

Г.О. Статюха, І.М. Джигирей, Н.Є. Теліцина, Б.М. Комариста
 Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

МОНЕТАРИЗАЦІЙНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

© Статюха Г.О., Джигирей І.М., Теліцина Н.Є., Комариста Б.М., 2009

Модифіковано коефіцієнт сталого ресурсоспоживання продукту на основі оцінювання впливу продукційної системи протягом життєвого циклу на природні системи і людину з використанням теорії природного капіталу та монетаризації.

Product sustainable resource consumption coefficient is modified on the basis of assessment of life-cycle impacts on natural systems and human well-being using natural capital theory and monetarization.

Вступ. Компоненти сталого розвитку дають змогу твердити про три типи капіталу: фінансовий, природний й соціальний капітал, які повинні бути належно враховані, оцінені й збалансовані під час розроблення нових або вдосконалювання існуючих продуктів. Можна виділити два основні напрямки оцінювання продукційних систем, екологічний облік та оцінювання життєвого циклу, у межах яких розроблено різноманітні наукові й практичні підходи та методи. Оскільки ключовим елементом створення продукту є економічне оцінювання, необхідно визначити ступінь впливу розроблюваного продукту на екосистеми і людину з економічного погляду. Серед методів економічного оцінювання, які дають змогу врахувати вплив продукційних систем, виділяються такі, як облік загальної вартості, облік повної/дійсної вартості, калькуляція життєвого циклу та екологічна вартість життєвого циклу.

Системні вимоги до оцінювання і керування сталим розвитком, зокрема на рівні продукційних систем, можна задовольнити на основі теорії природного капіталу з використанням ресурсних циклів «споживання – відновлення» [1]. Такий підхід створює перспективу побудови наближеної, але ідеологічно витриманої моделі "кругообігу" ресурсів деякої системи, отримання показника, за допомогою якого можна керувати процесами сталого розвитку на нижніх рівнях.

Новітні розробки і постановка задачі. Серед останніх розробок у напрямку оцінювання впливу продукційних систем на довкілля і людину з використанням грошових одиниць можна відзначити метод «Stepwise 2006», розроблений у міжнародній компанії «2.-0 LCA consultants». Цей метод ґрунтується на характеристичних моделях таких новітніх методів оцінювання впливу продуктів, як «ІМПАКТ 2002+» та «EDIP 2003» [2]. Для монетаризації фізичних одиниць у методі «Stepwise 2006» використані QALYs – якісно скоректовані роки життя (quality adjusted life years) для впливів на людину і BAHYs – скоректовані гектар-роки відносно збереження біорізноманіття (biodiversity adjusted hectare years) для впливів на природні системи. Метод «Stepwise 2006» дозволяє одержати величини впливів продукційної системи протягом життєвого циклу на екосистеми і людину, відображені за допомогою спільної метрики – грошової.

Оскільки баланс потоків продукційної системи зручно оцінювати за допомогою єдиної економічної метрики, то можна побудувати деякий показник продукційної системи, який характеризуватиме здатність системи до відновлення і компенсації використаних ресурсів, відшкодування нанесених збитків тощо, протягом життєвого циклу продукту на основі монетаризаційного підходу. Зокрема, можна відзначити таку розробку, як коефіцієнт сталого ресурсоспоживання продукційної системи, одержуваний на основі оцінювання життєвого циклу [3]:

$$h = \sum_i C_i^U / \sum_j C_j^R, \quad (1)$$

де C_i^U – витрати на використання сировини (видобування, транспортування тощо), на виготовлення й використання продукту (виробництво продукту, доставка споживачу тощо), грн.; C_i^R – витрати на перероблювання відходів, на утилізацію продукту, на технології природного очищення, на виправлення раніше нанесених природі збитків, грн.

Мета роботи – модифікування коефіцієнта сталого ресурсоспоживання для оцінювання впливу продукції на природні системи і здоров'я людини і, отже, визначення природно-відновлювальної характеристики продукційної системи, що є актуальним з погляду намагань світової спільноти з впровадження принципів сталого розвитку на усіх рівнях.

Коефіцієнт сталого ресурсоспоживання продукційної системи. Оцінювання природно-відновлювальної характеристики продукційної системи пропонується виконувати за допомогою порівнювання витрат на «вироблення – споживання – видалення» продукту протягом його життєвого циклу і витрат на відновлення використаних ресурсів, виправлення нанесеної шкоди природним системам й здоров'ю людини.

