

УДК 502.174(477)

С. М. Фролов,  
д. е. н., професор, професор кафедри фінансів і кредиту,  
Сумський державний університет, м. Суми  
О. О Білопільська,  
аспірант,  
Сумський державний університет, м. Суми

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

*У статті досліджено історичні аспекти розвитку методу оцінки життєвого циклу. Здійснено порівняння умов застосування методу оцінки життєвого циклу для продукції і для системи управління відходами. Подана характеристика основних етапів проведення оцінки життєвого циклу. Авторами зроблено висновок, що метод оцінки життєвого циклу є аналітичним засобом, який має перспективи застосування в Україні з метою обґрунтованого вибору між різними технологіями утилізації відходів, що дозволить здійснювати комплексне управління відходами і забезпечить стійкий розвиток усіх сфер діяльності.*

*The article examines the historical aspects of the life-cycle assessment method development. The comparison of method implementation conditions is made life-cycle assessment for the product and for the waste management system. Characteristics are given for the main stages of the life-cycle assessment. The authors made a conclusion that the method of life-cycle assessment is an analytical tool that has prospects of application in Ukraine for the well-grounded choice between different waste management technologies that will support a comprehensive waste management and will provide sustainable development in all spheres of activity.*

**Ключові слова:** метод оцінки життєвого циклу відходів, система управління відходами, тверді побутові відходи.

**Keywords:** life cycle assessment of waste, waste management system, municipal solid waste.

**Постановка проблеми.** Одним із головних наслідків сучасного соціально-економічного розвитку суспільства є постійне зростання об'ємів твердих побутових відходів і проблеми, котрі безпосередньо пов'язані з ними. Країни Європейського Союзу вже досягли передових стандартів світових концепцій управління відходами. В Україні використовують найбільш неефективний спосіб поводження з відходами – захоронення відкритим способом, що призводить до забруднення навколишнього середовища та втрати енергетичних і матеріальних ресурсів, котрі містяться у відходах. Тому ситуація вимагає радикального перегляду і оптимізації існуючої системи управління твердими побутовими відходами. Здійснити оцінку системи управління відходами з урахуванням аналізу впливу на навколишнє середовище для виявлення процесів, які вимагають оптимізації, дозволяє методологія оцінки життєвого циклу.

**Аналіз досліджень і публікацій.** На сьогодні метод оцінки життєвого циклу (Life-Cycle assessment, LCA) є одним з провідних інструментів екологічного менеджменту в країнах Європейського Союзу, заснованому на серії ISO-стандартів і призначеному для оцінки еколого-економічних і соціальних аспектів та впливу на навколишнє середовище в системах виробництва продукції та утилізації відходів. Дослідження, присвячені застосуванню інструментів оцінки життєвого циклу для аналізу стійкого розвитку та регіональних систем управління відходами виконані в працях закордонних вчених, таких як У. Гелбман, Д. Гуїні, Х. Кламפל-Пернольд, О. Уланова. В фундаментальних роботах вітчизняних учених, зокрема О. Балацького, О. Веклич, Г. Виговської, Т. Галушкіної, С. Догунцова, В. Міщенко, І. Синякевича, та інших, ґрунтовно досліджені питання, пов'язані з інструментами екологічного менеджменту.

**Метою даної статті** є дослідження передумов використання методології оцінки життєвого циклу в системі управління відходами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) являється відносно молодим методом, хоча підходи і дослідження життєвих циклів можна знайти в старих літературних джерелах. Перші дослідження, які на сьогодні визнані, розпочалися з кінця 1960-х і початку 1970-х років, періоду, в якому екологічні проблеми, такі як ефективність використання ресурсів та енергії, боротьба з забрудненням, і питання твердих побутових відходів стали питаннями широкої громадської стурбованості. Одне з перших (не опублікованих) досліджень було проведено Науково-дослідним інститутом США (Midwest Research Institute (MRI) для компанії Coca-Cola в 1969 році, з ціллю порівняння різних видів пакувальних матеріалів за двома екологічними параметрами: генерування відходів та об'єми використаних природних ресурсів. Далі на основі проведених досліджень, одне з яких відбулося в 1974 році, де MRI за замовленням Агентства по охороні навколишнього середовища США розробив проект для порівняння декількох видів упаковки і аналогічного дослідження, проведеного компанією Basler & Hofman в Швейцарії, був розпочатий розвиток методології оцінки життєвого циклу. На той час використовувався термін – аналіз ресурсів та екологічного профілю (REPA – Resource and Environmental Profile Analysis). [7, p. 90 - 91]

