

УДК 502.131.1:330.341.1:005.336.4

*М.К. Шапочка, П.А. Денисенко*

## **Методи визначення інтелектуальної складової сталого інноваційно спрямованого розвитку**

*Роботу присвячено дослідженню особливостей впливу інноваційної спрямованості розвитку соціально-економічних систем на довкілля. Потенційно позитивні та негативні результати від інноваційних змін розглянуті в контексті понять строгої та нестрокої сталості. Також наведені та проаналізовані емпіричні приклади залежності показників сталого розвитку європейських країн від інтелектуальної складової відповідних соціально-економічних систем.*

*Ключові слова: інноваційно спрямований розвиток, строга та нестрога сталість, індекс економіки знань, «екологічний слід», ресурсопродуктивність.*

### **Постановка проблеми в загальному вигляді**

Результатом сталого розвитку взагалі, та інноваційної складової соціально-економічних перетворень зокрема має стати все більш ефективна організація національного господарства та відповідне підвищення рівня життя населення. Разом з тим, виникає необхідність врахувати вплив на довкілля самої інноваційної спрямованості соціально-економічної системи. В цьому контексті ми пропонуємо розглянути концепції так званої строгої та нестрокої сталості суспільного розвитку. Тут пропонуються відповідно два варіанти використання ресурсів залежно від ступеня їх можливого взаємозаміщення: оптимізація використання окремого виду капіталу (передусім природного) та оптимізація певного набору видів ресурсів в цілому за умови можливості заміни одного виду на інший. Інноваційний розвиток та впровадження нових технологій має підвищити загальну ефективність ресурсовикористання як у першому, так і у другому варіантах.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

В умовах поступового виснаження природних ресурсів так званий природний капітал стає головним обмежуючим фактором виробничих систем. В процесі розробки концепції сталого розвитку був запропонований підхід взаємозамінності різних типів капіталу (природного, створеного людиною, тобто фінансового та економічного, безпосередньо людського та соціального) [1]. В залежності від можливості замінити у виробництві один з наведених видів на інший виділяються різні варіанти сталості. Так, нестрога сталість передбачає управління загальним набором ресурсів різного виду з можливістю повної заміни використовуваного природного капіталу наприклад людським. При цьому критеріями сталості пропонуються показники максимізації корисності від вичерпних ресурсів та їх передбачуваний розподіл між поколіннями [2]. Строга сталість, у свою чергу, вимагає контролю за рівнем використання та відповідного вичерпання кожного виду капіталу окремо. Таким чином, у виробництвах, де природний капітал виступає основним фактором, повна заміна його на інші види

---

*Шапочка Микола Костянтинівич, кандидат економічних наук, професор, професор кафедри економіки Сумського державного університету; Денисенко Павло Анатолійович, аспірант кафедри економіки Сумського державного університету.*

© М.К. Шапочка, П.А. Денисенко, 2011

капіталу є проблематичною, а концепція нестрокої сталості – мало прийнятною. Якщо ж така заміна можлива хоча б частково, удосконалення технології виробництва внаслідок накопичення, поширення та застосування нових знань стає передумовою досягнення сталого розвитку.

На думку дослідників [3], інноваційно спрямований розвиток передусім змінює суспільне навантаження на інтегральний ресурс. При цьому він відіграє як екопозитивну (переважно в тактичній і середньостроковій перспективі), так і екодеструктивну (здебільшого в довгостроковій та стратегічній перспективі) роль. Відповідно стимулювання такого інноваційного розвитку також в перспективі несе в собі екопозитивний та екодеструктивний потенціал.