$$\tilde{h} = (C_R + C_P) / (C_{RD} + C_{HH} + C_{ES}), \quad (2)$$

де \tilde{h} – модифікований коефіцієнт сталого ресурсоспоживання; C_R – витрати на сировину, грн.; C_P – витрати, пов'язані з виробленням, споживанням і видаленням продукту, грн.; C_{RD} – витрати, пов'язані з відновленням енергоресурсів, мінеральних ресурсів тощо, а також додаткова енергія (surplus energy) необхідна в майбутньому на видобування ресурсів, грн.; C_{HH} – витрати, пов'язані з відновленням здоров'я людини, грн.; C_{ES} – витрати, пов'язані з відновленням екосистем, грн. Якщо одержуване відношення «виробничо-споживачьких» витрат до «відновлювальних» витрат \tilde{h} менше від одиниці для розглядуваної продукційної системи, то така система з погляду збереження природно-відновлювального потенціалу є екологічно сталою. Запропонований модифікований коефіцієнт сталого ресурсоспоживання є оцінкою необхідних витрат на підтримання екологічної сталості продукційної системи, і може бути використаний як для порівнювання варіантів продукційних систем, так і для прийняття рішень стосовно розроблення нових продуктів та вдосконалення існуючих.

Оскільки такий інструмент, як оцінювання життєвого циклу [4], передбачає усі виробничі процеси й послуги, пов'язані з продукцією протягом її життєвого циклу, від придбання сировини до кінцевого видалення, то саме на його основі й розраховуватиметься коефіцієнт сталого ресурсоспоживання. У якості основи для подальшого застосування монетаризації скористаємось характеристичною моделлю методу «IMPACT 2002+». Вплив продукційної системи на здоров'я людини відображається в одиницях DALYs – скоректовані роки життя щодо тривалості непрацездатності (disability adjusted life years), а вплив на екосистеми наведений в одиницях $PDF \cdot m^2 \cdot рік = BAHY$, де PDF – частка біорізноманіття, що потенційно може зникнути через певний вплив на екосистему (potentially disappeared fraction).

Результатом другої фази оцінювання життєвого циклу, інвентаризації, є сума входів «з природи» і виходів «в природу» у фізичних величинах (кг, m^2 , m^3 , Бк тощо) для подальшого аналізу й оцінювання впливів продукційної системи на навколишнє середовище, зокрема і на здоров'я людини. І якщо з перетворенням кількості ресурсу використаного протягом життєвого циклу в її економічний еквівалент не виникає значних труднощів, то оцінювання витрат на відновлення вимагає застосування непрямих величин.

Монетаризація. Відомо, що вартість статистичного життя (ВСЖ) передбачає, зокрема, витрати, пов'язані з наслідками впливів на здоров'я: медичні витрати, втрати доходу тощо. Саме цей показник використаний для трансформації величини DALYs, поданої у роках, у грошові одиниці. ВСЖ для США (2008 р.) становить 6.9 млн. дол., для Євросоюзу (2008 р.) – 5.4 млн. дол. Враховуючи гіпотезу про пропорційну залежність ВСЖ і ВВП для жителів різних країн [5], наближено отримуємо ВСЖ для жителів України в розмірі 55 тис. дол. або 450 тис. грн. (2008 р.: ВВП США – 13 164 млрд. дол., ВВП Євросоюзу – 10 637 млрд. дол., ВВП України – 106 млрд. дол.). Враховуючи, що середньостатистична тривалість життя українця на 2008 р. становила 68 років, то вартість року статистичного життя буде 6.6 тис. грн./рік. Отже, помножуючи на 6 600 грн./рік суму років, втрачених через непрацездатність з причини шкідливого впливу певного продукту, отримаємо непрямий грошовий еквівалент витрат на відновлення здоров'я людини. За грошовий еквівалент PDF·м²·рік або ВАНУ приймаємо верхню границю наближеної вартості скоректованого гектар-року – 3 500 євро [6] або, аналогічно перетворенням для DALYs, 300 грн.

Оцінювання екологічної сталості цементу. Виконано оцінювання екологічної сталості двох продукційних систем, звичайного (C 20/25) і морозостійкого бетонів (C 35/45), з отриманням модифікованих коефіцієнтів сталого ресурсоспоживання. Усі розрахунки виконували на функціональну одиницю (ФО) вказаних продукційних систем, а саме 1 м³ бетону. Виробничо-споживацькі витрати охоплюють витрати на ресурси, зокрема енергоресурси, та їх транспортування, витрати на виготовлення і транспортування бетону, витрати на знесення конструкцій. Етапи спорудження й експлуатація виключені з розгляду, оскільки енерговитрати значно коливаються залежно від типу бетонних конструкцій. На основі інвентаризаційних даних [7] визначені витрати на ФО C 20/25 та C 35/45 – 715 грн. та 1062 грн., відповідно. Відновлювальні витрати охоплюють вплив викидів у повітря і воду на здоров'я людини (вплив на органи дихання, виснаження озонового шару, вплив неканцерогенних сполук) та екосистеми (вплив на водні й наземні екосистеми, підкислення ґрунтів). Також враховано виснаження таких енергоресурсів, як кам'яне вугілля, нафта та природний газ за допомогою витрат на додаткову енергію, необхідну в майбутньому на видобування такої самої кількості цих ресурсів. За допомогою бази даних «ІМПАСТ 2002+», яка містить, зокрема, коефіцієнти шкоди сполук здоров'ю людини та екосистемам у розмірностях DALYs/кг та PDF·м²·рік/кг, відповідно, одержані оцінні витрати на відновлення ресурсів, здоров'я людини та екосистем у розмірі 1284 грн. для звичайного та 1619 грн. для морозостійкого бетону. Отже, значення коефіцієнтів становить $\bar{H}_{oc}=0.56$ для C 20/25 та $\bar{H}_{frc}=0.66$ для C 35/45. Тобто, коли виробники і споживачі вкладають звичайного бетону $1/\bar{H}_{oc} \cdot 100\% = 180\%$ від виробничо-споживацьких витрат, наприклад, у альтернативні джерела енергії, охорону здоров'я робітників і споживачів, відновлення і збереження навколишнього природного середовища, така продукційна система була б екологічно сталою ($\bar{H}_{oc} < 1$). Причому, у разі здійснення згаданих заходів, продукційна система звичайного бетону мала б більший ступінь екологічної стійкості або вищий природно-відновлювальний потенціал, ніж продукційна система морозостійкого бетону.