У 1984 році Швейцарська федеральна лабораторія тестування матеріалів і Швейцарське федеральне агентство по охороні навколишнього середовища опублікували доповідь, в якій представили повний список даних, необхідних для дослідження оцінки життєвого циклу, де вперше був застосований термін оцінка життєвого циклу. [5, с. 2 - 3]

В період 1970 - 1990 років дослідження методології оцінки життєвого циклу широко відрізняються за підходами, термінологією і результатами. Даний період характеризується відсутністю чіткого міжнародного наукового обговорення та обміну результатами досліджень. Отримані результати сильно відрізнялися, навіть коли об'єктами дослідження були одні й ті ж дані.

З початку 1990-х років розпочинається координація діяльності в науковому світі, проводяться семінари і форуми, видаються наукові журнали присвячені даній тематиці. В 1993 році Міжнародна організація стандартів (ISO) та Товариство екологічної токсикології та хімії в роботі «Кодекс практики» дали визначення оцінки життєвого циклу. Визначення, дані Міжнародною організацією стандартів, мають таке формулювання: «життєвий цикл: послідовні і взаємопов'язані стадії життєвої системи продукту чи процесу, починаючи від видобування природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів», «оцінка життєвого циклу: збір інформації, зіставлення і оцінка вхідних потоків, а також можливого впливу на навколишнє середовище протягом всього життєвого циклу». [7, p. 90 - 91]

В розроблених міжнародних стандартах Міжнародною організацією стандартів здійснено уніфікацію методології оцінки життєвого циклу, що дає можливість для порівняння проведених досліджень. На сьогодні існують два міжнародні стандарти:

- ISO 14040:2006. Екологічний менеджмент – Оцінка життєвого циклу – Принципи і структура (Environmental management - Lifecycle assessment - Principles

and framework);

- ISO 14044:2006. Екологічний менеджмент – Оцінка життєвого циклу – Принципи і настанови (Environmental management - Life cycle assessment Requirements and guidelines).

Основна ціль проведення оцінки життєвого циклу – це отримання вичерпної оцінки екологічного впливу, котра є основою для прийняття економічних, технічних та соціальних рішень. Проте вчені відмічають, що сама оцінка не вирішує екологічних проблем, а лише дає надійну інформацію для обґрунтованого їх вирішення. [5, с.4]

Відповідно до ISO 14040 оцінка життєвого циклу складається з чотирьох етапів:

**1. Визначення цілей і сфери застосування.** При визначенні цілей і сфери застосування слід встановити мету дослідження і межі досліджуваної системи (часові та просторові), описати використовувани джерела даних, а також методи, що застосовуються для оцінки екологічних впливів, і обґрунтувати їх вибір. Однак, на наступних етапах може виникнути необхідність переглянути і скоригувати прийняті параметри, наприклад звзяти межі чи кількість розглянутих екологічних впливів при нестачі інформації.

**2. Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу.** Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (life cycle inventory analysis) являє собою найбільш тривалий і витратний етап, на якому збираються дані про вхідні і вихідні потоки матерії та енергії, залучені у виробництво. Для їх обліку виробнича система підрозділяється на окремі модулі, виходячи зі стадій життєвого циклу продукції (видобуток сировини, отримання напівфабрикатів, виготовлення, реалізація, використання, утилізація продукту). Крім цього, в межах деяких стадій, особливо складних у технологічному плані, можуть бути виділені модулі, відповідні одиничним виробничим процесам. Важливо, при проведенні інвентаризаційного аналізу врахувати всі супутні життєвому циклу продукції транспортні перевезення, як між окремими етапами життєвого циклу (наприклад, від постачальника сировини до виробника), так і в їх межах (наприклад, в цехах підприємства).

**3. Оцінка впливу протягом життєвого циклу.** Оцінка впливу протягом життєвого циклу (life cycle impact assessment), тобто оцінка потенційних впливів на навколишнє середовище, проводиться за результатами інвентаризаційного аналізу і є методологічно найскладнішим і тому найбільш спірним етапом ОЖЦ. В даній фазі ОЖЦ в першу чергу важливо упорядкувати зафіксовані на попередньому етапі екологічні впливи по так званим категоріям впливів (споживання мінеральних ресурсів і енергії, утворення токсичних відходів, руйнування озонового шару стратосфери, парниковий ефект, зниження біологічного різноманіття, збиток здоров'ю людини та ін.). Далі, необхідно кількісно охарактеризувати кожну з категорій і зіставити ці різнопланові впливи, щоб відповісти на питання, яке з них завдає найбільшої шкоди навколишньому природному середовищу (наприклад, викиди парникових газів або ерозія ґрунтів). Для оцінки впливу розроблений ряд методик (і відповідних програмних продуктів), жодна з яких не є універсальною і не позбавлена суб'єктивізму.

