

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-359-15>

УДК 677:504.062:65.011.56

ІВАНІШЕНА ТЕТЯНА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-3206-9307>e-mail: ivanishenat@khmnu.edu.ua**НАДОПТА ТЕТЯНА**

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-9338-7827>e-mail: nadoptate@khmnu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЗА ISO 14040/14044 ТА ЇЇ ГАЛУЗЕВА АДАПТАЦІЯ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

У статті розглянуто методологічні засади оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) відповідно до стандартів ISO 14040 та ISO 14044 та обґрунтовано потребу їх адаптації до умов легкої промисловості, зокрема текстильного, швейного та взуттєвого виробництва. Робота підкреслює значення комплексної оцінки впливу продукції протягом усього життєвого циклу як інструменту сталого розвитку та стратегічного екологічного менеджменту. Особливу увагу приділено методологічним викликам, пов'язаним зі складними ланцюгами постачання, високою матеріало- та енергоємністю, використанням хімічних речовин та значною невизначеністю даних. Показано критичну роль вибору функціональної одиниці, встановлення меж системи, забезпечення частки первинних даних, моделювання хімічних процесів та урахування регіональної специфіки при оцінці водного та токсичного впливу. Наголошено, що стадія використання може формувати до 96% загального екологічного навантаження для багатьох текстильних виробів. Запропоновано модифіковану структуру ОЖЦ-моделі для легкої промисловості, яка включає додаткові галузеві індикатори: водний дефіцит, хімічне навантаження, викиди мікропластику та довговічність продукції. Підкреслено необхідність аналізу чутливості та оцінки невизначеності для забезпечення прозорості і відповідності вимогам ISO. Окремо розглянуто важливість гармонізації досліджень ОЖЦ із європейськими правилами PEFCR для одягу та взуття, що сприяє підвищенню порівнянності результатів та уникненню методологічної варіативності чи грінвошингу. Зроблено висновок, що адаптовані методики ОЖЦ є ключовими для еко-дизайну, ресурсної оптимізації, екологічної модернізації та конкурентоспроможності підприємств легкої промисловості.

Ключові слова: сталі виробничі технології, еколого-технологічна оптимізація, циркулярна економіка.

IVANISHENA TETIANA, NADOPTA TETIANA

Khmelnytskyi National University

FEATURES OF THE ISO 14040/14044 LIFE CYCLE ASSESSMENT METHODOLOGY AND ITS INDUSTRY-BASED ADAPTATION IN LIGHT INDUSTRY

The article examines the methodological foundations of Life Cycle Assessment (LCA) according to ISO 14040 and ISO 14044 and substantiates their industry-specific adaptation for the light industry, particularly textile, clothing and footwear production. The study highlights the importance of full-cycle environmental evaluation as a key instrument for sustainable product development and strategic environmental management. Special attention is paid to methodological challenges arising from complex supply chains, high material and energy consumption, chemical-intensive processes, and data uncertainty typical for textile manufacturing. The paper systematizes the four classical LCA stages—goal and scope definition, inventory analysis, impact assessment, and interpretation—and analyses their practical implementation under real production conditions. It emphasizes critical issues such as functional unit selection, system boundary definition, acquisition of primary data, modeling of chemical processes, and the need for geographically specific indicators for water and toxicity assessment. Considerable focus is placed on the role of the use phase, which may contribute up to 96% of the total environmental impact for some textile products. The study proposes a modified LCA structure tailored for the light industry, integrating additional sector-relevant indicators: water scarcity footprint, chemical load, microplastic release, and durability. It also outlines the importance of sensitivity analysis and uncertainty evaluation to ensure methodological transparency and compliance with ISO requirements. The discussion highlights the necessity of harmonizing ISO-based LCA studies with EU Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for apparel and footwear to enhance comparability and prevent methodological variability or green washing. The article concludes that adapted LCA methodology can significantly improve sustainable design, resource optimization, eco-modernization and environmental competitiveness of enterprises in the light industry sector.

Keywords: sustainable production technologies, ecological and technological optimization, circular economy.

