

1.6. Інтеграція технологій вуглецевого обліку в управління ланцюгами постачань підприємств

*(Є. Д. Шевченко, здобувач третього
(освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Державний податковий університет)*

У сучасному глобалізованому світі, що характеризується безпрецедентною швидкістю розвитку технологій, інтенсифікацією виробничо-економічних процесів та одночасним загостренням екологічних викликів, проблема зміни клімату дедалі більше виходить за межі екологічного дискурсу й перетворюється на ключовий чинник, який визначає траєкторію соціально-економічного розвитку держав, регіонів і суб'єктів господарювання. Відтак у центрі уваги наукової спільноти та практиків бізнес-середовища дедалі частіше опиняється потреба в розробці й упровадженні нових управлінських підходів, орієнтованих на забезпечення балансу між економічною ефективністю та екологічною безпекою, що передбачає, серед іншого, інтеграцію принципів сталого розвитку в усі сфери господарської діяльності, включно із логістичною інфраструктурою підприємств.

Зважаючи на те, що логістичні процеси – у їх найширшому розумінні – охоплюють не лише транспортування, складування й розподіл матеріальних ресурсів, але й формування стратегій постачання, організацію зворотної логістики та управління життєвим циклом продукції, саме в цій сфері акумулюється значна частка викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO₂), які, згідно з міжнародними дослідженнями, істотно впливають на кліматичні зміни на планеті. Відповідно, забезпечення ефективного управління цими процесами з урахуванням екологічного виміру неможливе без впровадження спеціалізованих технологій вуглецевого обліку, здатних забезпечити достовірне вимірювання, моніторинг і контроль за викидами на всіх етапах функціонування ланцюга постачань.

Незважаючи на активну розробку методологічних основ обліку парникових газів у межах таких глобальних ініціатив, як GHG Protocol, ISO 14064, Carbon Disclosure Project, та рекомендацій Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), рівень інтеграції цих інструментів у систему управління підприємствами в багатьох країнах, зокрема в Україні, залишається фрагментарним, обмеженим і таким, що не дає змогу забезпечити повноцінну екологічну трансформацію бізнес-процесів. Становить проблему також і те, що національна система обліку, яка традиційно була зорієнтована на забезпечення фіскальних і фінансово-звітних функцій, досі

недостатньо адаптована до потреб екологічного менеджменту, що зі свого боку обумовлює потребу в глибокому перегляді підходів до організації обліково-аналітичного забезпечення в умовах кліматичних викликів.

Актуальність порушеної проблеми обумовлена не лише екологічними, а й економічними, соціальними та регуляторними чинниками, серед яких варто виокремити посилення міжнародних вимог до екологічної звітності, поступове впровадження механізму вуглецевого коригування на кордоні ЄС (СВАМ), попит у відповідності критеріям «зеленого» інвестування та зростання ролі нефінансових показників у системі оцінювання корпоративної сталості. В умовах, коли підприємства все частіше стикаються з потребою доводити свою екологічну відповідальність не декларативно, а на основі достовірних і верифікованих даних, здатних витримати аудиторську перевірку на міжнародному рівні, постає об'єктивна потреба в інтеграції вуглецевого обліку в загальну систему стратегічного управління, що передбачає не лише технічне впровадження відповідного програмного забезпечення, а й переосмислення логіки логістичних рішень крізь призму кліматичної відповідальності.

У цьому контексті особливої уваги набуває розробка обґрунтованого методологічного підходу до побудови обліково-аналітичної системи, що забезпечує інтеграцію технологій вуглецевого обліку в логістичні ланцюги з урахуванням специфіки підприємств різних галузей, масштабів діяльності та ступеня цифрової трансформації. Важливо не лише зібрати первинні дані про джерела викидів, але й коректно їх ідентифікувати, систематизувати та використати для ухвалення управлінських рішень, що сприятимуть зниженню вуглецевого сліду, підвищенню енергоефективності логістичних процесів, оптимізації витрат і формуванню позитивного іміджу підприємства як соціально відповідального суб'єкта господарювання.

Отже, враховуючи вищевикладене, стає очевидним, що інтеграція технологій вуглецевого обліку в систему управління ланцюгами постачань є не лише актуальним науковим завданням, але й практично значущим інструментом забезпечення конкурентоспроможності підприємств на сучасному ринку, що дедалі більше орієнтується на принципи прозорості, відкритості та екологічної відповідальності. Саме ці ідеї становлять концептуальне підґрунтя дослідження, результати якого спрямовані на розробку практичних механізмів поєднання економічної раціональності з кліматичною відповідальністю в межах логістичних стратегій підприємств.

1.6.1. Логістика під тиском кліматичних змін як основа формування вуглецевого обліку в ланцюгах постачань

Упродовж останніх десятиліть концепція сталого розвитку зазнала суттєвої еволюції, трансформувавшись із суто екологічного постулату, орієнтованого на збереження природного середовища, у комплексну систему координат, яка визначає напрями соціально-економічної політики, управлінських рішень на мікро- та макрорівні, а також формує нову філософію ведення бізнесу, що ґрунтується на інтеграції екологічних, економічних і соціальних чинників у процес прийняття рішень. Ця трансформація була зумовлена усвідомленням того факту, що класичні моделі зростання, орієнтовані виключно на прибутковість, нехтують вартістю природного капіталу, що, нарешті, призводить до виснаження ресурсів, деградації екосистем і порушення кліматичної рівноваги.

Концепція сталого розвитку, офіційно закріплена в доповіді Брундтландської комісії 1987 року під назвою *«Наше спільне майбутнє»*, яка визначила сталий розвиток як «розвиток, що задовольняє потреби сучасного покоління, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби», набула подальшого розвитку як Цілі сталого розвитку ООН (Sustainable Development Goals), схвалені 2015 року. Серед 17 Цілей особливої уваги заслуговує ЦСР № 13 – «Боротьба зі зміною клімату», яка прямо стосується тематики викидів парникових газів, адаптації до кліматичних ризиків і трансформації виробничих систем відповідно до вимог низьковуглецевої економіки.

У цьому контексті логістика, яка є невід'ємним компонентом будь-якої виробничо-економічної системи, постає не лише як джерело викидів, а й як потужний інструмент досягнення кліматичних цілей за умови її екологічної переорієнтації. З одного боку, логістичні операції, пов'язані з транспортуванням, складуванням, пакуванням та обробкою вантажів, становлять суттєву частку в глобальних викидах CO₂, зокрема в транспортному секторі, який, за даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), 2023 року забезпечив понад 24 % загальносвітових енергетичних викидів. З іншого боку, саме завдяки оптимізації маршрутів, впровадженню енергоефективних транспортних засобів, розвитку систем «зеленої логістики» та інноваційним цифровим рішенням з'являється реальна можливість знизити вуглецеве навантаження на довкілля.

Варто зазначити, що розвиток екологічної логістики не є ізольованим процесом, а відбувається в тісному взаємозв'язку з еволюцією загальноєкономічних і технологічних трендів, серед яких особливої ваги набувають цифровізація, діджиталізація облікових систем, поширення концепцій Smart Logistics, Internet of Things (IoT) та Artificial Intelligence (AI), що дають змогу автоматизувати облік викидів, здійснювати моделювання сценаріїв логістичних операцій і приймати рішення на основі великих обсягів даних (Big Data). Водночас, незважаючи на позитивну динаміку розвитку екологічної логістики на глобальному рівні, вітчизняна практика управління логістичними системами часто демонструє обмежену інтегрованість кліматичних аспектів у стратегічне й оперативне планування, що пов'язано як із недостатнім нормативно-правовим забезпеченням, так і з обмеженим рівнем цифрової трансформації підприємств. У цьому контексті особливу роль відіграє обліково-аналітична функція, яка має забезпечити збирання, обробку та інтерпретацію даних про логістичні процеси з урахуванням екологічних параметрів, зокрема обсягів викидів, витрат палива, рівня енергоефективності, інтенсивності використання ресурсів тощо.

Отже, еволюція концепції сталого розвитку та її імплементація у сферу логістики зумовлює потребу у формуванні нової парадигми управління, в основі якої лежить не лише прагнення до зниження витрат і підвищення ефективності, але й відповідальність перед суспільством та природним середовищем. Формування такої парадигми вимагає глибокого наукового осмислення й побудови цілісної методології, яка б об'єднувала інструменти обліку, аналітики та управління викидами в єдину екосистему сталого постачання.

З урахуванням вищезазначених тенденцій важливо простежити ключові етапи становлення й розвитку екологічної логістики як функціонального складника реалізації концепції сталого розвитку (табл. 1.6.1).