**4. Інтерпретація життєвого циклу.** Завданням останнього етапу ОЖЦ є інтерпретація життєвого циклу (life cycle interpretation) є розробка рекомендацій щодо мінімізації шкідливих впливів на навколишнє середовище. Поліпшення екологічних характеристик продукції завдяки врахуванню рекомендацій ОЖЦ в кінцевому підсумку несе з собою безліч екологічних (наприклад, зниження матеріало- та енергоємності продукту) і економічних переваг (наприклад, економія коштів на закупівлю сировини, підвищення попиту з боку екологічно свідомого споживача, поліпшення економічного іміджу підприємства та ін.). [5, с.3-5; 1; 2]

Хоча процес ОЖЦ складається з чотирьох послідовних етапів, ОЖЦ є повторюваною процедурою, в якій досвід, отриманий на більш пізньому етапі, може служити в якості зворотнього зв'язку, що веде до зміни одного або декількох більш ранніх етапів процесу оцінки.

Питання для яких цілей використовується ОЖЦ є одним з ключових для мотивації будь-якої організації, що приймає рішення про фундаментальні зміни у виробництві, дизайні продукту або управлінні організацією. Основними причинами проведення ОЖЦ для продукту або послуги є:

- бажання організації зібрати інформацію про екологічний вплив продукту або послуг, з метою виявлення можливостей для зменшення їх впливу на навколишнє середовище;

- роз'яснення споживачам найкращих способів використання та кінцевої утилізації продукції;

- збір інформації для підтримки та забезпечення екосертифікатів (наприклад, для отримання знаку екомаркування).

Сьогодні метод ОЖЦ знаходить все більш широке практичне застосування в різних галузях. Крім прямого застосування для оцінки продукції, також ОЖЦ використовується в більш широкому контексті для розробки складних бізнес-стратегій, державної політики щодо різних сторін життя суспільства. [5, с. 6].

Зазвичай оцінка життєвого циклу сфокусована на виробництві продукції, на стадії її використання, а відходи найчастіше залишаються за межами досліджуваної системи, для якої розраховується вплив на навколишнє середовище. Тому для оцінки життєвого циклу відходів навпаки цілком дослідження є продукція котра стала відходами. За останнє десятиліття, при дослідженні в області управління відходами почала використовуватися дана методологія при виборі найбільш прийнятних рішень що до їх утилізації.

Необхідно зазначити, що системи, котрі аналізуються в оцінці життєвого циклу управління відходами, мають складну структуру, оскільки поводження з відходами є складною системою, й до того ж в процесі оцінки розглядаються й інші пов'язані з нею системи, такі як виробництво енергії, виробництво продукції із вторинної сировини і т. д. В таблиці наведені відмінності, на які необхідно звернути увагу при проведенні оцінки даних систем (табл. 1). [5, с.6-7]

**Таблиця 1.**

**Порівняння умов застосування методу оцінки життєвого циклу для продукції і для системи управління відходами:**

<b>Продукція</b>	<b>Відходи</b>
ОЖЦ може бути використано для оптимізації життєвого циклу конкретного продукту, зазвичай в рамках інфраструктури системи (система виробництва енергії, транспортна система, система управління твердими відходами).	ОЖЦ використовується для оптимізації інфраструктури систем для управління відходами.
ОЖЦ була застосована спочатку для продукції (в 80-ті роки).	ОЖЦ стала застосовуватися пізніше (у 90-ті роки).
Функціональна одиниця визначається за призначенням продукту (наприклад, прання одягу, або доставка певної ваги або обсягу продукту споживачеві).	Зазвичай функціональна одиниця має визначену величину в кількості утворюваних відходів, як правило - 1 тонна на 1 жителя.
Межі системи включають видобуток сировини, виробництво з неї продукту, продаж продукту, використання продукту і його утилізацію.	Межі системи починаються з того моменту, коли матеріали (продукти) стають відходами. У систему включаються всі стадії поводження з відходами (починаючи зі збору та транспортування і закінчуючи переробкою чи захороненням).
ОЖЦ застосовується тими, хто може управляти розробкою продукту, його виробництвом і ринком збуту.	ОЖЦ застосовується тими, хто планує систему управління твердими відходами.

