability* // *Ecological Economics.* – 1995. – Vol. 15. - No 3. – P. 193-196.
40. Chichilnisky G., Heal G. *Environmental Markets Equity and Efficiency.* – NY: Columbia University Press, 2000. – 280 p.
41. Тикунов В.С., Цанук Д.А. *Устойчивое развитие территорий: картографическо-геоинформационное обеспечение.* – Москва-Смоленск, 1999. – 176 с.