Розвиток логістики від традиційної орієнтації на економічну ефективність до інтегрованих екологічно-відповідальних моделей функціонування є логічною відповіддю на глобальні кліматичні виклики та суспільний запит на сталий розвиток. Застосування екологічних і цифрових технологій у сфері постачання не лише сприяє скороченню викидів та зменшенню екологічного сліду, але й відкриває нові можливості для стратегічного позиціонування підприємств на міжнародних ринках, де дедалі більше цінується прозорість, відповідальність і дотримання принципів ESG. Тож логічним продовженням цього аналізу є вивчення сутності вуглецевого обліку та його значення у формуванні екологічно відповідальної логістичної політики підприємства.

**Обліково-аналітичне забезпечення управління суб'єктів господарювання
в умовах сталого розвитку**

Таблиця 1.6.1 – Етапи розвитку екологічної логістики
в контексті сталого розвитку

Етап	Хронологічні межі	Характерні риси	Цільові орієнтири
Традиційна логістика	до 1980-х	Орієнтація на мінімізацію витрат, ефективність транспортування та складування	Вартісна ефективність
Екологічна логістика	1980–2000	Зростання уваги до екологічних аспектів транспортування, упаковки, утилізації	Мінімізація негативного впливу на довкілля
Зелена логістика	2000–2015	Впровадження екологічних стандартів, оптимізація логістичних ланцюгів з урахуванням сталості	Екологізація бізнес-процесів
Смарт-логістика та GSCM	2015 донині	Використання цифрових технологій, системи вуглецевого обліку, ESG-звітність	Кліматична відповідальність, прозорість, сталий розвиток

Джерело: систематизовано автором.

У контексті розглянутої трансформації логістики як важливого чинника досягнення кліматичних цілей та імплементації принципів сталого розвитку в операційну діяльність підприємств закономірним є перехід до аналізу одного із ключових інструментів екологічного менеджменту, яким є вуглецевий облік (carbon accounting), що набуває дедалі ширшого практичного застосування в системах стратегічного, тактичного й оперативного управління.

Під терміном *вуглецевий облік* у сучасній науковій і професійній літературі здебільшого розуміють систему вимірювання, документування, звітування та контролю обсягів викидів парникових газів, що генерують у результаті виробничої, логістичної, управлінської та іншої діяльності підприємства. Такий облік може здійснюватися як на добровільних засадах (у межах нефінансової звітності, сертифікації, ESG-стратегій), так і в рамках нормативно визначених процедур, які передбачені національним і міжнародним законодавством.

На відміну від традиційного бухгалтерського обліку, де об'єктами є фінансово-вартісні показники, carbon accounting зосереджується на матеріалізованому вираженні екологічного впливу – переважно як еквівалент викидів CO₂ (CO₂e), що забезпечує можливість порівняння, інтерпретації та інтеграції екологічної інформації в управлінське середовище. Водночас вуглецевий облік є невід'ємним елементом так званої системи екологічного

обліку (environmental accounting), яка слугує базою для ухвалення стратегічних рішень, формування екологічної політики підприємства, а також для підготовки нефінансової звітності відповідно до вимог зацікавлених сторін.

Особливого значення в системі вуглецевого обліку набуває класифікація викидів за джерелами їхнього виникнення, що є методологічною основою розрахунків, передбачених стандартами GHG Protocol та ISO 14064. Згідно з цими документами усі викиди парникових газів поділяються на три категорії, відомі як Score 1, Score 2 та Score 3, кожна з яких має свою специфіку й методичні особливості:

1) Score 1 охоплює прямі викиди від джерел, які контролюються підприємством безпосередньо. Це, зокрема, викиди від спалювання палива на підприємстві (наприклад, у котельнях, автотранспорті, генераторах), а також від виробничих процесів, які супроводжуються виділенням парникових газів;

2) Score 2 охоплює непрямі викиди, пов'язані зі споживанням енергії, яка була вироблена за межами підприємства. Йдеться передусім про електроенергію, тепло, пар чи охолодження, які закупаються підприємством і споживаються в його господарській діяльності;

3) Score 3 охоплює всі інші непрямі викиди, що виникають унаслідок діяльності підприємства, але відбуваються за межами його прямого контролю. До них належать викиди від логістичних контрагентів, постачальників сировини, клієнтів, а також викиди, пов'язані з відходами, поїздками персоналу, доставкою продукції до кінцевого споживача тощо. Саме Score 3 є найбільш об'ємною та методично складною категорією, оскільки передбачає побудову розгалуженої аналітичної системи збору інформації по всьому життєвому циклу продукції.

Методологічним підґрунтям для проведення вуглецевого обліку є насамперед два міжнародні документи: Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) та ISO 14064, які регламентують основи класифікації, вимірювання, звітування й аудиту викидів парникових газів:

– GHG Protocol, розроблений World Resources Institute (WRI) та World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), є найпоширенішим стандартом у сфері корпоративного обліку викидів. Він забезпечує структуровану основу для складання інвентаризації викидів, поділу відповідальності між організаціями, розробки стратегії скорочення викидів, а також складання зовнішньої звітності для інвесторів, регуляторів і громадськості;

– ISO 14064 зі свого боку є серією міжнародних стандартів, які визначають вимоги щодо кількісного оцінювання викидів, верифікації даних, забезпечення достовірності й порівнянності інформації. На відміну від GHG Protocol, який має гнучкішу структуру, ISO-система є більш формалізованою та часто застосовується в умовах аудиту або сертифікації.

Роль вуглецевого обліку в системі управління підприємством виявляється насамперед у забезпеченні інформаційного підґрунтя для екологічно орієнтованого прийняття рішень, зокрема в питаннях енергоменеджменту, планування логістичних маршрутів, вибору постачальників, формування інвестиційної політики, взаємодії з контрагентами та розробки продуктів із пониженим вуглецевим слідом. Отже, carbon accounting не обмежується лише вимірюванням і звітністю – він вбудовується в стратегічне ядро підприємства, формуючи нову культуру управління, засновану на прозорості, екологічній відповідальності та цифровій обґрунтованості рішень.

Крім того, вуглецевий облік поступово стає інструментом регуляторного впливу. У країнах Європейського Союзу, наприклад, механізми обліку викидів прямо пов'язані із системами торгівлі квотами на викиди (EU ETS), впровадженням прикордонного вуглецевого коригування (CBAM), податковими пільгами, «зеленим» фінансуванням і кредитуванням. Відповідно, недооцінка значення вуглецевого обліку з боку підприємств у недалекому майбутньому може призвести до втрати ринкових позицій, інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності.

Отже, вуглецевий облік існує не лише як технічна або звітна процедура, але й як багаторівнева управлінська система, яка охоплює всі функціональні підсистеми підприємства – від закупівель до маркетингу – та є важливим інструментом реалізації кліматичних цілей на мікрорівні. Його належне впровадження та інтеграція в систему обліково-аналітичного забезпечення є запорукою формування ефективної екологічної політики підприємства, здатної відповідати на виклики XXI століття.

Питання оцінювання вуглецевого сліду в межах ланцюгів постачань вимагає застосування комплексного міждисциплінарного підходу, що ґрунтується на використанні як кількісних, так і якісних методів аналізу, поєднанні традиційних екологічних методик із сучасними цифровими рішеннями та глибокому розумінні специфіки логістичних потоків. Важливо зазначити, що вуглецевий слід (*carbon footprint*) не є сталим або фіксованим показником – він змінюється залежно від умов постачання, структури транспортно-логістичного ланцюга, джерел енергії, типів сировини, кінцевої поведінки споживача тощо.

Розділ 1. Обліково-аналітична система бізнес-процесів в умовах сталого розвитку

У цьому контексті оцінювання вуглецевого сліду (carbon footprint assessment) розглядається як інструмент стратегічного аналізу, що дає змогу не лише кількісно оцінити екологічне навантаження, але й ідентифікувати «вуглецево вразливі» ділянки логістичного ланцюга, де можливе скорочення викидів без шкоди для економічної ефективності.

Для обґрунтування вибору методології оцінювання доцільно провести порівняльний аналіз основних підходів, які застосовують у практиці підприємств та організацій, орієнтованих на зниження викидів у межах сталого ланцюга постачань (табл. 1.6.2).

Таблиця 1.6.2 – Порівняння методичних підходів
до оцінки вуглецевого сліду

Метод / інструмент	Призначення	Основні характеристики	Переваги застосування
LCA (Life Cycle Assessment)	Комплексне оцінювання впливу на довкілля впродовж усього життєвого циклу продукції	– враховує всі етапи: від видобутку сировини до утилізації; – орієнтований на екодизайн та стратегічне планування	– висока точність; – повнота оцінки; – відповідає ISO 14040/44
GHG калькулятори	Швидке розрахування обсягів викидів за діяльністю підприємства	– базуються на даних про енерговитрати, обсяги перевезень, джерела палива; – працюють на емісійних коефіцієнтах	– оперативність; – простота використання; – доступність онлайн
Input-Output Analysis (EIO)	Макроекономічне оцінювання викидів на рівні секторів	– побудоване на міжгалузевих таблицях витрат і випуску; – дає змогу моделювати вплив міжгалузевих зв'язків	– системний підхід; – придатне для регіонального / національного оцінювання
Блокчейн для відстеження CO ₂	Прозорість і точність у постачаннях	– кожен етап логістики фіксується в блокчейн-ланцюгу; – дані не можуть бути змінені або сфальсифіковані	– гарантована верифікація; – зниження ризиків «зеленого камуфляжу»; – підвищення довіри споживачів

Джерело: систематизовано автором.