Стаття надійшла до редакції / Received 22.10.2025

Прийнята до друку / Accepted 17.11.2025

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Оцінювання життєвого циклу (ОЖЦ, Life Cycle Assessment, LCA) є невід'ємним елементом сучасного екологічного управління та сталого розвитку. Це науково обґрунтована та стандартизована методологія, призначена для кількісної оцінки екологічних аспектів продукту чи послуги протягом усіх стадій їхнього життєвого циклу [1]. Використання ОЖЦ сигналізує про стратегічний відхід від класичного екологічного регулювання, яке історично фокусувалося лише на викидах з виробничих процесів ("end-of-pipe"), до всебічного аналізу, що охоплює сировинну базу, виробництво, транспортування, використання та утилізацію.

Для організацій у всіх секторах, включаючи виробництво, роздрібну торгівлю та послуги [2],

впровадження принципів ОЖЦ має значні економічні та стратегічні переваги. Насамперед, це сприяє зниженню загального екологічного впливу та просуванню сталості. На операційному рівні, аналіз допомагає виявити неефективність процесів, мінімізувати надмірне використання матеріалів та скоротити утворення відходів, що безпосередньо призводить до зниження витрат. Крім того, наявність верифікованих даних ОЖЦ суттєво зміцнює імідж бренду та відкриває нові ринки завдяки відповідності міжнародно визнаним стандартам сталості.

Аналіз досліджень та публікацій

Серія стандартів ISO 14040 є провідним міжнародним орієнтиром для проведення ОЖЦ [3]. Ці стандарти формують певну базу, забезпечуючи послідовність, надійність та довіру до процесу оцінювання [4]. В Україні ці вимоги гармонізовані через національні стандарти, такий як ДСТУ ISO 14040:2013 [5].

Фундаментально, серія складається з двох ключових, але функціонально відмінних стандартів:

1. ISO 14040: Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура. Цей стандарт описує загальні принципи та рамки (principles and framework) для проведення ОЖЦ. Він охоплює всі чотири фази методології ОЖЦ: визначення мети і обсягу, аналіз інвентаризації, оцінка впливу та інтерпретація. Його головна роль — надавати структурне керівництво для досліджень ОЖЦ у будь-якому секторі [6].

2. ISO 14044: Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Вимоги та настанови. Цей стандарт є більш деталізованим та практичним. Він специфікує детальні вимоги та надає настанови (specifies requirements and provides guidelines) щодо виконання ОЖЦ. ISO 14044 встановлює жорсткі правила щодо методологічного вибору, якості даних, звітності та критичного огляду. Практики використовують його для забезпечення того, щоб їхні розрахунки відповідали науковим, прозорим та порівняним критеріям [6].

Спільне застосування цих двох стандартів гарантує, що дані про вплив на навколишнє середовище є послідовними, прозорими та верифікованими, що є критично важливим для прозорості та відповідності регуляторним вимогам.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: аналіз методологічних положень стандартів ISO 14040 та ISO 14044, систематизація ключових етапів і процедур оцінки життєвого циклу продукції, а також обґрунтування підходів до їх галузевої адаптації для умов легкої промисловості з урахуванням специфіки технологічних процесів та матеріальних потоків.

Виклад основного матеріалу

Проведення ОЖЦ є циклічним та ітеративним процесом, що складається з чотирьох чітко визначених етапів, як це визначено в ISO 14040 та ISO 14044 [7]. Ці етапи є взаємозалежними, а результати інтерпретації можуть вимагати перегляду попередніх етапів [8].

Перший етап є базовим. Він встановлює "що" (мету) і "де" (обсяг) дослідження.¹⁰ Чітке визначення цих елементів є життєво важливим, оскільки помилка на цьому етапі може викликати виникнення похибки дослідження на понад 20% [9].

Ключовими елементами цього етапу є визначення мети, визначення функціональної одиниці (ФО), встановлення меж системи, вимоги щодо виключень. Системні межі визначають, які етапи життєвого циклу продукту включені до оцінки та суттєво впливають на результати. У таблиці 1 наведено поширені типи меж та їх особливості для етапів життєвого циклу, які вони охоплюють [10].