Поводження з відходами має зазвичай вплив на стійкий розвиток регіону, тому комплексне управління відходами має бути організовано таким чином, що є екологічно ефективним, економічно доступним і соціально прийнятним. Отже, система управління відходами з організаційної точки зору додає ще й соціальну складову. В дослідженнях зарубіжних вчених зроблено висновок, що на сьогодні головним недоліком методу оцінки життєвого циклу є те, що він визначає екологічні наслідки поводження з відходами, але не розглядає довгострокову стійкість як до економічних так і до соціальних наслідків. В сучасних дослідженнях ключовим питанням є спроба інтегрувати соціальні чинники до оцінки життєвого циклу відходів. [6, с.154]

В Україні використовують найбільш неефективний спосіб поводження з відходами – захоронення відкритим способом, що призводить до забруднення навколишнього середовища та втрати енергетичних і матеріальних ресурсів, котрі містяться у відходах. Тому ситуація вимагає радикального перегляду і оптимізації існуючої системи управління твердими побутовими відходами (ТПВ). Для вирішення задачі оптимізації системи управління відходами в кожному регіоні, котра включає методи утилізації, які повинні відповідати вимогам економічного, екологічного і соціального характеру, необхідно провести порівняльний аналіз альтернативних технологій утилізації в регіональному розрізі. Найбільш оптимальною є система, яка забезпечує зниження і запобігання утворення відходів шляхом розвитку і зміни виробничих систем, і захоронення відходів розглядається як найменш прийнятний метод поводження з відходами. Відповідно до ієрархічного порядку поводження з відходами повторне використання і переробка відходів як вторинних матеріальних ресурсів є першочерговим методом, тоді як захороненню повинні підлягати лише ті відходи, котрі не можуть бути використані і перероблені існуючими технологіями. [4, с. 42]

Проте, незважаючи на переваги, ієрархія методів поводження з відходами має ряд обмежень. Аналізуючи регіональні умови, може виявитися, що економічно виправдані є використання відходів у якості енергетичних ресурсів, оскільки дані умови забезпечені сучасним розвитком вже існуючого промислового комплексу

(сталювання, для опалення житлових комплексів; залучення до цементної промисловості і т. д.). Тому вибір тих чи інших методів поводження з відходами повинен ґрунтуватися на дослідженні цілісної системи управління відходами, з урахуванням регіональних умов, таких як:

- складу і властивостей твердих побутових відходів, їх змін за сезонами року;
- річних обсягів утворення твердих побутових відходів;
- кліматичних умов;
- потреби в органічних добривах, енергетичних ресурсах і вторинній сировині;
- економічних факторів. [3]

Оцінка життєвого циклу для системи управління відходами може проводитися за двома напрямками. Перший напрям – це оцінка потенційного екологічного впливу різних технологій утилізації відходів з ціллю оцінки їх загальної екологічності і виявлення процесів і стадій, котрі вимагають оптимізації. Другий напрям – аналіз різних альтернативних систем управління відходами для досягнення цілей стійкого розвитку і визначення напрямів для розвитку екологічних стратегій.

При адаптації та застосуванні методу оцінки життєвого циклу відходів в Україні важливо дослідити два питання: 1) як зміниться об'єм утворюваних відходів і їх склад та 2) яких результатів можна досягти при використанні роздільного збору відходів. Прогнозування об'єму і складу відходів – це перший крок до планування і оптимізації системи управління відходами, оскільки це впливає на розмір фінансування та вибір технологій утилізації, котрі спрямовані на максимальне використання ресурсного потенціалу відходів.

Програмне забезпечення для оцінки життєвого циклу не використовується в Україні, тому що немає якісних статистичних баз даних, і відкритої екологічної інформації. Для прогнозування об'ємів накопичення відходів можливим є використання програмного продукту розробленого Віденським університетом агрокультури – Forecasting municipal waste generation in European cities. [4, с. 43] Метою створення даного програмного продукту, є визначення норм зростання об'ємів утворюваних відходів в рік на одного жителя та загального об'єму відходів. Для розрахунку величини об'єму відходів, котрі потенційно можливо виділити за допомогою роздільного збору, використовують норми виділення відходів за видами. Але враховуючи, що в Україні відсутній успішний досвід роздільного збору ТПВ, доцільним є використання норм, котрі були досягнуті в країнах Східної та Центральної Європи.