Одним із фундаментальних підходів до оцінювання вуглецевого сліду, який отримав широке визнання на міжнародному рівні, є аналіз життєвого циклу продукції (Life Cycle Assessment, LCA). Цей метод передбачає оцінювання сукупного впливу продукції на довкілля, охоплюючи кліматичний,

енергетичний, водний, ґрунтовий та інші аспекти – від стадії видобутку сировини (cradle) до утилізації або повторного використання (grave). Вуглецевий компонент у межах LCA є одним із ключових показників, а його оцінювання містить усі логістичні процеси: транспортування сировини, виробництво напівфабрикатів, складування, дистрибуцію, повернення продукції тощо. Методологія LCA визначена стандартами ISO 14040/44, які забезпечують процедури побудови моделі життєвого циклу, етапи збору даних, методи нормалізації та інтерпретації результатів.

Наступним, більш спрощеним і доступним підходом є використання калькуляторів викидів парникових газів (GHG calculators), що дають змогу розраховувати обсяги CO₂e на основі енергетичних витрат, типів транспорту, кількості перевезених одиниць продукції, кілометражу маршрутів, інтенсивності навантаження, типу пального та інших параметрів. Ці калькулятори можуть бути як частиною програмного забезпечення ERP-систем, так і функціонувати окремо у формі вебзастосунків, таблиць Excel або інтегрованих модулів у системах контролінгу. Їхня перевага полягає в оперативності, зручності та доступності навіть для підприємств, які не мають спеціалізованих фахівців з екологічного моделювання. Проте значним обмеженням такого підходу є орієнтація на типовість: розрахунки базуються на емісійних коефіцієнтах, що не завжди враховують реальну логістичну складність, специфіку маршрутів, змінні умови постачання або сезонні коливання.

Для оцінювання вуглецевого сліду на макрорівні, зокрема під час аналізу міжгалузевих або міжрегіональних впливів, використовується метод економіко-екологічного Input-Output аналізу (Environmentally Extended Input-Output analysis – EEIO), який базується на обчисленні обсягу викидів у межах міжгалузевих таблиць витрат і випуску. Такий аналіз є доцільним у разі, коли потрібно оцінити вплив не окремого підприємства, а секторів економіки або коли дані про мікропроцеси відсутні чи їхній збір є надто витратним.

Окрему категорію становлять цифрові інноваційні рішення, зокрема блокчейн-технології, які застосовуються для відстеження походження, руху й «вуглецевої історії» продукту або партії товару в межах усього ланцюга постачань. Кожна логістична подія (завантаження, транзит, розвантаження, митне очищення, внутрішнє переміщення, повернення тощо) фіксується в розподіленому реєстрі, що гарантує незмінність і верифікованість даних. Це дає змогу не лише запобігати «зеленому камуфляжу»

**Розділ 1. Обліково-аналітична система
бізнес-процесів в умовах сталого розвитку**

(greenwashing), а й створювати надійні вуглецеві профілі продукції, що можуть використовуватися для експортного маркування, сертифікації, участі в зелених закупівлях тощо. Крім того, важливо враховувати, що методи оцінювання вуглецевого сліду повинні бути інтегровані в управлінську структуру підприємства, відповідати його рівню цифрової трансформації, масштабам операцій, а також бути адаптованими до типу ланцюгів постачань (прямі, зворотні, глобальні, локальні, циклічні, із замкненим циклом тощо). Ця інтеграція потребує чіткого розмежування між рівнями управління (стратегічний, тактичний, операційний) і відповідними інструментами аналізу, які застосовуються для кожного з них (табл. 1.6.3).

Отже, методичні підходи до оцінювання вуглецевого сліду в логістичних ланцюгах постачань є не лише технічним набором інструментів, а й відображенням зрілості екологічної відповідальності підприємства, його відкритості до трансформацій, готовності до впровадження цифрових інновацій та здатності адаптуватися до сучасних вимог світового ринку.

Таблиця 1.6.3 – Методичні інструменти оцінювання вуглецевого сліду на різних рівнях управління ланцюгом постачання

Рівень управління	Основні цілі оцінювання	Інструменти / Методи	Типи даних
Стратегічний	Вибір постачальників, локацій складів, транспортних стратегій	– LCA; – ЕЕІО; – Carbon Scenario Analysis	– дані життєвого циклу; – макроіндикатори
Тактичний	Оптимізація маршрутів, графіків, типів упаковки	– GHG калькулятори; – Транспортні симуляції; – Carbon KPI	– дані перевезень; – витрати палива
Операційний	Моніторинг щоденних процесів і миттєвий контроль викидів	– Інтернет речей (IoT); – Блокчейн-фіксація подій; – GPS-аналітика	– сенсорні дані; – таймштампи; – витрати енергії

Джерело: систематизовано автором.

Вибір оптимального підходу або комбінації методів повинен базуватись на принципах системності, верифікованості, релевантності та економічної доцільності. У наступних розділах буде розглянуто, як ці методи знаходять практичне втілення через обліково-аналітичну систему підприємства, цифрову інфраструктуру та управлінські рішення, спрямовані на реальне скорочення викидів і досягнення кліматичної нейтральності.

Отже, сталий розвиток докорінно змінює підходи до формування логістичних систем підприємств, висуваючи на перший план не лише вимоги до економічної ефективності, а й до екологічної відповідальності, прозорості та стратегічної адаптивності бізнесу до кліматичних викликів. Логістика перестає бути суто операційною функцією та дедалі більше перетворюється на простір для реалізації рішень, що безпосередньо впливають на обсяг викидів парникових газів і загальну екологічну поведінку компанії. У цьому контексті вуглецевий облік є не як формальний інструмент фіксації даних, а як повноцінна управлінська система, що дає змогу ідентифікувати джерела викидів, оцінити їхній масштаб у межах усіх рівнів ланцюга постачань, класифікувати вплив за категоріями (Score 1, 2, 3) та інтегрувати результати оцінювання в процес ухвалення стратегічних і тактичних рішень. Огляд основних методичних підходів до оцінювання вуглецевого сліду, зокрема аналіз життєвого циклу (LCA), GHG-калькулятори, міжгалузевий аналіз Input-Output, а також сучасні цифрові рішення на основі блокчейн-технологій, доводить, що ефективна система обліку має будуватися як багаторівнева й динамічна структура, що поєднує кількісну оцінку, цифрову простежуваність, гнучке аналітичне моделювання та можливість оперативної адаптації до змін зовнішнього середовища. Отже, сформовані в розділі підходи створюють методологічну основу для подальшого дослідження обліково-аналітичних технологій, цифрових інструментів та управлінських рішень, які забезпечують інтеграцію вуглецевого обліку в систему сталого управління підприємством.

1.6.2. Аналітичні рішення та цифрова інфраструктура у вуглецевому обліку логістики

Реалізація концепції вуглецевого обліку на підприємстві передбачає не лише наявність методологічної бази для вимірювання обсягів парникових викидів, але й потребує високого рівня інформаційно-аналітичної інтеграції, яка забезпечує своєчасний, точний і цілісний облік, моніторинг та інтерпретацію екологічних даних у реальному або близькому до реального часі. У зв'язку з цим інформаційно-аналітичне забезпечення є не просто технічною чи програмною складовою, а стратегічним чинником ефективного управління декарбонізацією логістичних процесів. Воно охоплює як інфраструктуру збору первинних екологічних даних (сенсори, GPS, IoT), так і

Розділ 1. Обліково-аналітична система бізнес-процесів в умовах сталого розвитку

високорівневі аналітичні платформи, що дають змогу здійснювати оцінювання вуглецевого сліду, моделювати сценарії скорочення викидів і формувати звітність відповідно до міжнародних стандартів сталого розвитку.

Центральне місце в інформаційній архітектурі системи вуглецевого обліку займають ERP-системи (Enterprise Resource Planning), які забезпечують об'єднання фінансового, виробничого, логістичного та екологічного контекстів у межах єдиної цифрової платформи. У сучасних умовах більшість провідних ERP-рішень, як-от SAP, Oracle, Microsoft Dynamics, Odoo, IFS, пропонують модулі або інтегровані розширення, спрямовані на екологічний моніторинг, оцінку викидів, вуглецеву калькуляцію та створення ESG-звітності. Наприклад, платформа SAP Environment, Health and Safety Management (EHSM) дає змогу автоматизувати облік даних про викиди CO₂ та інших парникових газів, поєднуючи їх з операційною діяльністю підприємства, транспортними модулями й системами управління енергією. Використання таких систем дає нагоду уникнути фрагментарності даних, дублювання облікових процедур і забезпечує послідовність у зборі, перевірці, обробці та візуалізації даних про викиди.