Таблиця 1

Поширені типи меж систем в оцінці життєвого циклу у легкій промисловості

Тип межі	Визначення	Включення
Від колиски до воріт	Від видобутку сировини до воріт заводу (без урахування використання/утилізації)	Постачання матеріалів, виробництво
Від колиски до могили	Повний життєвий цикл від видобутку ресурсів до кінця терміну служби	Всі етапи: від сировини до утилізації
Від колиски до колиски	Це включає циклічні потоки з переробкою або повторним використанням після закінчення терміну служби	Всі етапи + реінтеграція у виробництво

Етап 1 є критичною точкою. Якщо компанія обирає межі "Cradle-to-Gate" для порівняльних досліджень, вона повинна розуміти, що для текстилю етап використання може становити від 31% до 96% загального впливу, переважно через процеси прання та сушіння [11]. Таким чином, виключення цього етапу, якщо вони істотно змінюють висновки (наприклад, порівняння різних волокон), прямо суперечить вимогам ISO 14044 щодо уникнення зміщення навантаження.

Етап 2 - Аналіз інвентаризації є найбільш трудомісткою фазою ОЖЦ [8], де кількісно визначаються всі матеріальні, енергетичні та водні потоки, а також емісії у довкілля, пов'язані з продуктовою системою. Ключовими процедурами цього етапу є:

1. Збір та валідація. Для забезпечення високої надійності даних, стандарт ISO 14044 вимагає, щоб принаймні 50% даних було первинним [9], тобто виміряним безпосередньо на підприємстві чи в процесі. Дані, що стосуються стадії використання (наприклад, середня частота використання, споживання води та енергії), можуть походити з опитувань споживачів або припущень виробника [1].

2. Розподіл. Якщо процес має кілька виходів або функцій (багатофункціональні процеси), потоки необхідно розподілити між цими функціями на основі чітко визначених процедур. Вибір методу розподілу є

ключовим методологічним рішенням, яке впливає на фінальні результати [12].

3. Зв'язування з функціональною одиницею.

Висока вимога щодо частки первинних даних (50%) створює значний виклик у галузях зі складними глобальними ланцюгами постачання, такі як легка промисловість. Практична неможливість отримати прямі вимірювання з кожного субпідрядника по всьому світу призводить до залежності від загальних даних, що підвищує методологічну варіативність [12]. Це збільшує рівень невизначеності результатів, що ускладнює досягнення цільової низької межі похибки, необхідної для міжнародної прозорості.

Специфіка технологічних процесів легкої промисловості в контексті ОЖЦ полягає у

1. Особливостях матеріальних потоків: натуральні, синтетичні та змішані волокна; хімічні матеріали, барвники.

2. Технологічних особливостях: водо- та енергоємність; токсичність і екологічна небезпечність процесів; швейні та оздоблювальні операції.

3. Проблемних аспектах формування ОЖЦ-моделі для виробів легкої промисловості: збирання точних даних; багатостадійність виробництва; складність оцінки кінцевої утилізації.

Етап 3 - Оцінка впливу життєвого циклу полягає в перетворенні великого обсягу даних інвентаризації на кількісні індикатори потенційних екологічних впливів [13]. Основним ключовим кроком тут є вибір категорій впливу, які повинні відображати комплексний набір екологічних проблем, пов'язаних із досліджуваною продуктовою системою. Для легкої промисловості це зазвичай включає глобальне потепління, ацидифікацію, евтрофікацію, землекористування та водний слід [14]. Категорії повинні бути адаптовані до географічного регіону дослідження [7]. У подальшому під час класифікації такі результати групуються у вибрані категорії впливу відповідно до їхніх відомих екологічних ефектів. На останньому кроці цього етапу здійснюється характеристика, де кількісні результати класифікації трансформуються у показники категорії впливу за допомогою факторів характеристики.

Етап 4 - Інтерпретації результатів є інтеграційним, забезпечуючи підсумкове резюме та оцінку надійності всього дослідження [7].

Стандарти ISO 14040 та ISO 14044 можуть в повній мірі застосовуватися до виробів легкої промисловості, включаючи текстиль, одяг та взуття [4]. Однак складність ланцюга постачання та унікальний розподіл екологічного навантаження вимагають особливої уваги до методологічних підходів.

Легка промисловість (текстиль, одяг, взуття, аксесуари тощо) часто використовує велику кількість сировини (натуральні та синтетичні волокна, хімічні речовини, барвники), енергію, воду, має значні обсяги відходів на стадії виробництва та після використання. Екологічна оцінка життєвого циклу допомагає врахувати ці аспекти комплексно. Споживчі товари швидко змінюються, часто оновлюються, а ОЖЦ допомагає оцінити реальний «екологічний слід» продуктів, потенціал для екологізації виробництва, оптимізації матеріалів, переробки, циркулярної економіки.