Екопозитивний потенціал можна проілюструвати кількома найбільш суттєвими на думку дослідників моментами. По-перше, стимулювання інноваційного розвитку потенційно сприяє підвищенню продуктивності ресурсів та в результаті відповідному підвищенню рівня корисного ефекту з одиниці інтегрального ресурсу. Виходить, що одиниця інтегрального ресурсу потенційно зможе задовольняти потреби більшої кількості індивідуумів. Це, у свою чергу, призводить до зменшення необхідної кількості природних ресурсів, необхідних для успішного функціонування соціально-економічної системи (тобто зменшення суспільного навантаження на інтегральний ресурс) та до стабілізації соціо-еколого-економічної системи в тактичній і середньостроковій перспективі. При цьому ціна за одиницю інтегрального ресурсу знижується, бо для виконання однієї і тієї ж роботи (за інших рівних умов) необхідно менше ресурсів. Іншими словами, попит на ресурси зменшується, а пропозиція в тактичній і середньостроковій перспективі залишається без змін. Разом із цим іде процес, коли індивідууми стають умовно багатшими, оскільки за інших рівних умов вони можуть придбати на одиницю коштів більший обсяг ресурсів.

Тут окремо можна відмітити своєрідне заміщення природних та вичерпних ресурсів інтелектуальними, матеріалізованими через більш досконалі та ефективні процеси виробництва. Із цим процесом пов'язуються основні надії щодо сталого інноваційно спрямованого розвитку соціально-економічних систем у відповідності. Однак на нашу думку така ситуація є одним з варіантів нестрокої сталості, коли матеріальні невідновлювані ресурси замінюються в процесі виробництва нематеріальними та відповідно відновлюваними. Разом з урахуванням усіх позитивних аспектів цього процесу для довкілля слід також пам'ятати, що розвиток на такій інноваційній основі має свої обмеження, про що йтиметься далі.

Екодеструктивний потенціал, у свою чергу, діє через низку взаємопов'язаних факторів. Зазначене вище здешевлення одиниці інтегрального ресурсу і відповідне збагачення індивідуумів на основі підвищення продуктивності ресурсів призводить до збільшення споживання і значного економічного зростання протягом тривалого часу. Це через певний проміжок часу веде до втягування в господарський обіг нових ресурсів і збільшення суспільного навантаження на інтегральний ресурс та, в результаті, до загальної дестабілізації системи. Можливість (та відповідні загрози) значного економічного зростання внаслідок підвищення продуктивності ресурсів відзначають й автори доповіді «Фактор чотири. Витрат – половина, віддача – подвійна» [4].

У стратегічному плані невпинно збільшується кількість населення завдяки загальним та частковим поліпшуючим інноваціям у галузі медицини і біології. Це також стає одним з вирішальних факторів інноваційного розвитку соціально-економічних систем. Адже збільшення кількості споживачів збільшує і відповідні об'єми їх потреб. Таким чином, у довготривалій перспективі стимулювання інноваційного розвитку призводить до зростання кількості ресурсів, які за лучаються до господарського обігу,

оскільки, по-перше, нові базисні технології, як правило, потребують нових ресурсів, що раніше не використовувались у господарському обігу, а по-друге, збільшення кількості населення в стратегічній перспективі потребує розширення використання ресурсів. [3]

Виходить, що інноваційно спрямований розвиток сам по собі не гарантує екологічно збалансованого використання ресурсів у відповідній виробничій системі. На практиці внаслідок багатоваріантності інноваційного розвитку виявляється одночасно екопозитивна та екодеструктивна роль стимулювання інновацій. Інтегральний (сумарний результат) стимулювання інноваційного розвитку може мати як екопозитивний, так і екодеструктивний характер на кожному етапі розвитку, що залежить від комплексної дії конкретних факторів.

#### **Постановка завдання**

Проаналізувавши роботи іноземних та вітчизняних дослідників було поставлене завдання пошуку варіантів визначення впливу інноваційної складової розвитку соціально-економічної системи на її навколишнє природне середовище. Передусім викликає зацікавленість емпіричне підтвердження зв'язків між показниками інтелектуального суспільного розвитку та відповідних показників використання ресурсів та стану довкілля.