Водночас, крім «вбудованих» рішень у рамках ERP, активно розвивається екосистема спеціалізованих електронних платформ і додатків, орієнтованих виключно на GHG-аналітику. Це платформи типу CarbonChain, Watershed, Persefoni, Normative.io, Sphera, Enablon, які дають компаніям змогу швидко імпортувати дані з різних джерел, застосовувати актуальні емісійні коефіцієнти, інтегрувати сторонні бази (наприклад, DEFRA, EPA, Ecoinvent), а також формувати звіти у форматах, передбачених GHG Protocol, TCFD, CDP, CSRD, GRI та іншими ініціативами. Такі платформи є особливо важливими для підприємств, що працюють у глобальних ланцюгах постачань, де значна частина викидів належить до категорії Score 3 і, відповідно, потребує залучення значної кількості зовнішніх даних від постачальників, перевізників і замовників.

Окрему групу інструментів становлять системи автоматизованого збору первинної екологічної інформації, які використовують сенсорну мережу, GPS, RFID, IoT-пристрої, SCADA-системи для фіксації реального стану логістичних процесів: споживання пального, енергетичне навантаження, тривалість простоїв, швидкість переміщення, заповнюваність вантажів тощо. Ці дані можуть безпосередньо передаватися до ERP або окремих модулів GHG-аналітики, що значно знижує ймовірність помилок, підвищує точність розрахунків і забезпечує трасованість усіх логістичних подій у реальному часі. Саме така архітектура – від сенсора до фінансової звітності –

відповідає принципам Data-Driven Sustainability, тобто управління екологічними показниками на основі даних, а не припущень чи розрахункових шаблонів.

На тлі зростання вимог до прозорості та верифікованості даних особливої актуальності набуває впровадження блокчейн-технологій для фіксації вуглецевих транзакцій, які дають змогу створити невідому хронологію логістичних і виробничих подій, що формують кінцевий обсяг викидів. Це дає змогу створити цифровий вуглецевий паспорт продукції (*Product Carbon Footprint Certificate*), який є обов'язковим або рекомендованим елементом для багатьох типів товарів під час експорту до країн ЄС, Канади, Японії та Австралії.

В умовах стрімкої цифровізації екологічного контролю формується нова парадигма управління, в основі якої є інтеграція вуглецевих даних у загальну інформаційну екосистему підприємства, що дає змогу не лише аналізувати ситуацію постфактум, а й передбачати ризики, оцінювати сценарії розвитку, моделювати варіанти рішень та оцінювати їхній вплив на обсяги викидів. Такий підхід забезпечує перехід від реактивного обліку до проактивного управління, коли дані про викиди не лише фіксуються, а стають каталізатором зміни логістичної стратегії, енергетичної політики та екосистеми постачання загалом.

Інформаційно-аналітичне забезпечення стає критично важливою ланкою в усій системі декарбонізації підприємств – від збору точкових даних на рівні одного транспорту або складу до стратегічного планування сталого розвитку та взаємодії з міжнародними інвесторами, донорами та регуляторами. Від ефективності цієї ланки залежить не лише якість звітності, а й здатність підприємства формувати цілісну екологічну політику та своєчасно адаптуватися до нових стандартів «зеленої» економіки.

Інтеграція екологічної складової в систему управлінського обліку логістичних процесів потребує не лише внесення нових елементів до планово-економічної документації, а й ґрунтовної перебудови самої логіки формування витрат, за якою підприємство оцінює ефективність своїх рішень у сфері постачання, транспортування, зберігання та дистрибуції. Традиційно логістичні витрати групуються за видами (транспортні, складські, витрати на тару, адміністративно-логістичні, зворотна логістика тощо), проте таке групування не відображає вуглецевого сліду, який вони спричиняють, і, відповідно, не дає змогу оцінити екологічну ефективність рішень у межах конкретного центру відповідальності.

Одним із концептуальних підходів до вирішення цього завдання є використання обліку витрат за центрами відповідальності, в межах якого кожен центр (наприклад, департамент логістики, автотранспортна служба, складський комплекс або відділ зовнішніх перевезень) не лише акумулює витрати за економічною сутністю, а й отримує оцінку вуглецевого навантаження, яке генерується внаслідок реалізації відповідних логістичних функцій. Такий підхід дає нагоду поєднати фінансові показники з екологічними індикаторами, що створює новий вимір контролінгу, орієнтований на декарбонізацію. У сучасних ERP-системах і модулях екологічного обліку дедалі частіше впроваджується механізм автоматичного розподілу викидів між центрами витрат, що базується на співвідношенні спожитої енергії, пройденої відстані, тривалості використання ресурсів або частки відповідальності за певний етап логістичного процесу.

Особливої уваги вимагає процес декомпозиції логістичних потоків, який передбачає поділ загального маршруту постачання на окремі ділянки, етапи або блоки, кожен з яких характеризується власними витратами та викидами. Наприклад, доставка товару з виробництва до складу, перевезення зі складу до розподільчого центру, далі – до торговельної точки або кінцевого споживача – все це окремі логістичні ланки, які мають відмінну інтенсивність викидів. Крім того, кожна ланка може використовувати різні види транспорту, маршрути з різним рівнем заторів, відрізнятися ефективністю завантаження, температурним режимом перевезення та іншими параметрами, які безпосередньо впливають на обсяг CO₂e. Декомпозиція дає змогу локалізувати «вуглецеві гарячі точки» (carbon hotspots) в межах логістики й обґрунтовано перерозподіляти витрати на заходи зі зниження викидів.

Ще одним сучасним напрямом розвитку обліку логістичних витрат є впровадження GHG cost mapping – інструменту, що поєднує географічне й фінансове картографування витрат з урахуванням пов'язаних із ними викидів. Цей підхід передбачає створення візуалізованої карти логістичного ланцюга, де кожен пункт (логістичний вузол, склад, митниця, перевалочна база, пункт доставки) позначено як в еквіваленті витрат у грошовому вираженні, так і в еквіваленті генерованих викидів CO₂. У результаті формується двовимірний модель «вартість-вуглець», яка дає змогу керівництву підприємства здійснювати багатокритеріальну оптимізацію логістичних рішень, наприклад не обирати найкоротший або найдешевший маршрут, якщо він супроводжується вищими викидами, а шукати баланс між економічною вигодою та екологічною ефективністю.

Показовим є також формування вуглецевих коефіцієнтів витрат (carbon intensity per cost unit), які показують, скільки викидів припадає на кожну гривню або євро логістичних витрат. Це уможливорює не лише контролювати рівень екологічної ефективності, а й вбудовувати вуглецеву логіку в систему ключових показників ефективності (KPI) логістичних підрозділів. Наприклад, логістичні керівники можуть оцінювати не лише вартість тонно-кілометра перевезення, а й вуглецеву інтенсивність цього показника, порівнювати його в динаміці, за маршрутами, перевізниками, типами транспорту тощо.

Щоб забезпечити таку деталізацію обліку, підприємству потрібно мати систему наскрізного збору даних – від транспортного засобу (з використанням телематичних систем) до централізованої бази аналітики (GHG-аналітики), яка інтегрується з модулем управління витратами. Лише в такому разі облік логістичних витрат із вуглецевою складовою стає інструментом не постфактумного аналізу, а управлінською системою прогнозування, моделювання та коригування логістичної поведінки компанії.

Отже, внесення вуглецевої складової в облік логістичних витрат формує нову парадигму розрахунків, у межах якої витрати на транспортування, зберігання чи пакування оцінюються не лише через призму економічної доцільності, а й з урахуванням їхнього кліматичного впливу. Це зі свого боку вимагає від підприємств переосмислення системи бюджетування, планування витрат, формування тарифів і цінової політики, а також забезпечення прозорості в комунікації з партнерами, інвесторами та споживачами.

Процес декарбонізації логістичних систем у сучасному світі неможливо уявити без впровадження цифрових технологій, які забезпечують не лише швидкість і масштабність обробки даних, а й дають змогу здійснювати моніторинг викидів у режимі реального часу, створювати віртуальні моделі логістичних потоків, прогнозувати сценарії вуглецевого навантаження та формувати достовірну екологічну аналітику, яка може бути використана для ухвалення управлінських рішень, звітності перед регуляторами й взаємодії з міжнародними партнерами.