Використання результатів ОЖЦ може бути корисним для екологічного маркування, еко-декларацій, підвищення прозорості для споживачів і ринкової конкурентоспроможності. Наприклад, завдяки ОЖЦ та ISO 14025 — формується екологічна продуктова декларація (EPD) для продукції [15].

Такі особливості виробництва та виробів легкої промисловості вимагають галузевої адаптації стандартів ISO 14040/14044 та обмеження базової методики. До адаптованих критеріїв та показників потрібно включати водний слід, енергетичний профіль, токсикологічні показники та довговічність виробу.

На 3 етапі ОЖЦ важливо удосконалити метод адаптації вагових коефіцієнтів через використання експертного підходу та галузеву специфіку матеріалів.

Оцінка впливу текстилю вимагає мульти-критеріального підходу [14]. Методологічний зміст ISO 14040/14044 служить основою для більш сфокусованих стандартів, що є критично важливими для даної галузі:

1. ISO 14067 (Вуглецевий слід): надає специфічні вимоги та настанови для кількісної оцінки та комунікації лише вуглецевого сліду продукту, базуючись на загальній методології ОЖЦ.

2. ISO 14046 (Водний слід): пропонує єдиний каркас для оцінки екологічних впливів, пов'язаних із водою, протягом життєвого циклу [3].

Особлива цінність ISO 14046 для текстилю полягає в тому, що він виходить за рамки простого обліку обсягу спожитої води (що є лише частиною інвентаризації). Замість цього, він вимагає оцінки комплексних індикаторів впливу, включаючи водний слід дефіциту та оцінює потенційні наслідки для доступності води у конкретному водозбірному басейні, враховуючи географічний контекст [16], а також водний слід деградації, який включає оцінку якості скинутої води та потенційні наслідки для екосистем і здоров'я людини. У текстильній промисловості це дозволяє виявити критичні забруднювачі, такі як лужні речовини та важкі метали, які спричиняють алкаліновий та екотоксичний сліди відповідно [17].

Ці стандарти демонструють, що для коректного виконання 3 етапу підприємства повинні збирати географічно специфічні дані на 2 етапі, які дозволять оцінити місцевий вплив, а не лише загальний обсяг потоків.

Хоча ISO 14040 та ISO 14044 встановлюють "золотий стандарт" для ОЖЦ, їхнє застосування у легкій промисловості, що характеризується швидкими змінами та високою складністю, створює значні методологічні та операційні виклики.

Ключовим операційним бар'єром є етап інвентаризації. Глобальні ланцюги постачання текстилю мають безліч стадій, стейкхолдерів та географічних локацій. Відстеження специфічних потоків (вода, енергія, хімікати) на всіх цих етапах є надзвичайно трудомістким [12].

В легкій промисловості існує багато матеріалів, сировини, проміжних процесів (виробництво волокон, фарбування, шиття, обробка, пакування, транспортування, використання, утилізація або рециклінг). Це значно ускладнює створення повної системної моделі з усіма потоками.

Часто відсутні надійні бази даних чи «середні показники» для текстильних матеріалів, барвників, хімікатів, процесів фарбування, шиття, утилізації — особливо для національного або регіонального рівня. Це може призвести до великої невизначеності або потреби локальних досліджень.

Вибір функціональної одиниці (наприклад, 1 пара взуття, 1 кілограм тканини, 1 рік експлуатації одягу тощо) має бути чітким і відповідати цілям дослідження. В іншому випадку результати можуть бути некоректними або не репрезентативними.

Одяг і текстиль часто мають повторне використання, переробку або виняткові шляхи утилізації — важливо правильно моделювати ці кінцеві стадії (end-of-life), що не завжди просто.

Хоч ОЖЦ за ISO 14040/14044 орієнтований на екологічні впливи, у легкій промисловості важливі також питання соціальної сталості, трудові умови, локальне виробництво, енергоспоживання, ресурсоефективність — які не завжди охоплені класичною схемою ОЖЦ.