#### **Викладення основного матеріалу**

Відповідно до завдання виявити наочний зв'язок, підтверджений статистичними даними, в якості методу була обрана парна регресійна модель на основі МНК., виражена рівнянням з можливістю побудови графіку. Серед варіантів функціонального вираження зв'язку була обрана степенева функція. Відбір проводився на основі фактичних даних, а в якості критерію використовувалось значення коефіцієнту детермінації.

Першим варіантом емпіричної перевірки було обрано парну кореляцію індексу економіки знань, розрахованого за методикою досліджень Світового банку, та екологічного сліду на рівні окремої країни.

Індекс економіки знань (Knowledge economy index) [5] складається з чотирьох складових:

- економічного та інституційного режиму (де оцінені правові, тарифні та нетарифні бар'єри та системи контролю);
- освіти та навичок населення (де враховуються рівень писемності та відсоток здобуття середньої та вищої освіти);
- інформаційної інфраструктури (за кількістю користувачів телефонів, комп'ютерів та Інтернету на 1000 населення);
- інноваційної складової, що враховує патенти, виплати роялті та статті в технічних фахових виданнях.

«Екологічний слід» (Ecological footprint) [6], в свою чергу, відображає об'єм ресурсів та регенеративних можливостей довкілля, необхідних для задоволення існуючих потреб населення певної країни або ж окремого регіону. Дослідники використовують умовну кількість планетарних гектарів в якості наочного виміру територій, необхідних населенню для підтримання існуючого рівня споживання. Зазвичай цей показник порівнюється з фактичною територією дозволяє робити висновки щодо забезпеченості нею відповідних потреб населення. Так, у світовому масштабі дослідники відзначають, що в 2010 році населенню землі вже потребувалася територія приблизно у півтори планети і далі за їх прогнозами ці потреби у «життєвому просторі» тільки зростатимуть. Також використовується показник «екологічного сліду», розрахований на душу

населення, причому називається відповідна норма (або так звана екологічна межа) у 2,2 умовних гектари, за якої людська діяльність нормально врівноважується природними механізмами.

Для перевірки залежності екологічного сліду країни від рівня інтелектуалізації її економіки були обрані 35 Європейських країн та наявні дані за 2007 рік. В результаті була отримана наступна залежність степеневі функціональної форми:

$$EF = 0,331 \cdot (KEI)^{1,304}, \quad (1)$$

де  $EF$  – показник «екологічного сліду» країни на душу населення в умовних планетарних гектарах;  $KEI$  – індекс економіки знань.

Відповідний коефіцієнт детермінації ( $R^2=0,586$ ) свідчить про достатньо суттєвий зв'язок, тобто майже 59% відмінностей в національних «екологічних слідах» пояснюється саме рівнем спрямованості економіки на знання. При цьому напрям вказаного зв'язку парадоксально позитивний (більшому значенню індексу економіки знань відповідає більше значення «екологічного сліду»). Більше того, степеневий коефіцієнт, більший за одиницю (1,3%) свідчить, що відносне збільшення на один відсоток значення індексу економіки знань відповідає зростанню рівня «екологічного сліду» на 1,3% від його відповідного попереднього рівня. Виходить, що економіка знань пов'язана зі збільшенням «екологічного сліду», а інноваційний розвиток негативно впливає на довкілля.

Насправді отриманими результатами підтверджується потенційно негативний вплив інновацій, коли разом із економічною розвиненістю зростають потреби споживачів та відповідне навантаження на інтегральний ресурс. Можливим поясненням тут може бути підтримання в країнах значної інтелектуалізації економіки високого рівня споживання та життя населення (потенційних носіїв інтелектуально-інноваційного підходу в сфері виробництва), що вимагає відповідних затрат природних ресурсів. Окремо тут слід виділити можливість перерозподілу виробничих потужностей по планеті внаслідок перенесення матеріальних виробництв за межі розвинених країн. Тобто споживання та його наслідки можуть бути рознесені як у просторі, так і в часі, якщо прояв негативних наслідків виснаження певних ресурсів чи концентрації окремих виробництв виявляється поступово. Можна також припустити, що розвинені країни, пройшовши (або завершуючи) свій індустріальний цикл розвитку з характерним ресурсоемним та екодеструктивним його характером вимушені були в силу тих чи інших обставин інтенсивніше спрямовувати своє господарство у напрямку заміни матеріальних ресурсів нематеріальними внаслідок інноваційних нововведень, розвитку інформаційно-інтелектуальних видів праці та відповідного набуття ознак економіки знань. Але таке припущення потребує перевірки більш глибоким аналізом наведених показників в динаміці.