Цифрова трансформація вуглецевого моніторингу ґрунтується на інтеграції декількох технологічних напрямів, кожен з яких виконує свою специфічну функцію в межах загальної системи. Насамперед ідеться про технології збору, передачі, зберігання та аналітичної обробки великих обсягів даних (Big Data), які створюють інформаційний фундамент для побудови цілісної картини викидів на всіх етапах логістичного ланцюга. Завдяки Big Data

можливо синхронізувати гетерогенні дані з багатьох джерел: GPS-пристроїв, сенсорів на транспортних засобах, автоматизованих складських систем, ERP-модулів, зовнішніх баз емісійних коефіцієнтів, і формувати динамічну аналітику з високим ступенем деталізації, що є критично важливим для ефективного контролю Scope 3 викидів.

Ключовим компонентом оперативного вуглецевого моніторингу є технологія інтернету речей (IoT – Internet of Things), яка забезпечує фізичне з'єднання логістичних об'єктів, зокрема транспорту, складів, вантажів, інфраструктурних вузлів, у єдину мережу взаємодії, здатну передавати дані в реальному часі без участі людини. IoT-пристрої дають змогу фіксувати температуру, вологість, вагу, обсяги спожитого пального, швидкість руху, частоту зупинок, час простою, завантаженість, маршрути, режими роботи обладнання й тим самим забезпечують високу точність визначення вуглецевої інтенсивності кожного конкретного процесу. Наприклад, інтелектуальні транспортні системи можуть автоматично передавати інформацію про витрати пального на певному маршруті й миттєво обчислювати обсяг CO₂e, що дає нагоду перевізникам і логістичним менеджерам контролювати викиди в момент їхнього виникнення, а не лише в рамках постфактумної звітності.

Ще одним потужним інструментом цифрового моніторингу є супутникові технології, які дають змогу відстежувати рух транспорту, обсяги перевезень, щільність трафіку, зміни маршрутів та інші просторово-часові параметри, що впливають на обсяг викидів. Наприклад, за допомогою супутникових даних можна оцінити вуглецеву інтенсивність доставки продукції залежно від топографії маршруту, погодних умов, стану дорожнього покриття, інтенсивності використання інфраструктури тощо. Поєднання супутникового моніторингу з аналітичними платформами (наприклад, геоінформаційними системами GIS) уможливорює створювати просторові моделі логістичних викидів, які дають змогу не лише фіксувати місця з найбільшим навантаженням, а й моделювати варіанти оптимізації, які мінімізують сумарні викиди під час збереження рівня обслуговування.

Окрему, але надзвичайно перспективну нішу в системах цифрового моніторингу викидів займають технології блокчейн, які дають нагоду створити незмінну, верифіковану, цифрову історію викидів, зафіксовану на кожному етапі логістичного ланцюга. Блокчейн забезпечує повну прозорість і простежуваність даних про вуглецеві транзакції – від моменту генерації викидів (наприклад, під час завантаження товару на транспортний засіб) до

моменту їхньої компенсації (наприклад, через інвестиції в проєкти кліматичної нейтральності). На практиці це означає, що підприємство може створити цифровий вуглецевий профіль продукції, підтверджений блокчейн-записами, який буде прийнятним для звітності за міжнародними стандартами (наприклад, GHG Protocol або ISO 14064), а також для участі в «зелених» тендерах, публічних закупівлях і системах CO₂-маркування товарів.

Узагальненням зазначених технологічних рішень є формування єдиної платформи сталого управління (Sustainability Data Platform), яка об'єднує джерела даних, алгоритми обробки, панелі візуалізації, інтерфейси взаємодії з користувачами та модулі звітності. Такі платформи можуть бути створені на базі існуючих ERP-систем або як окремі сервіси, що інтегруються з логістичними, бухгалтерськими, маркетинговими та стратегічними підсистемами підприємства. Основною перевагою такого підходу є можливість одночасного управління викидами, витратами, ризиками й екологічним іміджем, що дає змогу перейти від розрізнених ініціатив до системної кліматичної стратегії.

Цифрові технології, інтегровані в системи вуглецевого моніторингу, радикально змінюють уявлення про можливості екологічного контролю в логістиці: вони дають нагоду перейти від періодичного статистичного обліку до безперервного, динамічного управління, що базується на даних у реальному часі. Такий підхід не лише підвищує достовірність і своєчасність управлінських рішень, а й створює умови для запобігання викидам, а не лише їхній фіксації. Саме у цьому існує найглибший сенс цифрової трансформації вуглецевого моніторингу: не просто бачити, що вже відбулося, а керувати тим, що ще може відбутися.

Отже, цифрова трансформація системи управління логістикою в умовах декарбонізації неминуче супроводжується появою нових вимог до організації обліково-аналітичного забезпечення, яке вже не може обмежуватися традиційними підходами до фіксації витрат, а має охоплювати всі рівні вуглецевої взаємодії – від джерел генерації парникових газів до їхньої аналітичної інтерпретації в управлінських рішеннях. Ефективне функціонування такої системи можливе лише за умов її повної інформаційної інтеграції, яку забезпечують сучасні ERP-платформи, спеціалізовані модулі GHG-аналітики, автоматизовані інструменти збору первинних даних та електронні системи формування сталих звітів. Внесення вуглецевої складової в структуру обліку логістичних витрат потребує принципово нової методології, що базується на обліку за центрами відповідальності, декомпозиції логістичних потоків, просторово-фінансовому картографуванні викидів

(GHG cost mapping) та побудові цифрових моделей вуглецевої ефективності. Інтеграція технологій Big Data, IoT, супутникового моніторингу та блокчейн-простежуваності в систему вуглецевого моніторингу відкриває можливості для реального, а не декларативного кліматичного контролю: завдяки цим рішенням підприємства отримують змогу фіксувати викиди в момент їхнього виникнення, оцінювати вплив кожного логістичного кроку, створювати цифрові вуглецеві профілі товарів і керувати викидами не пост-фактум, а на випередження. Усе це дає підстави стверджувати, що сучасне обліково-аналітичне забезпечення системи вуглецевого обліку – це вже не просто функціональний модуль у межах фінансового менеджменту, а ядро нової екосистеми управління, орієнтованої на прозорість, адаптивність і відповідальність у сфері логістики сталого розвитку.

1.6.3. Практичні вектори впровадження вуглецевого обліку в управління ланцюгами постачань

Упровадження системи вуглецевого обліку на підприємствах, особливо в контексті логістичних ланцюгів, є складним, багаторівневим процесом, що потребує не лише технічної підготовки та методологічного забезпечення, а й подолання глибоко вкорінених інституційних, економічних і психологічних бар'єрів. Попри загальновизнану потребу в переході до низьковуглецевої економіки, реальна інтеграція обліку викидів у систему корпоративного управління відбувається нерівномірно, фрагментарно та здебільшого під тиском зовнішніх чинників, а не внаслідок добровільного стратегічного вибору.

До найбільш істотних економічних бар'єрів належить передусім висока вартість впровадження нових облікових систем, цифрових модулів, сенсорного обладнання й платформ для збору та верифікації даних. Підприємства, особливо середнього й малого розміру, часто не мають достатнього фінансового ресурсу для того, щоб забезпечити повну інтеграцію GHG-аналітики в логістику, або сприймають ці витрати як неперіоритетні в умовах загального економічного тиску. Крім того, відсутність прямої короткострокової вигоди від зниження викидів (на відміну від, скажімо, зниження затрат на паливо) створює ефект відкладеного інтересу, коли вигоди від декарбонізації вважаються «непомітними» або «нереальними» в найближчій перспективі.

Не менш вагомими є технологічні бар'єри, які полягають у недостатній цифровій зрілості підприємств, фрагментації інформаційних систем, відсутності технічного персоналу, здатного працювати з GHG-модулями, а також у невідповідності існуючих облікових процедур вимогам міжнародних стандартів. Наприклад, якщо підприємство вже використовує ERP-систему, але без екологічного модуля, то інтеграція нових функцій потребує не лише технічної перебудови, а й зміни логіки управління даними, що часто зустрічає спротив з боку управлінського персоналу.

Важливу роль відіграють також регуляторні бар'єри, пов'язані з недосконалістю національного законодавства у сфері кліматичного звітування, відсутністю чітких вимог до вуглецевої звітності для приватного сектору (за винятком значних емітентів), недостатньою кількістю кваліфікованих верифікаторів та аудиторів, а також нестачею державних стимулів для добровільної декарбонізації підприємств. У багатьох країнах (зокрема, в Україні) система кліматичного регулювання ще не створює достатнього стимулу для швидкого впровадження carbon accounting, особливо в логістиці, яка традиційно вважається складною для обліку сферою.