Надмірне використання вторинних даних знижує точність і може підвищити невизначеність результатів, унеможливаючи досягнення низького рівня похибки.

Оскільки підприємства легкої промисловості неминуче зіткнуться з невизначеністю даних та методологічним вибором (таблиця 2), механізми інтерпретації є критично важливими для забезпечення наукової достовірності.

Таблиця 2

Ключові методологічні вимоги та виклики ISO 14044 в легкій промисловості

Етап ОЖЦ (ISO 14040/14044)	Специфічна вимога	Галуzeвий виклик у легкій промисловості
1. Мета і обсяг	Уникнення зміщення навантаження в порівняльних дослідженнях.	Етап використання (прання, сушіння) вносить 31%—96% впливу, його виключення ризикуює порушити вимоги ISO 14044.
2. Аналіз інвентаризації	Вимога щодо мінімум 50% первинних даних для забезпечення низької невизначеності.	Практична неможливість отримання прямих вимірювань від усіх глобальних субпідприємств.
3. Оцінка впливу	Необхідність вибору категорій, адаптованих до географічного регіону.	Оцінка місцевого впливу забруднювачів (наприклад, фарбування) вимагає комплексних індикаторів (Водний слід дефіциту/деградації, ISO 14046).
4. Інтерпретація	Обов'язкова перевірка чутливості.	Необхідність доведення стійкості висновків через високу невизначеність даних про використання та вторинну переробку.

Центральне місце тут займає перевірка чутливості. Вона є процесом, який оцінює, наскільки висновки дослідження стійкі до зміни ключових параметрів або припущень. Вона допомагає визначити, чи впливають невизначеності на кінцеві рекомендації [18]. Для забезпечення довгострокової довіри та верифікації екологічних показників, особливо у контексті регулювання, вимагається незалежна валідація ОЖЦ відповідно до ISO 14040 та ISO 14044.

В таблиці 3 наведені етапи та їх деталізація для впровадження ОЖЦ на підприємствах легкої промисловості. Вона охоплює всі ключові етапи оцінки життєвого циклу — від постановки цілей до інтерпретації результатів — і адаптована під текстильні, швейні, трикотажні та полімерні виробництва.

Таблиця 3

Застосування ОЖЦ на підприємстві легкої промисловості

Етап ОЖЦ	Зміст робіт	Необхідні дані	Джерела даних	Вихідні результати
1. Постановка цілей та визначення меж	Формулювання цілей (екодизайн, сертифікація, оптимізація); Визначення функціональної одиниці; Окреслення меж системи	Опис продукції; Технічні характеристики виробу; Дані виробничих процесів	Технічні карти; Нормативи; Паспорт виробу	Затверджена функціональна одиниця; Схема меж системи
2. Інвентаризація	Збір даних про матеріали, хімію, енергію, воду, відходи, викиди;	Обсяги ресурсів; Споживання електроенергії, води,	Виробничі журнали; Лабораторні	Матеріально-енергетичні баланси;

йний аналіз (LCI)	Структуризація виробничих процесів	тепла; Кількість хімікатів; Відходи	вимірювання; ERP-система; Постачальники	База LCI-параметрів
3.1. Деталізація технологічних процесів	Текстильні, оздоблювальні, швейні процеси; Логістика	Технологічні карти; Паспортні дані обладнання	Планово-технологічний відділ; Цехи	Докладний опис процесів
3.2. Хімічна обробка (галузеве доповнення)	Інвентаризація барвників, хімреагентів, фіксаторів, ПАР	Концентрації, токсичність, норми витрат	Хімічна лабораторія; Постачальники	Карта хімічних впливів
4. Оцінювання впливів (LCIA)	Розрахунок впливів за категоріями: CO ₂ , вода, токсичність, енергія, мікропластик	LCI-дані	Програмне забезпечення: OpenLCA/SimaPro/GaBi; Методики ISO	Профіль екологічного впливу
4.1. Додаткові галузеві індикатори	Водний слід; Хімічне навантаження; Мікропластик	Споживання води; Тип волокон; Види обробки	Технологічні дані; Екологічні вимірювання	Розширена LCIA-модель
5. Інтерпретація результатів	Визначення критичних стадій; Аналіз невизначеності; Сценарний аналіз	Дані LCIA; Альтернативні сценарії	Екологічний відділ; Аналітика	Висновки та рекомендації для еко-модернізації
6. Інтегральна оцінка сталості	Розрахунок індексу сталості; Ресурсна, екологічна, функціональна, соціальна складові	Дані LCIA; Дані експлуатації	Політика CEM; Стандарти ISO	Індекс сталості виробу
7. Розроблення рекомендацій	Оптимізація ресурсів; Вибір екоматеріалів; Екодизайн; Переробка	Технічні дані; LCIA-профіль	Технічні служби підприємства	План екологічних заходів