Висновки. Модифіковано коефіцієнт сталого ресурсоспоживання продукту на основі оцінювання впливу продукційної системи протягом життєвого циклу на природні системи і людину з використанням теорії природного капіталу та монетаризації. Одержані й проаналізовані коефіцієнти сталого ресурсоспоживання на прикладі цементів.

1. Статюха, Г.А. Проблемы построения метрик устойчивого развития для системного применения в оценивании взаимодействия общества с окружающей средой [Текст] / Г.А. Статюха, И.Н. Джигирей, Б.Н. Комаристая // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2008. – № 6/4 (36). – С. 19–26. 2. Статюха, Г.О. Зведена методика оцінювання шкідливого впливу продукції на довкілля [Текст] / Г.О. Статюха, І.М. Джигирей, Б.М. Комариста // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2008. – № 1/6 (37). – С. 8–20. 3. Статюха, Г.А. Разработка коэффициента устойчивого ресурсосбережения на основе оценки жизненного цикла [Текст] / Г.А. Статюха, И.Н. Джигирей, Б.Н. Комаристая // *Матеріали І наук.-практ. конф. з міжн. участю «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях», Черкаси, 12-16 травня 2008 р.: тези доповідей* / [заг. ред. Г.О. Статюха, В.І. Унрод]. – Черкаси: Вид-во «Черкаський ЦНТЕІ», 2008. – С. 228–230. 4. ДСТУ ISO 14040:2004. Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:1997, IDT) / В. Лозанський. – Офіц. вид. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – IV, 10с. – (Національний стандарт України). 5. Сталій розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем [Текст]: Навч. посібник / Н.В. Караєва, Р.В. Корпан, Т.А. Коцько та ін.; за заг. ред. І.В. Недіна. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 384 с. 6. Weidema, B.P. Using the budget constraint to monetarise impact assessment results [Text] / Bo Pedersen Weidema // *Ecological Economics*. – 2009. – 6 (68). – PP. 1591–1598. 7. Sjunnesson, J. Life Cycle Assessment of Concrete [Electron. resource]: master thesis / J. Sjunnesson. – Sweden, 2005. – Access link: <http://www.cementenbeton.nl>.

УДК 664.8.047

К.М. Назаренко, Ю.Ф. Снежкін, О.Г. Зубрій, Ж.О. Петрова
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ КАРОТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

© Назаренко К.М., Снежкін Ю.Ф., Зубрій О.Г., Петрова Ж.О., 2009

Подано результати експериментальних досліджень конвективного сушіння каротиновмісної сировини та відносні коефіцієнти сушіння для визначення тривалості процесу.

There are represented results of experimental researches of convection drying of vegetative materials and relative drying coefficients to determine duration of the process.

Актуальність роботи. Забруднення довкілля різноманітними речовинами спричиняє проблему створення харчових продуктів, які підвищують опір організму шкідливим факторам. Найактуальнішою ця проблема є в Україні у зв'язку з аварією на ЧАЕС, тому виробництво продуктів радіозахисної та імуномодулюючої дії є особливо актуальним. Основою виробництва таких продуктів може бути рослинна сировина, в якій містяться біологічно активні речовини, що навіть у незначній кількості позитивно впливають на організм людини. Багато таких цінних речовин втрачається у разі перероблення та зберігання овочів і фруктів.

Особливо цінними в рослинній сировині є каротинові речовини, з яких під час гідролізу утворюється вітамін А (ретинол). Він перешкоджає утворенню в крові холестерину й жиркових відкладень на стінках кровоносних судин, зміцнює імунну систему організму, має протипухлинну, антиканцерогенну, антимуtagenну, антиінфекційну та антистресову дію [1].

За результатами останніх досліджень встановлено, що вживання зеленої пряно-ароматичної сировини та свіжих овочів не забезпечує організм в достатній кількості вітаміном А. Важливим