Водночас існують і стимулювальні чинники, здатні кардинально змінити ставлення підприємств до вуглецевого обліку. Першим із них є посилення вимог з боку інвесторів і міжнародних партнерів, які дедалі частіше вносять ESG-критерії (Environmental, Social, Governance) у свої рішення про співпрацю, фінансування, страхування та участь у проєктах. Інтеграція до глобальних ланцюгів постачань майже завжди передбачає наявність прозорості звітності про викиди, особливо Scope 3, а отже, відсутність такої інформації автоматично знижує конкурентоспроможність компанії на міжнародному ринку. Суттєвим мотиватором є також підготовка до введення Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) у ЄС, який передбачає, що компанії, які експортують до Європи, повинні звітувати про вуглецевий слід своєї продукції з урахуванням логістики.

Додатковим стимулом є фінансовий інтерес у формі доступу до «зеленого» фінансування, участі в кліматичних фондах, податкових пільг або внутрішніх програм компенсації викидів, які дають змогу монетизувати ефект від зменшення впливу на клімат або продемонструвати прогрес перед суспільством і регуляторами. Для багатьох підприємств значення має також репутаційна складова, оскільки споживачі й громадські організації дедалі активніше вимагають прозорості, етичності та відповідальності у сфері екологічного менеджменту (табл. 1.6.4).

**Розділ 1. Обліково-аналітична система
бізнес-процесів в умовах сталого розвитку**

Таблиця 1.6.4 – Бар’єри та стимули впровадження системи вуглецевого обліку в логістиці підприємств

Категорія	Бар’єри	Стимули
Економічні бар’єри та стимули	Висока вартість впровадження; невизначена окупність; відсутність прямих короткострокових вигід	Доступ до «зеленого» фінансування; податкові пільги; можливість компенсації викидів
Технологічні бар’єри та стимули	Недостатня цифровізація; відсутність сенсорної інфраструктури; неготовність ІТ-систем до GHG-аналітики	Автоматизація; точний облік; оптимізація логістичних процесів на основі реальних даних
Регуляторні бар’єри та стимули	Відсутність обов’язкової звітності; нестача національних стандартів; брак кваліфікованих кадрів	Очікуване введення СВАМ; гармонізація із GHG Protocol; відповідність міжнародним вимогам
Соціально-репутаційні бар’єри та стимули	Консервативне мислення управлінців; страх перед публічним розкриттям екоданих	ESG-вимоги партнерів та інвесторів; тиск громадськості; покращення іміджу компанії

Джерело: систематизовано автором.

Порівняльний огляд бар’єрів і стимулів упровадження вуглецевого обліку в логістиці переконливо засвідчує: чинники, що стримують зміни, і досі мають переважно внутрішнє походження – відсутність цифрової інфраструктури, розірвані інформаційні потоки, обмежене уявлення про кліматичні ризики як управлінську категорію. Водночас більшість стимулів надходить іззовні: через вимоги інвесторів, тиск регуляторів, підготовку до СВАМ і зростаюче значення ESG у глобальних контрактах. Такий дисбаланс означає, що екологічна трансформація залишається реактивною, а не ініціативною: компанії змінюються лише тоді, коли цього вже не можна уникнути. Саме тому ключовим у подоланні бар’єрів постає не стільки зовнішній контроль, скільки формування внутрішньої спроможності – бачити у вуглецевому обліку не лише відповідь на вимоги, а інструмент стратегічного управління ризиками, витратами й репутацією. І ця логіка вже належить до простору професійного судження, що стане предметом подальшого аналізу.

Поява в системі обліку логістичних витрат вуглецевої складової змінює не лише формати звітності або структуру витрат, а й саме уявлення про те, що є ефективним, допустимим або стратегічно прийнятним з позиції управління. Вуглецеві дані за своєю природою багатовимірні, крос-функціональні й часово динамічні вимагають особливих механізмів інтерпретації, які дають змогу не просто їх фіксувати, а використовувати як основу для рішень на різних рівнях управлінської ієрархії: від операційного до стратегічного.

Одним із ключових напрямів такої трансформації є формування системи Carbon KPI (Key Performance Indicators), тобто індикаторів, які уможливають кількісно оцінити вплив логістичних рішень на викиди парникових газів, зберігаючи водночас зв'язок із вартісною ефективністю, швидкістю, надійністю й іншими традиційними логістичними метриками. Наприклад, звичний показник «вартість доставки на тонно-кілометр» може бути доповнений або навіть трансформований у «викиди CO₂e на тонно-кілометр», що створює інший фокус управління – від дешевизни до збалансованості. Інші приклади Carbon KPI охоплюють: CO₂e на одиницю продукції, на оборотний актив, на складський цикл, на один оборотний рейс чи один умовний контейнер. Завдяки цьому керівництво підприємства може порівнювати не лише витрати в грошовому вимірі, а й вуглецеву інтенсивність різних логістичних сценаріїв і вибудовувати політику мінімізації саме за «екологічно чутливими» напрямками.

Досить важливим у цьому контексті є запровадження екологічних показників ефективності логістики (Eco-efficiency metrics), які показують, наскільки раціонально витрачаються ресурси з урахуванням екологічного сліду, що виникає під час їхнього використання. Це не просто розширення традиційних індикаторів – це спроба переосмислити логіку ефективності як такої. Наприклад, показник «викиди на один оборот товару», «вуглецевий слід одного кілограма доставленого вантажу», «відношення чистої виручки до CO₂e-інтенсивності доставки» дають змогу оцінити бізнес не лише з позицій прибутку, а й з позицій кліматичної відповідальності, що в умовах посилення ESG-контролю з боку інвесторів і партнерів стає новим стандартом очікуваної поведінки компанії.

Ще одним механізмом підтримки рішень є вуглецевий бенчмаркінг, тобто зіставлення викидів, облікових моделей і логістичних показників підприємства із середніми або найкращими галузевими результатами. Цей підхід дає нагоду не лише побачити абсолютні значення (які часто складно інтерпретувати без контексту), а й оцінити відносне місце підприємства на тлі ринку. Наприклад, якщо підприємство бачить, що викиди CO₂e на тонно-кілометр перевищують галузевий медіанний показник на 25 %, це може стати основою для стратегічного рішення про оновлення автопарку, зміну маршрутизації або переорієнтацію на інші канали постачання. У рамках такого бенчмаркінгу можуть використовуватись як внутрішні корпоративні нормативи, так і відкриті міжнародні бази даних, наприклад бази GLEC Framework, Smart Freight Centre, Carbon Disclosure Project тощо.

Не менш важливим є те, що вуглецеві показники, особливо за наявності динамічної аналітики й автоматизованих панелей, дають змогу не просто приймати «реактивні» рішення (у відповідь на порушення нормативу чи зовнішню вимогу), а перейти до сценарного управління, тобто моделювання майбутніх рішень із врахуванням їхнього екологічного наслідку. Наприклад, перед вибором логістичного партнера підприємство може зіставити вартість, якість послуг і вуглецеву інтенсивність перевезень, і на цій основі сформулювати нові критерії допуску до ланцюга постачань. Тобто вуглецевий облік перетворюється з інструменту звітності на інструмент вибору.

Усе це вимагає не лише цифрових платформ або змінених шаблонів управлінських звітів, а й високого рівня екологічної грамотності керівників і готовності до професійного судження, що передбачає здатність бачити в аналітичних цифрах наслідки не лише для витрат чи прибутку, а для репутації, ризиків, регуляторної відповідності та довгострокової життєздатності компанії. Адже лише тоді, коли вуглецеві метрики починають сприйматися не як вимушене доповнення, а як повноцінна управлінська категорія, підприємство справді входить у режим сталого управління, де кліматична стратегія перестає бути декларативною.

Розвиток системи вуглецевого обліку в логістиці підприємств відбувається на перетині двох паралельних, але нерівноважних векторів – зовнішньої вимоги відповідати дедалі жорсткішим регуляторним, ринковим та інституційним стандартам і внутрішньої свідомої готовності до етичного, відповідального управління впливом бізнесу на кліматичну систему планети. Цей розрив між потребою та цінністю, між примусом і переконанням формує унікальний простір, у якому вуглецевий облік набуває сенсу не лише як технічний інструмент, а як маркер трансформації управлінської культури, стиль мислення, новий рівень організаційної етики.

З одного боку, чинна нормативна й ринкова реальність формує потужний імператив до впровадження механізмів вимірювання та контролю викидів, починаючи з розробки кліматичних регламентів ЄС і СВМ та закінчуючи корпоративними ESG-рейтингами, інвесторськими вимогами до прозорості, екологічним аудитом продукції, зеленими митами, сертифікацією постачальників і системами CO₂-маркування товарів. У цьому полі вуглецевий облік виконує роль інструменту відповідності, тобто засобу, завдяки якому підприємство може документально підтвердити свою екологічну поведінку, довести її перед аудиторами, замовниками, банками або

інституційними партнерами. Проте в такому використанні система часто залишається декларативною: вона реалізується як формальна звітність, мінімальний обсяг даних і відсутність стратегічних рішень, які б змінювали логіку бізнесу.