У відповідь на методологічну варіативність, дозволену загальними настановами ISO 14040 та ISO 14044, Європейська Комісія розробила спеціалізовану методологію під назвою Product Environmental Footprint (PEF). PEF є багато-критеріальним підходом, що вимагає оцінки впливу через 16 екологічних індикаторів (включаючи вуглецеві викиди, водний слід, екотоксичність та землекористування) [14]. PEFCR (Category Rules) для одягу та взуття є стандартизованими правилами, розробленими спеціально для модної індустрії. Ці правила, які були офіційно схвалені ЄС [19], ґрунтуються на міжнародних стандартах ISO 14040 та ISO 14044.

Однак, на відміну від ISO стандартів, які пропонують загальні настанови і залишають значну частину інтерпретації на розсуд практиків, PEFCR є надзвичайно деталізованими. Вони виконують функцію методологічного звуження, диктуючи конкретні параметри для ОЖЦ, такі як стандартизація меж: PEFCR визначає, фіксовані методи розподілу, обов'язкові індикатори оцінки впливу.

Ця жорстка стандартизація, побудована на фундаменті ISO 14044, спрямована на усунення методологічної варіативності та запобігання грінвошингу, забезпечуючи, щоб екологічні заяви, зроблені на європейському ринку, були максимально порівнянними та надійними [20].

Висновки з даного дослідження

і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Міжнародні стандарти ISO 14040 та ISO 14044 є незамінним науковим та регуляторним фундаментом для оцінки екологічної діяльності у легкій промисловості. Їхнє впровадження вимагає не лише технічної експертизи, але й стратегічного підходу до управління даними та методологічним вибором.

Для виробів легкої промисловості, особливо одягу, слід надавати пріоритет межам системи "від колиска до могили" (Cradle-to-Grave). Складність глобальних ланцюгів постачання ускладнює досягнення 50% первинних даних, але це критична вимога ISO 14044 для забезпечення низької невизначеності. Підприємства повинні інвестувати у цифрові платформи, які спрощують збір даних від постачальників на етапі інвентаризації та підвищують точність, замість використання загальних баз даних.

Оскільки методологічна варіативність є високою, підприємства повинні використовувати перевірку чутливості як ключову лінію захисту. В умовах посилення екологічного регулювання потрібно розглядати ISO 14044 як базу для відповідності. ОЖЦ, що проводиться згідно з ISO, не лише покращує внутрішній екологічний менеджмент, але й забезпечує необхідну відповідність для отримання екологічних сертифікатів. Для компаній, що працюють на європейських ринках, це означає проактивну гармонізацію своїх досліджень.

Ефективне використання ISO 14040/14044 виходить за рамки простої звітності. Надійні метрики ОЖЦ є основою для еко-дизайну, дозволяючи компаніям тестувати альтернативні матеріали та процеси, порівнювати свій продукт з галузевими стандартами та стимулювати сталі інновації. Оскільки ОЖЦ дозволяє виявити

"гарячі точки", він надає інженерам та розробникам чіткі дані для мінімізації впливу продукту з самого початку, що є фундаментальним для досягнення цілей сталого споживання та виробництва.