Наступним варіантом визначення впливу інноваційного розвитку на досягнення сталого розвитку був пошук залежності агрегованого показника продуктивності ресурсів (Resource productivity) [7] від того ж самого індексу економіки знань. Продуктивність ресурсів розраховується згідно з методикою Eurostat як відношення ВВП до внутрішнього споживання матеріалів (Domestic material consumption), що в свою чергу показує узагальнений щорічний обсяг сировини, видобутої з певної території окремого виробництва та враховує експорт та імпорт ресурсів.

Цього разу показники стосувалися 26 країн Європи. Рівняння регресії наступне:

$$RP = 0.000002 \cdot (KEI)^{6,161}, \quad (2)$$

де  $RP$  – показник продуктивності ресурсів, в Євро на умовний кілограм ресурсів.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2=0,564$ ) показує більше 56% сукупності фактичних значень показника продуктивності ресурсів, що пояснюється рівнем орієнтації виробничої системи на знання, їх постійне оновлення та використання. Як видно з наведеного рівняння парної регресії (2), зв'язок позитивний, тобто більшому рівню інтелектуалізації виробничої системи відповідає більша продуктивність ресурсів, які залучаються нею в процесі діяльності. Відповідний степеневий коефіцієнт (6,16) значно перевищує одиницю, та означає, що згідно з цією моделлю, підтвердженою емпірично, кожне відносне збільшення індексу економіки знань на 1% від попереднього рівня має призвести до відносного збільшення ресурсопродуктивності на 6,16% від відповідного попереднього рівня вже самої ресурсопродуктивності.

Можна зробити висновок, що позитивний вплив комплексної інноваційно-інтелектуальної перебудови в соціально-економічній системі носить для довкілля позитивний характер, підвищуючи віддачу від використання наявних ресурсів. Тобто в умовах економіки, орієнтованої на знання, на кожний умовний кілограм ресурсу припадає більша сума з остаточно спожитого ВВП. Таким чином, економічне зростання все менше залежатиме від матеріально-ресурсної складової. Разом з тим, як вже було відзначено вище, таке підвищення ефективності використання ресурсів саме по собі не призводить до сталого та екологічно-збалансованого розвитку соціально-економічних систем. Завжди існує варіант збільшення обсягів споживання та відповідно все більшого залучення додаткового об'єму ресурсів через можливість отримання додаткового прибутку. Окрім того, сама специфіка грошового вираження як самих показників продуктивності ресурсів, так і ВВП відповідної країни має бути врахованою. Тому ми пропонуємо наступний критерій оцінки впливу інтелектуально-інноваційної складової на забезпечення сталого розвитку:

$$\Delta GDP_t \leq \Delta RP_t \quad (3)$$

Тобто зростання ВВП за певний період  $t$  має бути повільнішим за зростання продуктивності ресурсів, залучених для його отримання за той самий період. За цієї умови навіть зростання потреб населення компенсуватиметься інноваційним удосконаленням системи виробництва. Особливої уваги також заслуговує врахування при цьому можливого повторного використання відходів виробництва та відтворення ресурсів з них. Запропоноване порівняння зміни двох показників все ще не враховує особливості відновлюваності та невідновлюваності ресурсів, а просто констатує покращення ситуації з їх використанням у виробничій сфері. Цей вираз на нашу думку є складовою максимізації корисності від використання як вичерпних так і відновлюваних ресурсів, що входить до загальних критеріїв концепції нестрогої сталості. Проте вже цей найбільш загальний критерій може слугувати якщо не достатньою, то необхідною умовою при переході до сталого соціально-економічного розвитку.