З іншого боку, саме в момент, коли вуглецеві показники починають проникати не лише в управлінські звіти, а в процеси прийняття рішень, стратегічного планування, оцінювання ризиків і формування бізнес-моделі, відбувається сутнісна зміна: облік перетворюється з реакції на вимогу у вияв власної відповідальності. Компанії, що добровільно впроваджують внутрішні цілі зі скорочення Scope 1–3 викидів, формують кліматичні дорожні карти, адаптують логістику до екологічних викликів і публічно звітують про свої невдачі нарівні з досягненнями, фактично визнають свою участь у глобальному екологічному балансі не як юридичний обов'язок, а як моральну передумову сталого існування в майбутньому. У такому підході вуглецевий облік стає не лише механізмом, а проявом свідомого ставлення до меж планети, до міжпоколіннєвої відповідальності, до етики дій у світі з обмеженими кліматичними ресурсами.

Особливе значення в цьому контексті набуває людський чинник – професійне судження управлінця, готовність побачити за цифрами кліматичний зміст, а за звітністю – реальний вплив. Адже навіть найдосконаліші системи КРІ, автоматизовані аналітичні панелі або модулі блокчейн-верифікації не можуть замінити усвідомленого рішення відмовитися від логістичного маршруту, який формально ефективний, але кліматично руйнівний; або, навпаки, вибрати постачальника з вищими цінами, проте з нижчим вуглецевим слідом, розуміючи, що в довгостроковій перспективі саме така політика створює додану вартість не лише для бізнесу, а й для суспільства. У цьому сенсі облік стає своєрідним лакмусом: чи бачить компанія в своїй екологічній поведінці *інструмент виживання, простір для лідерства, передумову довіри*, чи лише «проблему», що має бути формально закрита.

Не менш важливою є й комунікаційна функція вуглецевого обліку як способу публічного самопредставлення бізнесу в екологічно чутливому світі. Якщо раніше екологічна риторика була переважно доменом маркетингу або корпоративної соціальної відповідальності, то сьогодні вона закріплюється в числових показниках, що піддаються перевірці, зіставленню, аудиту. Публічні звіти про Scope 1–3 викиди, ESG-декларації, інтегровані нефінансові звіти стають форматом відкритого діалогу із суспільством, де

вуглецевий слід – це вже не просто «слабке місце», а предмет для довіри або критики. Саме тому дедалі більше компаній сприймають прозорий облік не як тягар, а як інструмент репутаційного позиціонування, довгострокової лояльності клієнтів, стійких партнерських відносин і, зрештою, місця в світовому діалозі про майбутнє планети.

Отже, межа між «вимогою» і «свідомістю» у сфері вуглецевого обліку ніколи не є статичною – вона постійно зміщується залежно від тиску зовнішніх обставин, зрілості внутрішніх процесів, ціннісних орієнтирів керівництва та динаміки змін у глобальному кліматичному порядку денному. Але саме момент переходу, коли бізнес починає бачити в кліматичних показниках не лише обов’язок, а власну управлінську відповідальність, і є точкою, в якій вуглецевий облік перестає бути просто функцією, а стає формою думання про майбутнє.

Отже, системний аналіз бар’єрів, стимулів, механізмів та етичних вимірів вуглецевого обліку в логістиці підприємств дає змогу побачити не просто технічний або регуляторний процес, а глибоку управлінську трансформацію, яка змінює логіку ухвалення рішень, критерії ефективності та внутрішній ритм функціонування бізнесу в умовах екологічної відповідальності. Якщо на початкових етапах облік викидів є реакцією на зовнішній тиск: законодавчий, інвестиційний, репутаційний, то з часом, за наявності достатньої цифрової, організаційної та ціннісної зрілості, він стає простором для проактивної поведінки, в якій підприємство саме визначає рівень своєї кліматичної амбіційності, ухвалює стратегічні рішення на основі вуглецевих показників, формує інституційну інфраструктуру ESG-управління й переосмислює взаємозв’язок між витратами, екологією та довгостроковою цінністю. У межах цього переходу зростає роль професійного судження, адже жоден цифровий модуль, жодна система КРІ не можуть замінити готовність управлінця обрати неочевидне рішення, наприклад, на користь постачальника з нижчим вуглецевим слідом, навіть попри вищу ціну; або скоригувати логістику не для негайної економії, а задля зменшення кліматичних ризиків у середньостроковій перспективі. Вуглецевий облік у цьому вимірі стає не просто інструментом відповідності, а індикатором рівня кліматичної культури підприємства, здатністю інтегрувати глобальні екологічні виклики у власну модель цінностей, операцій і стратегій з огляду на логіку не лише «вижити у світі змін», а «бути частиною змін, які роблять світ життєздатним».

Висновки

Сталий розвиток сформував нові вимоги до організації логістичних систем, у межах яких ключовим критерієм ефективності стає не лише економічна доцільність, а й здатність підприємства адаптувати свою діяльність до екологічних викликів. Логістика, яка донедавна розглядалася виключно як інструмент оптимізації витрат і забезпечення матеріального потоку, сьогодні сприймається як один із основних чинників впливу на кліматичну ситуацію, зокрема через високий рівень викидів парникових газів, пов'язаних із транспортуванням, складуванням, пакуванням і споживанням енергії. У цьому контексті вуглецевий облік постає як відповідний інструмент управління, який дає змогу кількісно оцінити кліматичний вплив логістичних процесів, ідентифікувати джерела надлишкових викидів і сформувані обґрунтовані рішення щодо їхнього зниження. Розподіл викидів на три категорії (Score 1, 2, 3), передбачений міжнародними стандартами, забезпечує структурованість і глибину оцінювання, а також створює передумови для прозорості звітності, порівнюваності показників і стратегічного контролю за динамікою декарбонізації. Оцінювання вуглецевого сліду в логістичних ланцюгах вимагає використання різних методичних підходів – від комплексного аналізу життєвого циклу продукції (LCA) до оперативних інструментів у формі калькуляторів викидів, моделювання транспортних маршрутів, цифрового моніторингу та блокчейн-фіксації логістичних подій. Кожен з методів має свої переваги й обмеження, тому ефективність їхнього застосування залежить від управлінського рівня, доступності даних, масштабу діяльності підприємства та технологічної інфраструктури. Розуміння ролі вуглецевого обліку в логістиці формує підґрунтя для практичного дослідження того, як саме ці інструменти можуть бути інтегровані в систему управління підприємством. Наступні теми присвячено аналізу обліково-аналітичних технологій, цифрових рішень і реальних кейсів, що демонструють можливості скорочення викидів у постачанні завдяки використанню відповідної методології.

Поглиблений аналіз обліково-аналітичних і технологічних складових системи вуглецевого обліку в логістиці підтверджує, що в умовах посилення екологічного тиску, зростання регуляторних вимог і глобальної декарбонізаційної конкуренції підприємства не можуть ефективно управляти логістичними витратами без інтеграції цифрових рішень, які дають змогу відстежувати, структурувати, інтерпретувати та впливати на рівень парникових

викидів у межах усіх етапів постачального ланцюга. Сучасне інформаційно-аналітичне забезпечення, побудоване на основі ERP-платформ із вбудованими модулями екологічного аналізу, GHG-аналітики, спеціалізованих сервісів для обробки значних обсягів даних, а також сенсорних і супутникових рішень, створює можливість не лише фіксації вуглецевих викидів, а й здійснення реального контролю, прогнозування й управління ними в динаміці. Визначальним у цьому контексті є зсув акценту з післяфактного обліку витрат до проактивного аналізу й оптимізації логістичних маршрутів, операцій і постачальних рішень з урахуванням їхньої кліматичної інтенсивності. Внесення вуглецевої складової в структуру обліку витрат, що здійснюється через детальний поділ за центрами відповідальності, декомпозицію логістичних потоків і побудову GHG cost mapping, дає нагоду підприємству об'єднати економічну та екологічну логіку управлінських рішень, трансформуючи систему контролінгу в міждисциплінарний простір, де вартісні параметри переплітаються з кліматичними ризиками, сценарним аналізом і стратегічним баченням сталого розвитку. Зі свого боку застосування технологій IoT, супутникового моніторингу, телематичних систем, а також блокчейн-фреймворків для простежуваності викидів відкриває новий рівень цифрової прозорості, достовірності та верифікованості даних, потрібних для участі в міжнародних ланцюгах постачань, доступу до «зеленого» фінансування та відповідності критеріям ESG-рейтингу. Саме ці елементи формують цілісну інформаційно-аналітичну екосистему, в межах якої вуглецевий облік не просто реєструє факти, а стає ключовим навігатором для ухвалення рішень, оптимізації процесів, мінімізації витрат і формування репутаційного капіталу підприємства в умовах глобального переходу до низьковуглецевої економіки.