Отримавши величини потоків відходів при роздільному зборі, для кожного регіону розробляються системи управління твердими побутовими відходами, котрі відображають варіанти повного використання зібраних відходів. Екологічна оцінка порівнюваних систем, полягає в аналізі впливів на навколишнє середовище кожної досліджуваної системи.

Економічну та соціальну оцінку регіональних систем, нами пропонується здійснювати на основі наступних критеріїв. Критерії економічної оцінки:

- економічна ефективність: оцінка капітальних та експлуатаційних витрат; вартість утилізації відходів на одну тону відходів, на одну людину чи сім'ю; прибуток від реалізації відновлених матеріальних ресурсів та енергії; частка покриття збитків від діяльності, доходами від реалізації відсортованих відходів;
- тарифна доцільність: розмір платежів на 1 жителя в % від розміру середньої заробітної плати, розмір платежу в % від розміру мінімальної заробітної плати (за оцінками ООН – 1,5%, від середньої заробітної плати по країні, може бути використано, як платіж за послуги у сфері управління відходами).

Всі критерії соціальної оцінки доцільно розділити на 3 групи:

- індикатори пов'язані з екологічними аспектами: зниження – негативного впливу на навколишнє середовище, ризиків для здоров'я, величини земельних ресурсів, використовуваних для захоронення відходів;
- індикатори котрі характеризують приділення уваги населенням проблеми, оскільки при роздільному зборі, збільшується час на сортування відходів, індивідуально кожним громадянином, виникає необхідність розширення площ, відведених для розміщення контейнерів, збільшення кількості самих контейнерів;
- індикатори, третьої групи, найменше пов'язані з самою системою, і їх зміна визначається факторами інших груп – шум, місце розташування контейнерів, можливість під'їзду до контейнерів, тимчасова неможливість руху транспорту, при загрузці відходів.

Оцінка соціальних та економічних аспектів дозволяє врахувати внутрішні процеси системи управління відходами з точки зору всіх зацікавлених сторін, оскільки основною перешкодою для розвитку сфери управління відходами є відмова інвесторів фінансувати переробку відходів, через занижкі тарифи, котрі сплачує населення, та відсутність сприятливих умов, котрі повинна гарантувати держава ефективною законодавчою базою.

**Висновок.** В статті досліджено метод оцінки життєвого циклу і показана можливість застосування даного методу для системи управління відходами, з метою порівняння різних систем управління відходами для визначення найбільш прийнятної в конкретному регіоні. За результатами дослідження зроблено висновок, що метод заслуговує уваги зі сторони українського природоохоронного сектору, оскільки являється важливим аналітичним засобом для обґрунтування вибору між різними технологіями утилізації, і має доведену достовірність отриманих результатів.

#### Література:

1. ISO (2006a): Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. ISO 14040. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=37456](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=37456)>
2. ISO (2006b): Environmental management – life cycle assessment – requirements and guidelines. ISO 14044. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=38498](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38498)>
3. Погрібний І.Я. До питань системного поводження з твердими побутовими відходами/ І.Я. Погрібний// Електронний журнал «Ефективна економіка». – 2013. – №1. – Режим доступа: <<http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1709>>
4. Тульхонова А.В. Сценарии оптимизации управления отходами/ А.В. Тульхонова. О.В. Уланова// Твердые бытовые отходы. – 2012. – №11.
5. Уланова О.В. Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами/ О.В. Уланова, В.Ю. Старостина// Электронный научный журнал «Современный проблемы науки и образования». – 2012. – № 4.
6. Gelbmann U., Klampf-Pernold H. Applying Life Cycle-Oriented Tools for Analysing the Sustainability of a Regional Waste Management System/ U. Gelbmann, H. Klampf-Pernold// Regional Development Dialogue, Vol.31, – № 2, – Autumn 2010.
7. Guinee J.B. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future/ J.B. Guinee, R. Heijungs, G. Huppes, A. Zamagni, P. Masoni, R. Buonamici, T. Ekvall, T. Rydberg// Environmental Science & Technology. – Vol. 45, № 1, – 2011.

*Стаття надійшла до редакції 20.02.2013 р.*



ТОВ "ДКС Центр"