Підвищення ж ефективності використання наявних обмежених можливостей у виробничій сфері може також слугувати виразом саме інтелектуальної його складової. Виходить, що роль утворення, поширення та застосування принципово нових знань, методів та підходів у соціально-економічній системі – це не тільки конкретна конкурентна перевага а й шлях до еколого-економічної узгодженості.

#### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

Виходячи із отриманих результатів емпіричних перевірок зв'язків між показниками інтелектуальної складової соціально-економічної системи та її впливу на довкілля (прямого чи опосередкованого через використання природних ресурсів), можна зробити

висновок про недостатність інноваційної спрямованості розвитку як такої для забезпечення його сталості. Разом з тим, перспективним напрямком досягнення екологічної збалансованості суспільної діяльності, як і передбачалося, є удосконалення ресурсовикористання шляхом впровадження інноваційних економічно ефективніших технологій. Заміна у виробництві невідновлюваних природних ресурсів на відновлювані нематеріальні є найбільш перспективним серед варіантів нестрогої сталості. Такий процес може слугувати перехідним етапом до оптимізації використання найціннішого природного капіталу з чітким урахуванням його унікальності та незамінності – тобто вже відповідно до умов строгої сталості.

1. *Goodland R. Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable / R. Goodland, H. Daly // Ecological Applications. – 1996. – Vol.6, No.4. – PP. 1002–1010.*
2. *Figuières C. Sustainable Development: Between Moral Injunctions and Natural Constraints / C. Figuières, H. Guyomard, G. Rotillon // Sustainability – 2010. – № 2, – PP. 3608–3622.*
3. *Основи екології. Економіка та управління в природокористуванні : підручник / [Л. Г. Мельник, М. К. Шапочка, О. Ф. Балацький та ін.] ; за заг. ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника та к.е.н., проф. М. К. Шапочки. – Суми : Університетська книга, 2005. – 759 с.*
4. *Вайцзеккер Э. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад Римскому клубу / Э. Вайцзеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс ; пер. с англ. ; под. ред. Г. А. Месяца. – М. : Academia, 2000. – 400 с.*
5. *Knowledge Economy Index and Knowledge Indexes (KAM 2009) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM\\_page5.asp#c5](http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp#c5).*
6. *Footprint for Nations [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/2010\\_NFA\\_data\\_tables.xls](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/2010_NFA_data_tables.xls).*
7. *Resource productivity [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product\\_details/dataset?p\\_product\\_code=TSDPC100](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/dataset?p_product_code=TSDPC100).*

*Отримано 31.03.2011 р.*

***Н.К. Шапочка, П.А. Денисенко***  
**Методы определения интеллектуальной составляющей**  
**устойчивого инновационно направленного развития**

*Работа посвящена исследованию особенностей влияния инновационной направленности развития социально-экономических систем на окружающую среду. Потенциально позитивные и негативные результаты инновационных изменений рассмотрены в контексте понятий строгой и нестрогой устойчивости. Также приведены и проанализированы эмпирические примеры зависимости показателей устойчивого развития европейских стран от интеллектуальной составляющей соответствующих социально-экономических систем.*

*Ключевые слова: инновационно направленное развитие, строгая и нестрогая устойчивость, индекс экономики знаний, «экологический след», ресурсопродуктивность.*

***M.K. Shapochka, P.A. Denysenko***  
**Methods of determination of intellectual component**  
**of sustainable innovatively-targeted development**

*The work is focused on peculiarities of the influence of innovation orientation of the socio-economic systems development on the environment. Potentially positive and negative results of innovative changes are considered in the context of strong and weak sustainability concepts. Also empirical examples are provided and analyzed with sustainable development indicators of European countries being influenced by the intellectual component of the corresponding socio-economic systems.*

*Key words: innovatively-targeted development, strong and weak sustainability, knowledge economy index, “ecological footprint”, resource productivity.*