Впровадження вуглецевого обліку в логістиці підприємств виходить за межі суто технічного або нормативного завдання, перетворюючись на ключовий елемент управлінської трансформації в умовах сталого розвитку. Сформовані бар'єри – економічні, технологічні, регуляторні – залишаються суттєвими обмеженнями, проте наявні стимули, зокрема з боку інвесторів, партнерів і кліматичних ініціатив, створюють потужний імпульс до змін. Інтеграція вуглецевих метрик у систему управління потребує не лише технічного оснащення, а й зміни підходів до прийняття рішень, де важливими стають нові КРІ, екологічні показники ефективності та бенчмаркінг. У цьому контексті особливого значення набуває професійне судження управлінців, здатність інтерпретувати вуглецеву інформацію як повноцінний

управлінський ресурс, що дає змогу формувати збалансовані рішення в умовах екологічної та ринкової невизначеності. Вуглецевий облік поступово переходить із площини зовнішнього зобов'язання у сферу внутрішньої відповідальності підприємства, що сигналізує про зростання рівня його кліматичної зрілості й готовності до сталого позиціонування на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Carbon Border Adjustment Mechanism. URL : https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
2. Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD): Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L2464>
3. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS). URL : https://green-business.ec.europa.eu/emas_en
4. Energy taxation, carbon pricing and energy subsidies. URL : https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/rw22_01/rw_energy_taxation_en.pdf
5. ISO 14001 Environmental management systems – Requirements with guidance for use. URL : <https://www.iso.org/ru/standard/60857.html>
6. ISO 14064 Greenhouse gases – Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. URL : <https://www.iso.org/standard/66453.html>
7. ISO 14067 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification. URL : <https://www.iso.org/ru/standard/71206.html>
8. Shevchenko Ye. Logistics costs as an object of management in the accounting and analytical system of an enterprise. *Economics of systems development*. 2024. Vol. 6 (1). P. 46–53.
9. Беренда Н. І., Остапенко Н. В. Розвиток екологічного обліку в Україні з врахування світового досвіду. Теоретичні та практичні аспекти стійкого розвитку фінансової системи України : кол. монографія. Умань : Візаві, 2013. Ч. 2. С. 205–214.
10. Богдан С. В. Цифрові платформи для моніторингу вуглецевих викидів: інноваційні облікові технології в агробізнесі. *Сучасні виклики та сталий розвиток економіки і бізнесу* : збірник тез Всеукраїнської наукової конференції, м. Запоріжжя, 10 грудня 2024 р. / Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д. Моторного. Запоріжжя, 2024. С. 254–256.

11. Вороновська О. М. Сутність і розвиток екологічного обліку. *Галицький економічний вісник*. 2017. № 2 (31). С. 195–200.
12. Гнат'єва Т. М. Загальні засади розвитку екологічного обліку та контролю в сільськогосподарських підприємствах. *Агросвіт*. 2015. № 19. С. 30–34.
13. Головчак Г. В. Оцінка ефективності ESG-звітності як інструменту прозорості бізнесу в умовах глобалізації. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 67. URL : <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4708>
14. Гриценко О. І. Екологічний облік: визначення перспектив та основних засад упровадження. *Економіка та суспільство*. 2016. Вип. 2. С. 678–683.
15. Дорошенко О. О., Попчук Д. О. Екологічний облік в Україні: передумови виникнення та історичний контекст. *Вісник Національного університету водного господарства і природокористування*. 2024. № 2 (106). С. 43–60.
16. Краєвський В. М., Шевченко Є. Д. Концепт-менеджмент логістичних витрат в інтегрованих ланцюгах постачань. *Галицький економічний вісник*. 2025. № 1 (92). С. 123–132.
17. Краєвський В. М., Шевченко Є. Д. Системна реконфігурація структури логістичних витрат у контексті впровадження принципів екологічної та кліматично відповідальної логістики. *Український економічний часопис*. 2025. № 9. С. 57–62.
18. Мішенін Є. В., Дегтярь Н. В. Економіка екосистемних послуг: теоретико-методологічні основи. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. № 2. С. 243–257.
19. Озеран А. В. Інформація про сталий розвиток у звіті про управління. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 2 (49). С. 282–287.
20. Олійник О. В., Захаров Д. М. Виклики та перспективи ESG звітності: аналіз теоретичних і практичних аспектів. *Економіка, управління та адміністрування*. 2024. № 3 (109). С. 67–73.
21. Потапюк І. П., Стеценко М. П. Система екологічного менеджменту як складова екологічної безпеки. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Том 5, № 3. С. 410–416.
22. Правдюк Н. Л. Облікове забезпечення екологічного менеджменту підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 69. URL : <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5193>

23. Селецька Д. О. Формування ESG-звітності за стандартами GRI: екологічний аспект. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 69. URL : <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/5218>

24. Шевченко Є. Д. Взаємозв'язок екологічної безпеки та оптимізації логістичних витрат у міжнародних ланцюгах постачань. *Сучасна парадигма економічної безпеки: інноваційні механізми імплементації* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Кропивницький, 30 січня 2025 року / Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка. Кропивницький, 2025. С. 94–96.

25. Шевченко Є. Д. Вплив «зелених» ініціатив на структуру та оцінку логістичних витрат в інтегрованих ланцюгах постачань. *Актуальні проблеми обліково-аналітичного забезпечення суб'єктів господарювання в умовах сталого розвитку* : збірник матеріалів круглого столу, м. Ірпінь, 11 квітня 2025 року / Державний податковий університет. Ірпінь, 2025. С. 88–90.

26. Шевченко Є. Д. Вплив міжнародних екологічних стандартів на структуру логістичних витрат у зовнішньоекономічних операціях. *Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта і соціальний прогрес* : збірник матеріалів Міжнародної науково-теоретичної конференції студентів і аспірантів, м. Харків, 18–19 квітня 2025 року / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків, 2025. С. 262–264.

27. Шевченко Є. Д. Декарбонізація ланцюгів постачань в контексті впровадження «зеленої» логістики. *Сучасні виклики та сталий розвиток економіки і бізнесу* : збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 10 грудня 2024 року / Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного. Запоріжжя, 2024. С. 244–246.

28. Шевченко Є. Д. Екологічне оподаткування в контексті впровадження логістичного підходу GSCM. *Трансформація фіскальної політики в умовах євроінтеграції* : збірник тез XV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Ірпінь, 22 листопада 2024 року / Державний податковий університет. Ірпінь, 2024. С. 220–222.

29. Шевченко Є. Д. Інтеграція принципів сталого розвитку в обліково-аналітичну систему управління логістичними витратами. *Трансформація обліку та бізнес-консалтингу в умовах невизначеності: сучасні тренди, виклики, міжнародний досвід* : збірник тез II Міжнародної наукової конференції, м. Харків, 8 листопада 2024 р. / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 100–102.

30. Шевченко Є. Д. Консалтингові підходи до обліку екологічних витрат у логістичних ланцюгах в умовах GCSM. *Облік, аналіз, аудит, оподаткування та фінансовий моніторинг: сучасні концепції розвитку* : збірник матеріалів X Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, м. Київ, 25 квітня 2025 року / Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана. К., 2025. С. 139–140.

31. Шевченко Є. Д. Обліково-аналітичний вимір сталості інтегрованих ланцюгів постачань. *Синергетичні драйвери розвитку обліку, податкового аудиту та бізнес-аналітики* : збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Ірпінь, 6 травня 2025 року / Державний податковий університет. Ірпінь, 2025. С. 212–214.

32. Шевченко Є. Д. Роль ABC-аналізу в управлінні логістичними витратами в контексті GCSM. *Розвиток системи обліку, аналізу, аудиту та оподаткування в Україні: теорія, методологія, організація* : збірник матеріалів XXIII Всеукраїнської наукової конференції, м. Київ, 27 березня 2025 року / Національна академія статистики, обліку та аудиту. Київ, 2025. С. 185–186.

33. Шевченко Є. Д. Синергетичні ефекти інтеграції логістичних систем у забезпеченні сталого економічного зростання. *Управління розвитком соціально-економічних систем: глобалізація, підприємництво, стале економічне зростання* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 3 грудня 2024 року / Донецький національний університет імені Василя Стуса. 2024. С. 92–94.

34. Шевченко Є. Д. Управління логістичними витратами на засадах концепції «green logistics». *Сталий розвиток міст та регіонів України в умовах євроінтеграції* : збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Ірпінь, 27 листопада 2024 року / Державний податковий університет. Ірпінь, 2024. С. 49–52.

35. Шевченко Є. Д. Холархічна модель управління логістичними витратами в інтегрованих ланцюгах постачань. *Управління розвитком соціально-економічних систем* : збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 6–7 березня 2025 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2025. С. 173–176.