Література

1. Life Cycle Assessment Best Practices of ISO 14040 Series - *Asia-Pacific Economic Cooperation*. URL: https://www.apec.org/docs/default-source/Publications/2004/2/Life-Cycle-Assessment-Best-Practices-of-International-Organization-for-Standardization-ISO-14040-Ser/04_cti_scsc_lca_rev.pdf (date of access: 09.06.2020).
2. ISO 14040 - Life Cycle Assessment Principles and Framework. URL: <https://www.bsigroup.com/en-IE/products-and-services/standards/iso-14040-life-cycle-assessment-principles/> (date of access: 09.06.2020).
3. Life cycle-based sustainability standards and guidelines – Simapro/ URL: <https://simapro.com/insights/lca-standards-and-guidelines/> (date of access: 09.06.2020).
4. Life Cycle Assessment (LCA) for Textiles and Clothing - Carbon Trail. URL: <https://carbontrail.net/blog/life-cycle-assessment-lca-for-textiles-and-clothing/> (date of access: 09.06.2020).
5. ДСТУ ISO 14040:2013 Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT) – БУДСТАНДАРТ. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=70997 (date of access: 09.06.2020).
6. Why ISO 14040 and 14044 Are the Foundation of Reliable Lifecycle Assessment – ReFlow. URL: <https://www.re-flow.io/blog/why-iso-14040-and-14044-are-the-foundation-of-reliable-lifecycle-assessment> (date of access: 09.06.2020).
7. LCA (Life Cycle Assessment): The 4 Stages – CarbonBright. URL: <https://www.carbonbright.co/insight/lca-life-cycle-assessment-the-4-stages> (date of access: 09.06.2020).
8. Life Cycle Assessment (LCA) – Everything you need to know – Ecochain. URL: <https://ecochain.com/blog/life-cycle-assessment-lca-guide/> (date of access: 09.06.2020).
9. What is the ISO 14044 Standard for Life-Cycle Assessment (LCA)? – Manglai. URL: <https://www.manglai.io/en/blog/what-is-iso-14044-standard-life-cycle-assessment> (date of access: 09.06.2020).
10. Dhiwar, K. Life cycle assessment in fashion industry: a systematic review / K.Dhiwar, M.Bedarkar// *Discov Sustain* – 2025. – P.1214-1220. - DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02050-7>
11. Watson, K.J. Review of Methodological Choices in LCA-Based Textile and Apparel Rating Tools: Key Issues and Recommendations Relating to Assessment of Fabrics Made From Natural Fibre Types/ K.J. Watson, S.G. Wiedemann // *Sustainability* – 2019. - Volume 11. – P.3846-3856. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143846>
12. Fashion LCA → Term. URL: <https://fashion.sustainability-directory.com/term/fashion-lca/> (date of access: 09.06.2020).
13. Best practices for life cycle assessment (LCA) of direct air capture with storage (DACS) Prepared by: Greg Cooney 2022. - June. URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-06/FECM%20DACS%20LCA%20Best%20Practices.pdf> (date of access: 09.06.2020).
14. Guide] Life cycle assessments for textile and fashion products – Carbonfact. URL: <https://www.carbonfact.com/blog/knowledge/lca-fashion-textile> (date of access: 09.06.2020).
15. Екологічні продуктові декларації. URL: <https://iem.org.ua/ekolohichni-produktovi-deklaratsii> (date of access: 09.06.2020).
16. Beyond Volume: How to Apply ISO 14046 for a Water Impact Assessment | Manglai. URL: <https://www.manglai.io/en/blog/iso-14046-water-impact-assessment> (date of access: 09.06.2020).
17. Water footprint assessment of textile enterprise based on ISO14046. URL: https://www.researchgate.net/publication/337233809_Water_footprint_assessment_of_textile_enterprise_based_on_ISO14046 (date of access: 09.06.2020).
18. Laurent A. Methodological review and detailed guidance for the life cycle interpretation phase/ A. Laurent, B. P. Weidema, J. Bare, X. Liao, D. M. de Souza, M. Pizzol, S. Sala, N. Schreiber, H. Thonemann, & F. Verones // *Journal of industrial ecology*. - 2020 - Volume 24. – P. 986–1003. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13012>
19. EU Officially Approves PEFCR Version 3.1 for Apparel and Footwear | SGS France. URL: <https://www.sgs.com/en-fr/news/2025/06/safeguards-08825-eu-officially-approves-pefcr-version-3-1-for-apparel-and-footwear> (date of access: 09.06.2020).
20. Why Life Cycle Assessment standard PEF is critical for the Sustainability of Fashion. URL: <https://carbontrail.net/blog/why-life-cycle-assessment-standard-pef-is-critical-for-the-sustainability-of-fashion/> (date of access: 09.06.2020).